

UNIT 7

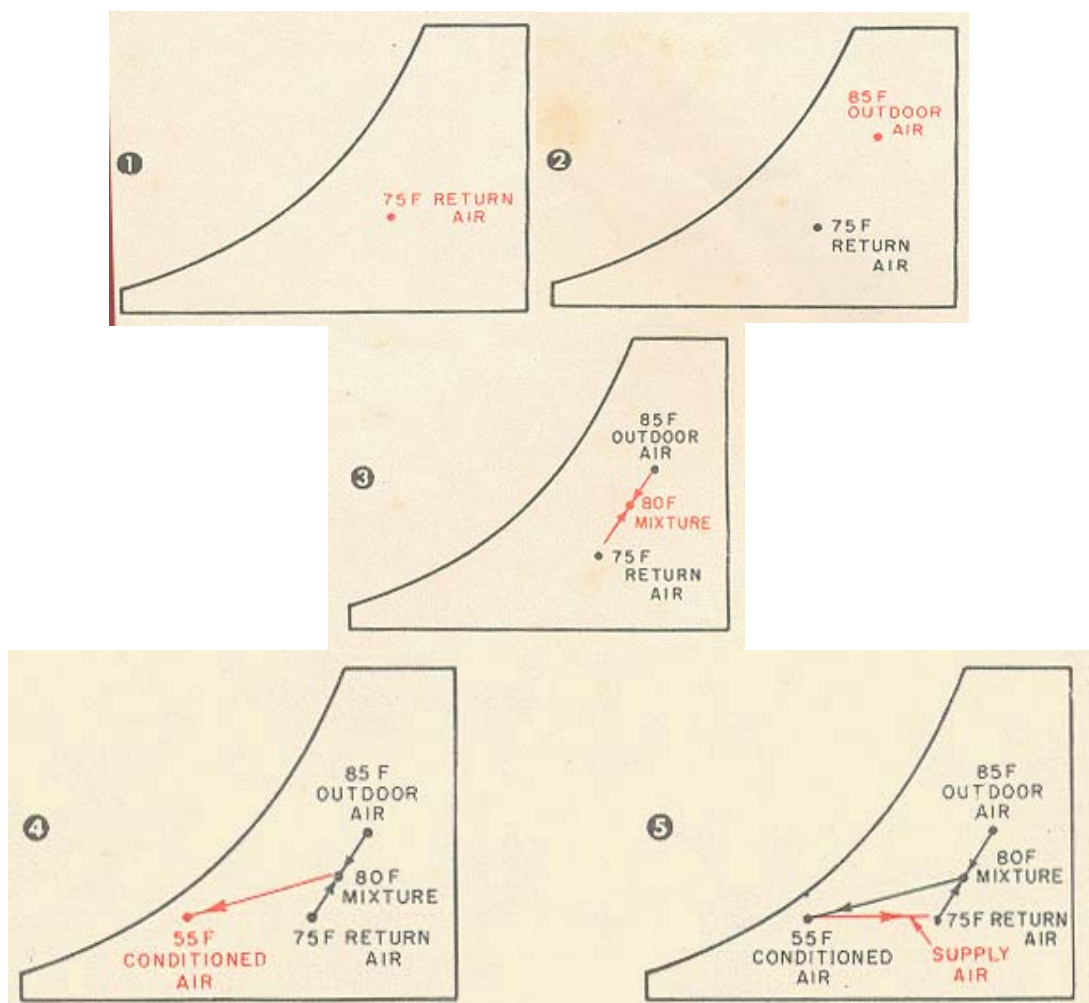
PROSES-PROSES PSYCHROMETRICS

Pada bagian ini akan dijelaskan proses-proses psychometrics yang sederhana secara grafik. Hubungan term-term dengan segala perubahan yang terjadi pada suatu kondisi udara ketika melewati/mengalami proses pengkondisian udara. Perubahan-perubahan ini meliputi pemanasan (heating) atau pendinginan (cooling) dan penambahan atau pengurangan uap air.

Sebuah Pola Khusus Pengkondisian Udara

Banyak sistem pengkondisian udara, dimana udara diambil dari ruangan dan dikembalikan ke alat pengkondisian udara, kemudian dikondisikan kembali untuk selanjutnya kembali dialirkan masuk ke ruangan yang dikondisikan. Pada umumnya, udara yang diambil dari ruangan dicampurkan dengan udara luar dengan maksud sebagai udara ventilasi.

Satu contoh dari sebuah pola khusus psychometrics hasil pemakaian campuran udara dari ruangan dan dari luar ruangan dilukiskan pada gambar di bawah ini.



Gambar 40

1. Udara dari dalam ruangan bertemperatur 75F dan dialirkan balik ke alat pengkondisian.
2. Udara dicampur dengan udara luar bertemperatur 85F
3. Temperatur campuran itu adalah 80F.
4. Campuran udara masuk bertemperatur 80F dan dikondisikan pada temperatur 55F.
5. Kemudian udara bertemperatur 55F dimasukkan lagi ke dalam ruangan, di mana dia akan mengambil panas dari ruangan sampai dicapai temperatur 75F, sebelum udara itu ditarik kembali ke alat pengkondisian dan dicampur dengan udara luar.

Untuk contoh jenis khusus ini, grafik psychrometrics memperlihatkan:

- Udara ruangan akan mengambil panas dan uap air pada saat ia dicampur dengan udara luar.
- Panas dan uap air dikeluarkan saat campuran udara itu melewati alat pengkondisian.
- Udara campuran yang telah dikondisikan, disalurkan lagi ke dalam ruangan. Pada kondisi yang cukup kering dan cukup dingin agar dapat mempertahankan temperatur ruangan yang diinginkan dan kondisi uap airnya.

Pola Psychrometrics Untuk Proses Pemanasan dan Pendinginan

Pola psychrometrics untuk proses pendinginan khusus memperlihatkan bahwa udara dipanaskan atau didinginkan dan uap airnya ditambahkan atau dikurangi. Untuk dapat memahami pola dan mengungkapkan kembali dengan tepat perlu mengetahui jenis-jenis dasar perubahan pada pemanasan dan pendinginan yang dapat ditafsirkan pada grafik psychrometrics. Jenis ini adalah pemanasan dan pendinginan **laten**, dan pemanasan dan pendinginan **sensible**.

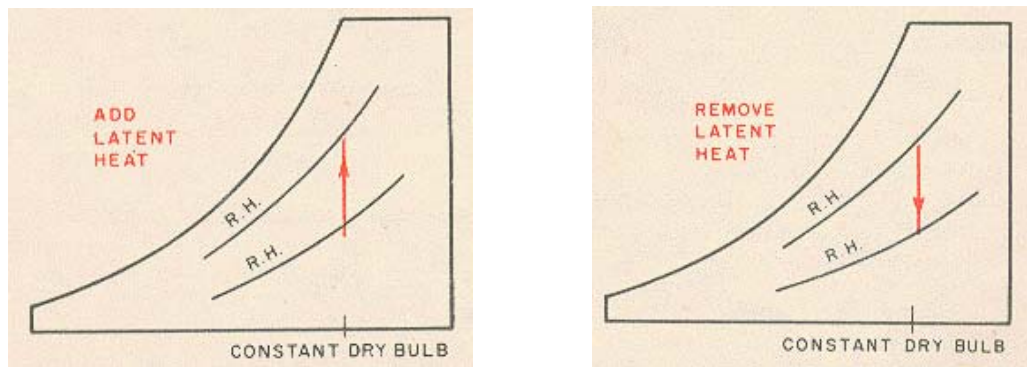
Panas Laten

Panas laten diidentifikasi sebagai panas laten penguapan dan panas laten pembekuan. **Panas laten penguapan** adalah panas yang diperlukan untuk mengubah cairan menjadi gas. Contoh: air dapat dipanaskan sampai titik didihnya yaitu 212 F. Jika panas terus diberikan padanya, maka temperaturnya tidak akan bertambah tetapi akan terjadi perubahan wujud dari air menjadi gas/uap. Panas laten disini merupakan sejumlah panas yang diperlukan untuk merubah air pada 212F ke uap pada 212F.

Panas laten pembekuan adalah sejumlah panas yang harus dikeluarkan atau dibuang untuk merubah cairan menjadi padat. Contoh: air dapat didinginkan sampai titik bekunya yaitu 32F. Jika panas terus dibuang atau diambil, maka air itu akan berubah menjadi es. Panas laten pada proses pendinginan adalah sejumlah panas yang dikeluarkan dari air.

Aplikasi Panas Laten Pada Udara

Jika panas laten diterapkan pada udara, perubahan yang terjadi berhubungan dengan kandungan uap air di udara. Apabila panas laten ditambahkan, maka jumlah kandungan uap air bertambah tetapi temperturnya tetap. Pada kondisi manapun penguapan terjadi, tetapi tidak terjadi perubahan temperatur, artinya terjadi penambahan panas laten. Pengaruh ini diperlihatkan pada grafik psychometrics sebagai garis lurus dari bawah ke atas yang menunjukkan kenaikan kandungan uap air. Saat panas laten dikeluarkan, kandungan uap air berkurang tetapi temperturnya tidak berubah.



Gambar 41

Pada kondisi apapun pengembunan terjadi, tetapi membawa perubahan pada temperatur, artinya panas laten dikurangi. Pengaruh ini ditunjukkan pada grafik psychometrics sebagai garis lurus ke bawah, yang menunjukkan penurunan kandungan uap air.

Panas laten, seperti diterapkan pada psychometrics dan pada pengkondisian udara melibatkan penguapan dan pengembunan, khususnya berhubungan dengan kondisi dan alat yang menyebabkan proses itu terjadi. Karena panas laten dikurangi, maka terjadi pendinginan, kadang-kadang dikenal sebagai *pendinginan laten*.

Pendinginan dan Pemanasan Sensibel

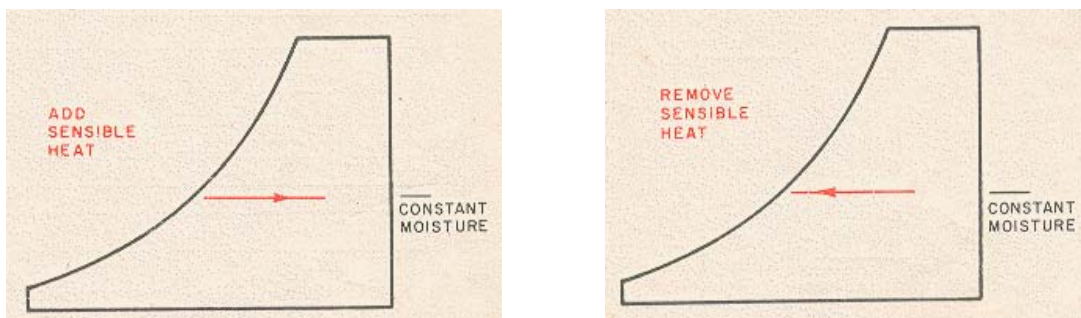
Panas sensibel adalah panas yang menyebabkan naiknya temperatur suatu benda, tetapi kandungan uap airnya tetap. Karena yang naik itu temperatur, maka kenaikan itu dapat dirasakan. Itulah sebabnya dinamakan panas sensibel.

Panas yang diperlukan untuk menaikkan temperatur air adalah panas sensibel. Panas bergerak menuju/berpindah ke air yang bertemperatur lebih rendah, yang dinamakan panas sensibel. Proses tersebut sering disebut proses *pendinginan sensibel*.

Aplikasi Panas Sensibel Pada Udara

Secara prinsip, pada saat panas sensibel diterapkan pada udara, perubahan yang terjadi berhubungan dengan temperatur udara. Ketika panas sensibel ditambahkan, temperatur udara akan naik tetapi tidak terjadi perubahan pada kandungan uap airnya. Pengaruh ini diperlihatkan pada grafik psychometrics sebagai garis lurus/horizontal, membentang dari kiri ke kanan. Contoh: jika temperatur udara 50F dan panas sensibel yang ditambahkan 20°, maka temperatur udara akan naik menjadi 70F. Perhatikan bahwa garis yang menunjukkan kenaikan temperatur ini tetap sama dengan garis kandungan uap air.

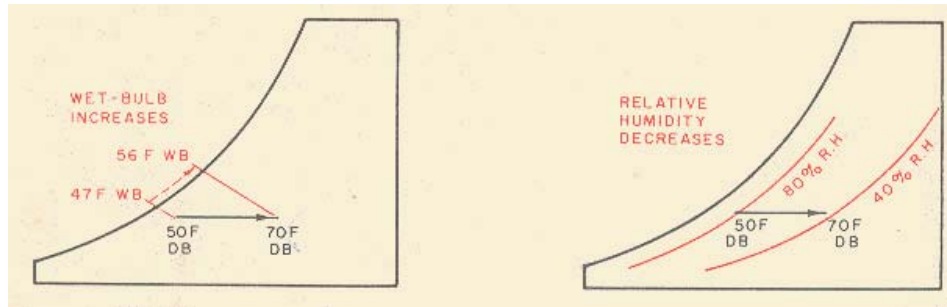
Ketika panas sensibel dibuang/dikeluarkan dari udara, maka temperatur akan turun tetapi tidak ada perubahan pada kandungan uap airnya. Pengaruh ini ditunjukkan pada grafik psychometrics sebagai garis lurus/horizontal, mulai dari kiri membentang ke sebelah kanan. Contoh: jika temperatur udara 70F, penurunan panas sensibelnya 20°, maka temperatur udara itu akan turun menjadi 50F. Perhatikanlah garis yang menunjukkan penurunan itu sama dengan garis kandungan uap air yang konstan.



Gambar 42

Grafik psychometrics telah menunjukkan bahwa pada proses pendinginan atau pemanasan sensibel perubahan-perubahan yang terjadi hanya pada temperatur keringnya (dry bulb), tidak pada temperatur pengembunan (dewpoint) udara. Grafik itu juga memperlihatkan apa yang terjadi pada temperatur basah (wet bulb) dan pada kandungan uap air relatif selama proses pendinginan dan pemanasan secara sensibel.

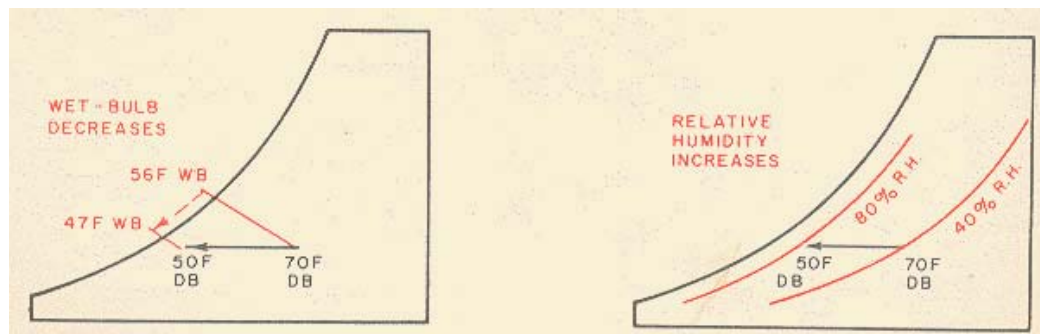
Dengan kondisi yang sama seperti contoh sebelumnya, temperatur kering naik 20° menjadi 70F dan pengembunan (dewpoint) tetap tidak berubah pada 45F pada saat panas sensibel ditambahkan ke udara. Temperatur basah naik dari 47F menjadi 56F dan kandungan uap air relatif turun dari 80% menjadi 40%. Gambar berikut menunjukkan perubahan yang terjadi ketika panas sensibel ditambahkan ke udara.



Gambar 43

Panas Sensibel	Kondisi Awal	Kondisi Setelah Penambahan Panas Sensibel	Perubahan
Temp. kering (db)	50F	70F	Naik
Titik Embun (dp)	45F	45F	Tak berubah
Temp. basah (wb)	47F	56F	Naik
RH	80%	40%	Turun

Ketika terjadi pendinginan secara sensibel, temperatur kering turun dari 70F menjadi 50F dan titik pengembunan tetap pada 45F. Walaupun demikian, temperatur basah turun dari 56F menjadi 47F dan kandungan uap air relatif naik dari 40% menjadi 80%. Tabel berikut menunjukkan hal tersebut.



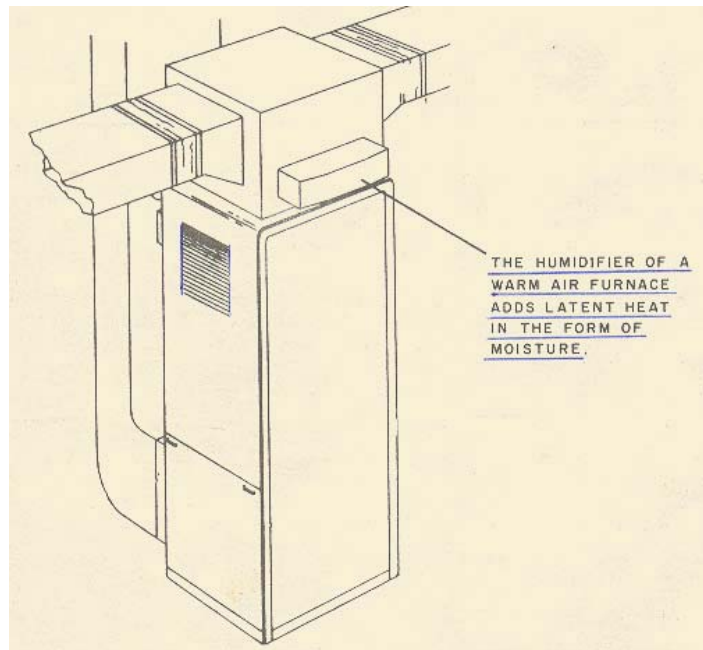
Gambar 44

Pendinginan secara Sensibel	Kondisi Awal	Kondisi Setelah Pengurangan Panas Sensibel	Perubahan
Temp. kering (db)	70F	59F	Turun
Titik Embun (dp)	45F	45F	Tak berubah
Temp. basah (wb)	56F	47F	Turun
RH	40%	80%	Naik

Pemanasan dan Pendinginan dengan Panas Sensibel dan Panas Laten

Proses pengkondisian udara dimana penambahan panas sensibel dan panas laten diberikan secara bersamaan, diidentifikasi sebagai proses pemanasan dan pelembaban (humidifying). Hal tersebut umumnya terjadi pada pengkondisian udara pada musim dingin pada saat udara biasanya lebih dingin dan lebih kering. Contoh pengkondisian tersebut seperti di bawah ini:

- *Instalasi rumah tangga.* Proses tersebut memerlukan panas sensibel dari sebuah sumber. Sumber panas sensibel tersebut yaitu dari tungku api. Panas laten diambil dari penguapan air dalam wadah, yang sengaja disediakan untuk mempertahankan kondisi udara nyaman, baik temperatur maupun kelembabannya.
- *Instalasi komersial.* Bangunan yang besar, seperti: kantor, sekolah, hotel, supermarket dan sebagainya. Disini diperlukan koil pemanas untuk menyediakan panas sensibel dan panas laten untuk mempertahankan temperatur nyaman.

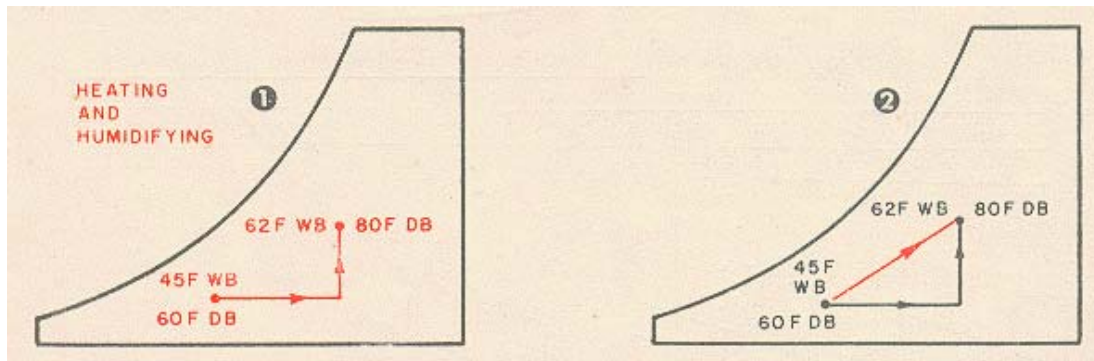


Gambar 45

Panas sensibel mengurangi kandungan uap air relatif dan membuat udara menjadi kering. Pengaruh dari udara kering dapat dilihat pada musim dingin ketika kita bernafas dan mempengaruhi struktur sambungan kayu. Untuk maksud inilah, panas laten digunakan untuk menambah kelembaban dan menaikkan kandungan uap air relatif di udara. Contoh pemanasan yang simultan dan pelembaban digambarkan pada sketsa berikut.

Pemanasan dan Pelembaban

Udara yang dipanaskan dan dilembabkan harus dilewatkan ke koil pemanas dan koil pemercik air. Jika udara masuk ke koil pemanas pada 60F db, 45F wb, 25F dp dan 25% RH, masuk ke koil pemercik air, kemudian meninggalkan koil pemercik air pada kondisi 80F db, 62F wb, 50F dp dan 35% RH, maka akan terjadi pola 'kebalikan L' pada grafik psychrometrics (sketsa 1). Pada prakteknya, pemanasan dan pelembaban terjadi secara terus menerus, sehingga pola psychrometrics mengikuti garis lurus diagonal dari pada pola kebalikan L (sketsa 2).

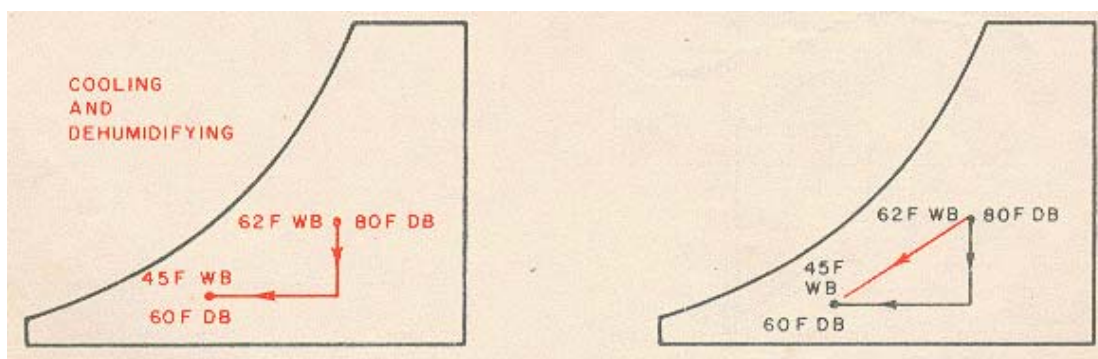


Gambar 46

Pendinginan dan Pengeringan

Udara yang didinginkan dan dikeringkan (dikurangi kelembabannya) harus dilewatkan pada koil pendingin (evaporator). Pada proses ini, panas sensibel dikurangi, ketika udara mencapai temperatur akhir dicapai, dan panas laten dikurangi. Secara umum, proses pendinginan dan pengeringan menghasilkan perubahan-perubahan yang berlawanan dengan proses pemanasan dan pelembaban. Panas laten dan panas sensibel dikurangi.

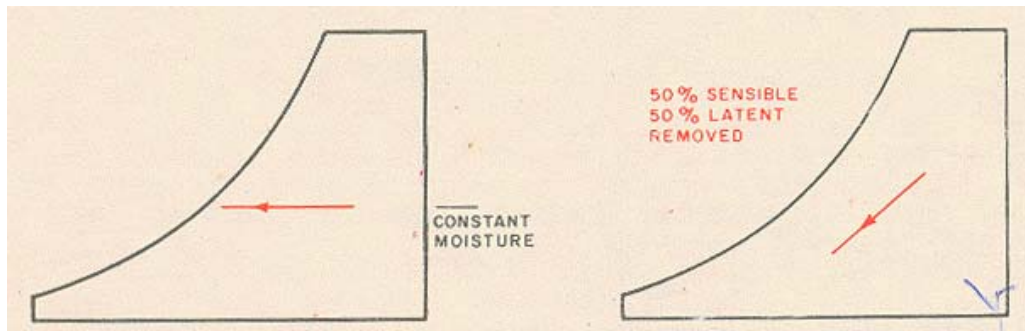
Udara masuk ke koil pendingin pada temperatur 80F db, 62F wb, 50F dp dan 35% RH. Udara meninggalkan koil pendingin pada kondisi 60F dn, 45F wb, 25F dp dan 28% RH. Pada prakteknya, proses pendinginan dan pengeringan berlangsung secara terus menerus. Oleh karena itu, pola psychrometrics mengikuti garis lurus diagonal yang menggambarkan pendinginan sensibel dan pengeringan.



Gambar 47

Faktor Panas Sensibel

Pendinginan dan pengeringan terjadi sedemikian sering pada pengkondisian udara, garis yang mewakili proses-proses ini telah diberikan pada sebuah table khusus. Garis tersebut dinamakan *garis faktor panas sensibel*.



Gambar 48

Garis ini mewakili perubahan pada panas sensibel dan panas laten. Jika proses pendinginan hanya melibatkan pengurangan panas sensibel saja, maka garis faktor panas sensibel merupakan garis horizontal dan faktor panas sensibelnya adalah 1,0. Jika panas sensibelnya 50% dan 50% lagi panas laten yang dikurangi, maka garis itu merupakan garis miring kira-kira 45 derajat, dan besarnya faktor sensibel adalah 0,5. Angka 0,5 itu menunjukkan di dalam proses ini telah dikurangi setengah panas sensibel dan setengah lagi adalah panas laten.

Pada kebanyakan kondisi nyaman, faktor panas sensibel lebih sering di atas 0,5. Penyebabnya adalah kebanyakan pada proses pendinginan untuk mendapatkan kondisi nyaman dikeluarkan/dikurangi lebih banyak panas sensibel dibandingkan panas laten. Prosentasi tersebut dapat bervariasi.

Untuk rumah tinggal, besarnya factor panas sensibel adalah 0,8, untuk restoran 0,6. Di restoran, banyak dihasilkan panas laten lebih banyak karena adanya ketel, uap air, dan karena adanya mesin memasak dan pencuci yang dioperasikan serta sejumlah orang yang bekerja. Faktor 0,8 itu menunjukkan bahwa 80% dari total panas yang berubah adalah panas sensibel dan 20%-nya adalah panas laten. Jika total beban pendinginan adalah 10 ton, 8 ton diperlukan untuk mengurangi panas sensibel dan 2 ton lagi untuk mengurangi/mengatasi panas laten.

Term faktor sensibel itu diberikan pada contoh berikut. Contoh ini telah diketahui jumlah beban pendinginannya, kondisi ruangan harus dipertahankan dan kondisi udara harus dialirkan ke dalam ruangan.

Contoh faktor panas sensibel.

Diketahui: Beban pendinginan 10 ton, kondisi ruang yang diinginkan 80F db, 67F wb.

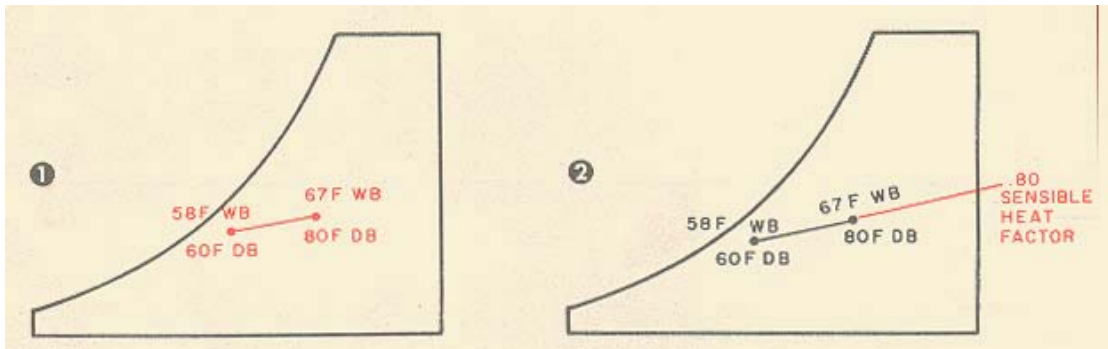
Kondisi udara yang harus dimasukan/dialirkan 60F db, dan 58F wb

Carilah: Faktor panas sensibel

Pemecahan masalah di atas sebagai berikut:

1. Plot kondisi yang telah diketahui ke dalam grafik psychrometrics dan tarik garis lurus diantara dua titik.

2. Perpanjang garis itu ke arah kanan, sampai memotong grafik.
3. Akan terbaca faktor panas sensibel 0,8. Artinya bahwa 80% panas yang hilang adalah panas sensibel.



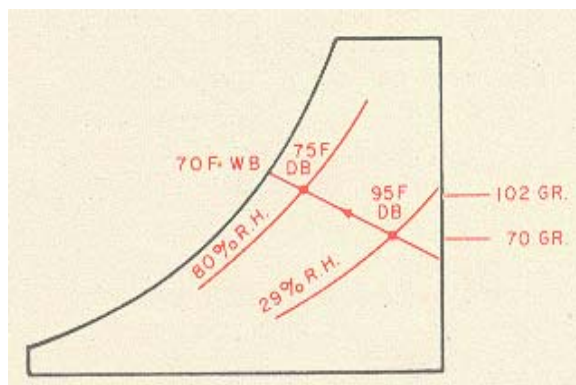
Gambar 49

Untuk kondisi ini, perlengkapan yang diperlukan adalah yang mampu mengeluarkan 8 ton panas sensibel dan 2 ton panas laten.

Pendinginan Secara Evaporatif

Pendinginan secara evaporatif adalah proses dimana panas sensibel dikurangi atau dikeluarkan dan panas latennya ditambahkan ke udara. Proses ini dapat diplot pada grafik psychrometrics berupa garis diagonal miring ke atas, ke sebelah kanan.

Pendinginan secara evaporatif memerlukan koil pemercik (spray coil). Pada saat udara melewati percikan air, air akan menyerap panasnya. Sebagian udara akan menguap saat menerima panas dari udara. Hasil penguapan itu terbawa udara yang mengalir. Dengan cara inilah udara didinginkan dan dilebapkan. Contoh, udara melewati percikan air pada suhu 95F db dan didinginkan sampai 75F db. Kandungan uap air akan naik kira-kira 70 tetes per lb menjadi 120 tetes per lb, relatif humiditynya akan naik dari kira-kira 29% menjadi 80%, temperatur basahnya tetap konstan pada 70F wb. Umumnya proses pendinginan secara evaporatif berlangsung sepanjang garis temperatur basah (wet bulb).



Gambar 50

Jenis pendinginan ini biasanya digunakan di industri dibanding untuk pengkondisian udara. Proses-proses tertentu di industri yang memerlukan relative humidity yang tinggi, seperti di pabrik tekstil.

Campuran Udara

Proses pengkondisian udara lainnya yang dapat diterapkan pada grafik psychrometrics adalah campuran udara. Siklus udara yang dibahas di Unit 3, menunjukkan bahwa udara balik (return) dari ruangan yang dikondisikan dan dimasukkan lagi ke ruangan. Pada beberapa aplikasi pengkondisian udara adalah memungkinkan menggunakan udara balik 100% dan tanpa udara luar. Pada banyak kasus, udara yang dimasukkan kembali ke ruangan (supply) terdiri dari campuran udara balik dan udara luar. Udara luar yang digunakan berasal dari udara ventilasi, yang dimaksudkan untuk menambah kandungan oksigen.

Campuran udara luar dan udara balik dapat diterapkan di grafik psychrometrics, dan temperatur udara hasil campuran dapat dengan mudah dicari. Dengan diketahuinya temperatur, maka memungkinkan kita mengetahui perlakuan yang diperlukan dan perubahan-perubahan yang harus dilakukan untuk mempertahankan kondisi ruangan yang diinginkan. Contoh berikut menggambarkan prosedur yang digunakan untuk mendapatkan kondisi udara campuran.

Contoh campuran udara

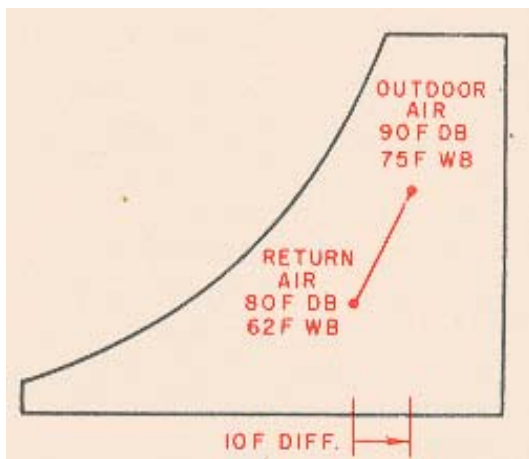
Diketahui: Jumlah udara total 2000 ft^3 /menit
Jumlah udara balik 1000 ft^3 /menit
Jumlah udara luar 1000 ft^3 /menit
Temperatur udara balik 80F db dan 62F wb
Temperatur udara luar 90F db dan 75F wb

Carilah: Temperatur udara campuran, dry bulb (db)
Temperatur udara campuran, wet bulb (wb)

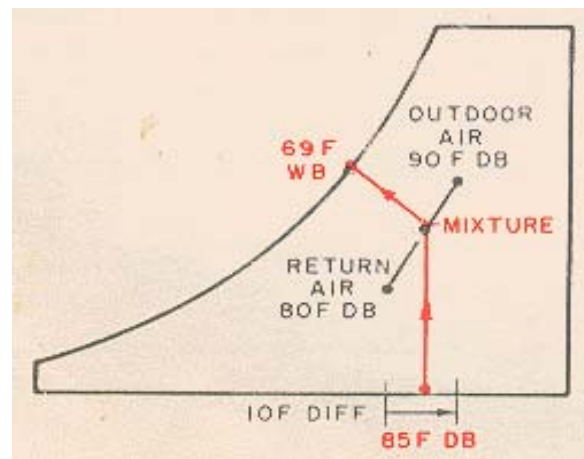
Jawaban:

1. Plot titik kondisi udara balik di grafik psychrometrics (80F db, 62f wb)
2. Plot titik kondisi udara luar (90F dn dan 75F wb)
3. Hubungkan ke dua titik tersebut.
4. Carilah prosentasi udara balik yang digunakan: jumlah udara total 2000 ft^3 , udara balik 1000 ft^3 . Prosentase udara balik yang digunakan yaitu:

- 1000 : 2000 = 0,5 = 50%
5. Carilah prosentase udara luar yang digunakan: jumlah udara 2000 ft³, udara luar 1000 ft³.
Prosentase udara luar yang digunakan yaitu:
1000 : 2000 = 0,5 = 50%
 6. Carilah perbedaan temperatur, db, yaitu antara udara balik (80F) dan udara luar (90F).
Jadi perbedaan temperatur db, yaitu: 90 – 80 = 10F.
 7. Carilah Temperatur udara campuran
 - a. Kalikan perbedaan temperatur (10F) dengan prosentase udara balik yang digunakan (50%), yaitu: 10 x 0,5 = 5,0
 - b. Kurangi temperatur udara supply (90F) dengan 5 (hasil dari a), yaitu: 90-5=85, artinya udara campuran 85F db.
 8. Carilah udara campuran, wb
 - a. Tarik garis 85F db ke atas dan memotong garis udara campuran
 - b. Titik perpotongan itu daitarik ke kiri atas memotong garis lengkung wb, dititik 69F wb.



Gambar 51 a



Gambar 51 b

Instalasi pengkondisian udara tertentu memerlukan 10% udara luar dicampur dengan udara balik dari ruangan. Jumlahnya bervariasi, tergantung dari instalasi. Sebagai contoh campuran yang lebih realistis, yang terjadi pada keadaan praktis seperti diilustrasikan di bawah ini:

Contoh Praktis Campuran Udara

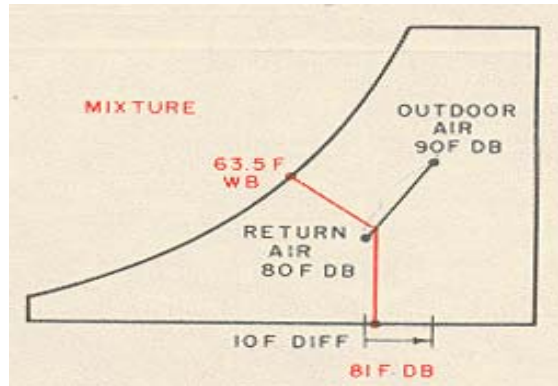
Diketahui: Jumlah udara total yang diperlukan 10.000 ft³ /menit
 Jumlah udara balik 9.000 ft³ /menit
 Jumlah udara luar 1000 ft³ /menit

Temperatur udara balik 80F db dan 62F wb

Temperatur udara luar 90F db dan 75F wb

Carilah: Temperatur udara campuran, dry bulb (db)

Temperatur udara campuran, wet bulb (wb)



Gambar 52

Jawaban:

1. Plot titik kondisi udara balik dan udara luar di grafik psychrometrics. Hubungkan ke 2 titi itu seperti pada contoh lalu.
2. Carilah prosentasi udara balik yang digunakan: jumlah udara total 10.000 ft^3 , udara balik 9.000 ft^3 . Prosentase udara balik yang digunakan yaitu:
 $9.000 : 10.000 = 0,9 = 90\%$
3. Carilah perbedaan temperatur db, yaitu antara udara balik (80F) dan udara luar (90F). Jadi perbedaan temperatur db, yaitu: $90 - 80 = 10\text{F}$.
4. Carilah Temperatur udara campuran, db dan wb:
 - a. Kalikan perbedaan temperatur db (10F) dengan prosentase udara balik yang digunakan (90%), yaitu: $10 \times 0,9 = 9,0$
 - b. Kurangi temperatur udara luar db (90F) dengan 9 (hasil dari a), yaitu: $90 - 9 = 81$, artinya udara campuran 81F db.
 - c. Tariklah dari titik itu 81F db ke atas dan memotong garis penghubung kondisi luar dan udara balik. Dari titik potong itu tarik garis ke kiri atas, memotong garis wb. Titik yang didapat 63,5F.

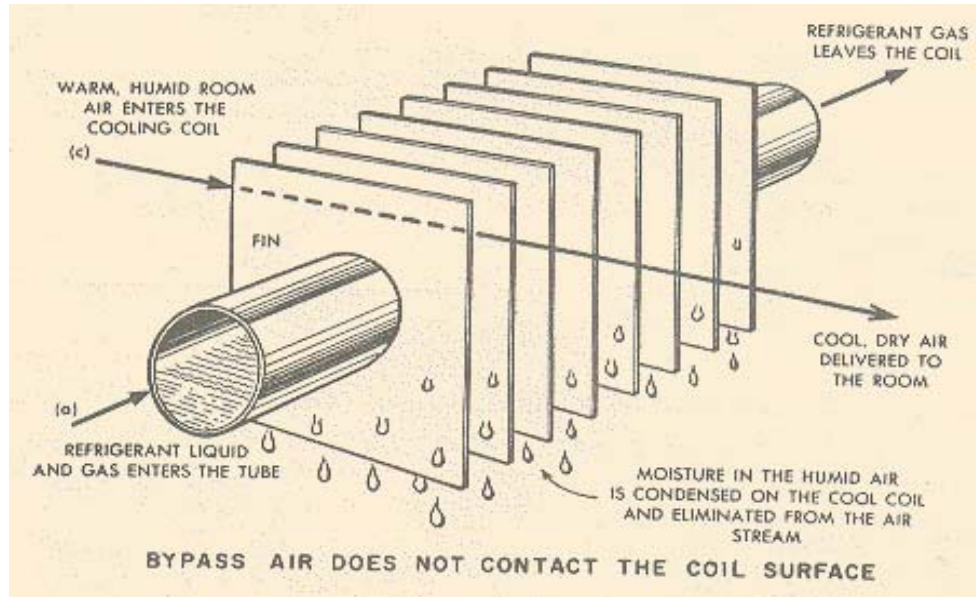
Diasumsikan 90% udara total dimasukan kembali (supply) bertemperatur 80F dan hanya 10% (udara luar) bertemperatur 90F. Hasil kalkulasi udara campuran lebih dekat ke kondisi udara balik, karena terdapat 9% udara balik, temperatur 80F dibanding jumlah udara luarnya yang bertemperatur 90F.

Pada pengkondisian udara, temperatur kering(db) dari udara campuran biasanya lebih dekat kepada temperatur kering (db) udara pencampurnya yang jumlahnya terbanyak.

Grafik psychometrics yang berhubungan dengan udara campuran, digunakan untuk mencari temperatur kering (db) dan temperatur basah (wb) dari udara campuran. Perlu diingat bahwa jika telah diketahui temperatur kering (db) dan temperatur basah (wb), maka titik embun (dewpoint), kandungan uap air relatif, kandungan tetes uap air di udara dapat dihitung.

Udara Bypass

Udara bypass adalah aliran udara yang melewati koil pendingin (evaporator) tanpa menyentuhnya. Jumlah udara yang mengalir tanpa menyentuh koil tergantung dari konstruksi koil pendingin dan pada kecepatan aliran udara. Jika koil itu mempunyai sirip (fin) satu buah untuk tiap inchi panjang, udara bypass yang mengalir akan lebih banyak jumlahnya dibanding jika koil itu mempunyai 7 sirip (fin) tiap inchi panjang. Jika kecepatan aliran udara melalui permukaan koil itu rendah, maka lebih banyak udara yang dapat menyentuh koil pendingin dibandingkan jika kecepatan aliran udara itu tinggi. Udara bypass tidak bersentuhan dengan permukaan koil pendingin (evaporator). Proses bypass ini diukur dengan term factor bypass. Di bawah ini ada contoh mengenai bypass faktor.



Gambar 53 Udara Baypass

Contoh Bypass Faktor

Diketahui: Temperatur koil pendingin (evaporator) 50F

Temperatur udara melewati koil 80F

Temperatur udara meninggalkan koil 60F

Carilah : Bypass faktor

Jawaban:

1. Kurangi temperatur udara yang keluar dari koil dengan temperatur koil: $60 - 50 = 10F$
2. Kurangi temperatur masuk ke koil dengan temperatur koil: $80 - 50 = 30F$
3. Bagilah jawaban no.1 dan no.2: $10 : 30 = 0,33$
4. Jadi angka bypass faktor yaitu 0,33

Dalam contoh ini, angka bypass faktor 0,33 (1/3) menunjukkan bahwa temperatur udara meninggalkan koil (60F) telah turun 2/3-nya dari beda temperatur antara udara masuk (80F) dan temperatur permukaan koil (60F).

Pada prakteknya, bypass faktor untuk koil pendingin didapat dari tes dan kalkulasi, sehingga faktir itu sudah diketahui sebelum sebuah koil dipasang. Dengan cara ini, memungkinkan untuk melakukan perkiraan hasil kerja sebuah koil pendingin dan untuk memilih koil secara tepat untuk suatu beban tertentu. Sebagai contoh, jika bypass faktor tinggi, maka beberapa hal berikut diperlukan untuk mencari temperatur udara yang meninggalkan koil.

- Lebih banyak jumlah udara untuk kecepatan yang lebih rendah.
- Diperlukan saluran udara (duct) yang lebih besar untuk jumlah udara yang lebih banyak.
- Diperlukan kipas (fan) yang lebih besar untuk jumlah udara yang lebih banyak.

Jika bypass faktor rendah, beberapa keuntungan didapatkan, yaitu:

- Lebih sedikit udara yang diperlukan karena temperatur udara lebih rendah.
- Saluran udara (duct) yang diperlukan lebih kecil untuk menangani udara yang lebih sedikit.
- Kipas (fan) yang diperlukan lebih kecil untuk menangani jumlah udara yang lebih sedikit.

Diperlukan kehati-hatian terhadap beberapa kerugian yang mungkin terjadi sebagai akibat dari kecilnya angka bypass faktor, yaitu:

- Temperatur udara supply rendah, kemungkinan akan terasa tidak nyaman dalam ruangan yang kecil.
- Diperlukan koil pendingin yang lebih besar
- Permukaan koil yang besar, permukaan pengambil panas juga besar, sehingga koil (evaporator) dapat lebih cepat mengambil panas. Kondisi tersebut harus dibarengi oleh perlengkapan pendingin yang lebih besar untuk mempertahankan temperatur koil yang rendah.
- Temperatur yang rendah pada saluran udara ke ruangan diperlukan insulasi dan lapisan kedap air.

Suatu keputusan harus diambil untuk menentukan kombinasi alat dan kondisi nyaman terbaik. Bypass faktor rata-rata untuk pengkondisian udara bervariasi tergantung dari kombinasi optimum antara kondisi dan peralatan, biasanya terletak antara 0,10 dan 0,30.

Titik Pengembunan dari Alat (*Apparatus Dewpoint*)

Temperatur permukaan koil digunakan sebagai jalan untuk mencari bypass faktor. Di dalam contoh dijelaskan, temperatur udara turun dari 80F ke 60F saat melalui koil pendingin, temperatur permukaan koil adalah 50F. Jika diperlukan temperatur udara yang meninggalkan koil lebih rendah, maka permukaan koilnya harus lebih lebar. Hal ini dilakukan dengan cara menambah barisan (row) koil. Udara yang meninggalkan koil pertama pada temperatur 60F, kemudian mengalir melalui koil ke dua dan temperatur udara turun antara 60F dan temperatur permukaan koil (50F). Lebih banyak barisan koil dipasang, temperatur udara yang mengalir melewatinya akan lebih dekat ke temperatur permukaan koil.

Jika digunakan jumlah barisan koil yang secukupnya, maka udara yang meninggalkan koil akan menjadi sama dengan temperatur permukaan koil. Apabila hal tersebut terjadi udara akan mengembun karena telah dicapai titik pengembunannya. Koil pendingin diletakkan di dalam ruang pendingin, ketika udara telah mencapai titik embunnya saat udara didinginkan sama dinginnya dengan temperatur permukaan koil. Temperatur permukaan koil disebut juga sebagai titik pengembunan alat atau apparatus dewpoint.

Banyaknya jumlah koil pendingin (evaporator) tergantung pada titik embun alat (apparatus dewpoint). Oleh karena itu, temperatur ini penting ketika kita memilih koil pendingin (evaporator).

Ringkasan

- Proses-proses psychrometrics meliputi pemanasan dan pendinginan, menambah atau mengurangi jumlah kandungan uap air di udara.
- Proses pengkondisian udara khusus menggunakan suatu campuran udara luar dan udara balik dari ruangan yang dikondisikan.
- Pada proses pengkondisian udara, grafik psychrometrics akan menunjukkan:
 - Udara dari ruangan mengambil panas dan uap air pada saat bercampur dengan udara supply, tetapi tanpa adanya campuran udara luar.
 - Panas dan uap air dikeluarkan saat udara campuran melewati peralatan pendingin.

- Pada temperatur dan kelembaban beberapa campuran udara harus dialirkan masuk ke ruangan untuk mempertahankan kenyamanan.
- Pemanasan dan pendinginan secara laten dan sensibel merupakan jenis dasar pemanasan dan pendinginan yang dapat dijelaskan pada grafik psychrometrics.

Panas Laten

- Panas laten penguapan merupakan panas yang diperlukan untuk merubah cairan jadi uap.
- Panas laten fusi adalah panas yang harus dikeluarkan untuk merubah cairan menjadi padat.
- Jika diterapkan pada udara, secara prinsip panas laten itu mengakibatkan perubahan kandungan uap air.
- Penambahan panas laten terlihat pada penambahan jumlah kandungan uap air, demikian juga sebaliknya. Pada kedua contoh sebelumnya tidak disertai perubahan temperatur.
- Penambahan atau pengurangan panas laten digambarkan sebagai garis lurus vertical pada grafik psychrometrics.
- Dalam hubungannya dengan psychrometrics, panas laten meliputi penguapan dan pengembunan atau kondensasi.

Pemanasan dan Pendinginan Secara Sensibel

- Panas sensibel menyebabkan temperatur naik tanpa disertai perubahan kandungan uap airnya. Pendinginan secara sensibel akan menurunkan temperatur tetapi tidak menyebabkan perubahan kandungan uap air di udara.
- Panas sensibel dapat dideteksi oleh perasaan. Pemanasan atau pendinginan secara sensibel ditunjukkan sebagai garis lurus horizontal pada grafik psychrometrics.
- Jika panas sensibel ditambahkan ke udara, maka akan terjadi:
 - Temperatur udara kering (db) naik
 - Titik pengembunan (dewpoint) tidak berubah
 - Temperatur udara basah (wb) naik
 - Kandungan uap air di udara (RH) turun

Udara Campuran

- Pada umumnya aplikasi pengkondisian udara memerlukan adanya campuran udara balik dari ruangan dan udara luar.
- Grafik psychrometrics dapat digunakan untuk mencari temperatur udara, db, wb, titik temperatur pengembunan dan kandungan uap air relatif di udara dari udara campuran.

Udara Bypass

- Udara bypass adalah udara yang mengalir melalui koil pendingin tetapi tidak bersentuhan dengan permukaan koil, udara itu melewati permukaan koil.
- Jumlah udara bypass tergantung dari konstruksi koil dan kecepatan udara.
- Proses bypass diukur dengan term bypass faktor.
- Bypass faktor memungkinkan kita untuk meramal hasil kerja koil dan untuk menseleksi koil secara optimum.
- Bypass faktor yang rendah artinya jumlah udara yang diperlukan berkurang, saluran udara lebih kecil, kipas dan motornya juga kecil.
- Bypass faktor rata-rata untuk kondisi nyaman pada pengkondisian udara bervariasi, tapi biasanya antara 0,10 sampai 0,30.

Titik pengembunan alat (Apparatus dewpoint)

- Temperatur permukaan koil merupakan titik pengembunan atau titik embun alat.
- Penambahan panas sensibel dan laten secara simultan dikenal sebagai proses pemanasan dan penambahan uap air (humidifying)
- Seperangkat koil pemanas dan pemercik air (water spray) digunakan pada proses pemanasan dan penambahan uap air (dehumidifying). Proses pemanasan dan penambahan uap air diperlihatkan sebagai garis diagonal melintang dari kiri ke kanan atas pada grafik psychrometrics.
- Proses pendinginan dan pengurangan kandungan uap air (dehumidifying) merupakan proses mengeluarkan/mengurangi panas sensibel dan panas laten. Proses ini ditunjukkan sebagai garis diagonal melintang dari kanan ke kiri bawah pada grafik psychrometrics.

Faktor Panas Sensibel

- Garis pendinginan dan pengurangan kandungan uap air (dehumidifying) disebut juga sebagai garis factor panas sensibel.
- Lengkungan dari garis factor panas sensibel berubah tergantung pada jumlah panas sensibel dan laten yang dikeluarkan.
- Sebuah rumah umum mempunyai factor panas sensibel sebesar 0,8, artinya 80% dari total panas merupakan panas sensibel dan sisanya (20%) merupakan panas laten.

Pendinginan Secara Penguapan (Evaporatif)

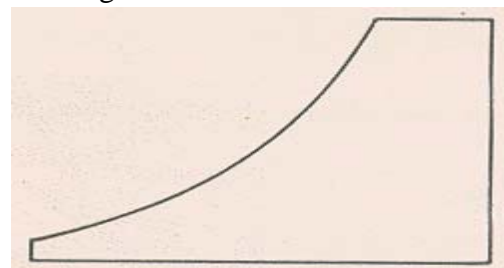
- Proses pendinginan secara evaporatif mengeluarkan panas sensibel dan menambah panas laten. Proses pendinginan secara evaporatif ditunjukkan sebagai garis diagonal membentang dari kanan bawah ke kiri atas pada grafik psychrometrics.
- Pendinginan secara evaporatif memerlukan adanya koil pemercik air.
- Kebanyakan proses pendinginan secara evaporatif terjadi sepanjang garis temperatur basah (wb).
- Pendinginan secara evaporatif kebanyakan digunakan pada industri disbanding pada pengondisian udara.

Tugas

A. Jawablah pertanyaan berikut dengan menggunakan grafik psychrometrics.

1. Sebuah proses pemanasan secara sensibel, manakah yang mengalami perubahan:
 - a. Temperatur, db
 - b. Temperatur, wb
 - c. Titik embun, dp
 - d. Kandungan uap air relatif, RH
2. Sebuah proses pendinginan secara sensibel, mana yang mengalami perubahan:
 - a. Temperatur, db
 - b. Temperatur, wb
 - c. Titik embun, dp
 - d. Kandungan uap air relatif, RH
3. Buatlah sketsa proses pemanasan dan penambahan kandungan uap air (humidifying) pada grafik psychrometrics dengan kondisi sebagai berikut:

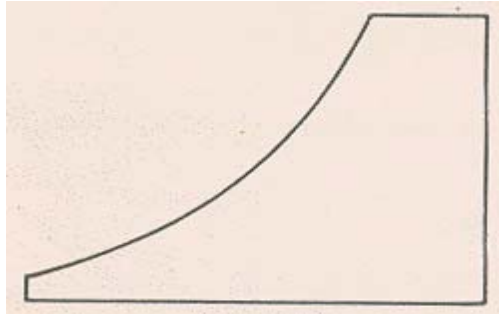
db 60F
wb 45F
dp 25F
RH 28%



Gambar 54

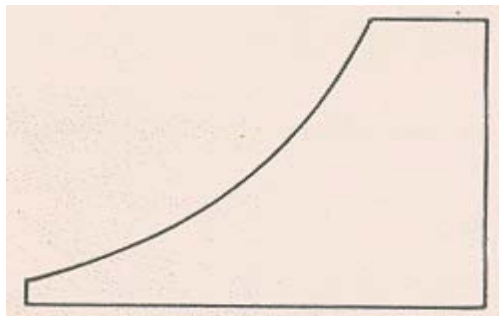
4. Buatlah sketsa proses pendinginan dan pengurangan kandungan uap air (dehumidifying) pada grafik psychrometrics dengan kondisi sebagai berikut:

db 80F dp 61F
wb 67F RH 50%



Gambar 55

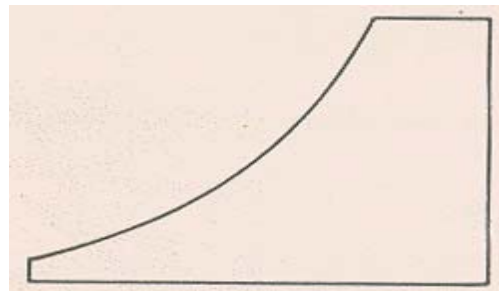
5. Buatlah sketsa garis faktor panas sensibel pada grafik psychrometrics.



Gambar 56

6. Buatlah sketsa proses pendinginan secara evaporatif pada grafik psychrometrics dengan kondisi awal dan akhir sebagai berikut:

Awal	Akhir
db 95F	db 75F
RH 29%	RH 80%



Gambar 57

B. Lengkapilah dengan kata atau kalimat pada pernyataan di bawah ini.

1. adalah panas yang diperlukan untuk merubah cair menjadi uap.
2. adalah panas yang harus dikeluarkan untuk merubahn suatu cairan menjadi padat.
3. Pada saat diterapkan pada udara, secara prinsip panas laten mengakibatkan perubahan
4. Peningkatan atau penurunan panas laten tidak berpengaruh terhadap
5. Pendinginan atau pemanasan secara sensibel tidak mempengaruhi
6. Ketika panas sensibel ditambahkan ke udara:

db	dp
wb	RH

7. Jika pendinginan secara sensibel diterapkan pada udara:
 db dp
 wb RH
8. Penambahan panas sensibel dan panas laten secara terus menerus diidentifikasi sebagai proses
9. Garis pendinginan atau pengurangan kandungan uap air disebut juga sebagai garis
10. Sebuah rumah khusus mempunyai faktor panas sensibel sebesar 0,8. Artinya bahwa dari panas total yang berubah adalah panas sensibel dan adalah panas laten.
11. Proses pendinginan secara evaporatifpanas sensibel dan panas laten.
12. Bypass factor rendah artinya udara yang diperlukan, saluran udara, motor dan fan/kipas.
13. Temperatur permukaan koil adalah
14. Bypass factor rata-rata untuk pengkondisian udara yang nyaman beraneka ragam, tetapi biasanya berkisar antara dan

C. Kerjakanlah soal-soal psychrometrics berikut:

1. Kerjakanlah soal campuran udara berikut:
 Diketahui: jumlah udara keseluruhan 10.000 ft³
 jumlah udara balik 9.000 ft³
 temperatur udara balik 88F db dan 62F wb
 jumlah udara luar 1.000 ft³
 temperatur udara luar 90F db dan 75F wb
 Carilah: a. temperatur kering (db) udara campuran
 b. temperatur basah (wb) udara campuran
2. Udara luar mempunyai temperatur kering (db) 90F dan temperatur udara basah (wb) 70F dicampurkan dengan udara luar dari dalam ruangan dengan temperatur kering (db) 80f dan kandungan uap air relatif (RH) 40%. Diinginkan hasil campuran akhir terdiri dari 1/3 bagian udara luar dan 2/3 udara balik dari ruangan. Carilah temperatur udara kering (db) dan udara basah (wb) udara campuran di atas.
3. Udara keluar dari koil sebuah sistim pengkondisian udara bertemperatur 57F, jenuh. Udara itu disalurkan ke dalam ruangan yang dikondisikan dengan tanpa adanya

kerugian/penambahan panas atau uap air. Temperatur ruangan yang dikondisikan adalah 72F db. Carilah kandungan uap air relatif (rh) dari ruangan itu.

4. Udara luar bertemperatur kering (db) 92F dan temperatur basah (wb) 75F dicampurkan dengan udara balik dari ruangan berkondisi 72F db dan kandungan uap air relatif (RH) 50%. Carilah prosentasi udara luar yang mesti dicampurkan agar temperatur basah (wb) dari udara campuran 70F.
5. Sebuah ruangan yang dikondisikan dengan kondisi 75F db dan 60% RH. Udara meninggalkan koil pendingin (evaporator) bertemperatur kering 48F db dan 90% RH. Jika jumlah udara balik sebesar 2.000 ft³ dan 8.000 ft³ udara dingin dicampurkan. Carilah temperatur udara campurannya, db dan wb.
6. Jumlah udara luar 2.500 ft³, bertemperatur 90F db dan 75F wb, dicampurkan dengan 5.000 ft³ udara balik. Temperatur kering (db) udara balik 76F db dan 66F wb. Carilah temperatur kering (db) dan basah (wb) udara campuran, antara udara balik dan udara luar.
7. Udara campuran masuk ke koil pendingin terdiri dari 40% udara luar bertemperatur 92F db dan 60% udara balik bertemperatur 74F db. Carilah temperatur kering (db) udara campuran itu.
8. Jumlah udara luar yang disediakan 5.000 ft³ bertemperatur 90F db dan 78F wb dicampur dengan 5.000 ft³ udara balik (dari ruangan) bertemperatur 78F db dan 65F wb. Sebanyak 75% udara campuran itu dialirkan melalui koil pendingin dan pembatas laju udara yang ada di sekeliling koil. Udara dingin meninggalkan koil bertemperatur 60F db dan 58F wb. Carilah temperatur udara campuran, antara udara yang didinginkan dan udara yang lolos tak terdinginkan, db dan wb.

UNIT 8

PROSES-PROSES PSYCHROMETRICS LANJUT

Sebagai tambahan atas proses –proses dasar psychrometrics yang telah diberikan pada unit yang lalu, dua konsep psychrometrics perlu diperjelas. Proses dasar tersebut yaitu volume spesifik dan enthalpy. Volume spesifik berhubungan dengan udara dan jumlah udara yang ditempatinya. Enthalpy berhubungan dengan jumlah kandungan panas dalam udara. Konsep ketiga yang akan dibahas disini yaitu prinsip koil yang dilengkapi pemercik air (spray coil principle) pada proses-proses psychrometrics.

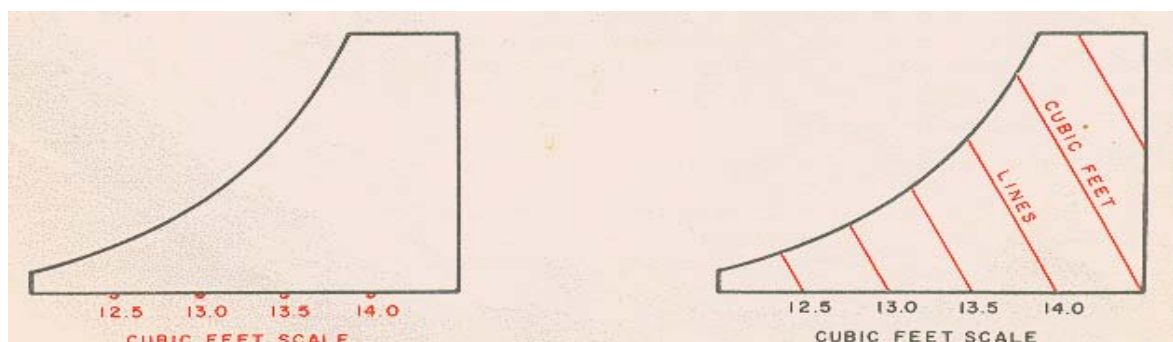
Volume Spesifik (Volume Jenis)

Volume spesifik atau volume jenis adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan jumlah ruangan (ft^3) yang ditempati oleh satu lb udara, pada temperatur dan tekanan yang berbeda. Hal ini telah didiskusikan pada term kandungan uap air pada udara. Sehubungan dengan itu adalah mungkin untuk mencari jumlah tetes ua air dalam 1 ft^3 udara.

Pemakaian lain dari volume spesifik atau volume jenis adalah dalam term kerapatan (density). Sebab karepatan (density) udara berpengaruh pada perlengkapan seperti kipas dan motornya. Volume jenis penting untuk mencari hasil guna sebuah kipas (fan) dan ukuran motornya. Volume jenis yang besar memerlukan energi lebih kecil untuk menggerakkan kipas, volume jenis yang rendah memerlukan energi lebih besar untuk menggerakkan kipasnya. Hal ini benar-benar mempengaruhi semua kondisi seperti juga tekanan dan ukuran kipas.

Volume Jenis dan Grafik Psychrometrics

Garis skala volume jenis membentang sepanjang dasar grafik, mulai dari $12,5 \text{ ft}^3$ sampai $14,5 \text{ ft}^3$. Cari volume jenis pada psychrometrics diidentifikasi dalam term ft^3 / lb udara. Garis tampak seperti garis diagonal yang saling sejajar, mulai dari bagian bawah grafik sampai ke bagian atas.



Gambar 58

Pada contoh berikut dianggap bahwa tekanan atmosfer adalah sama dengan tekanan di atas permukaan air laut (normal) dan kandungan uap air adalah 0 (nol), dengan kata lain keadaan udara itu benar-benar kering.

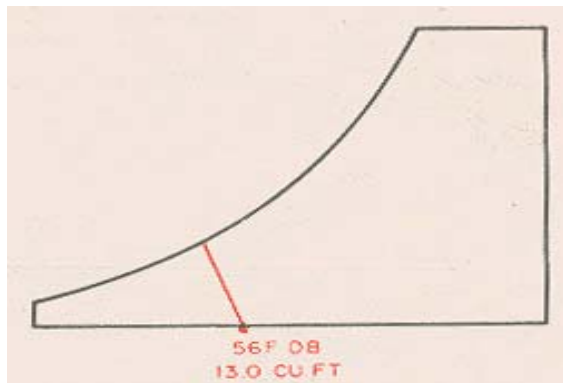
Contoh 1. Volume Jenis (Volume spesifik)

Diketahui : Temperatur udara 56F db

Carilah : Volume jenis (Volume spesifik)

Jawab:

1. Carilah titik 56F db di bagian bawah grafik psychrometrics
2. Pada titik itu didapat garis yang tepat mengenaiya miring ke kiri atas, garis itulah garis volume jenisnya 13,0 ft³ /lb udara.



Gambar 59

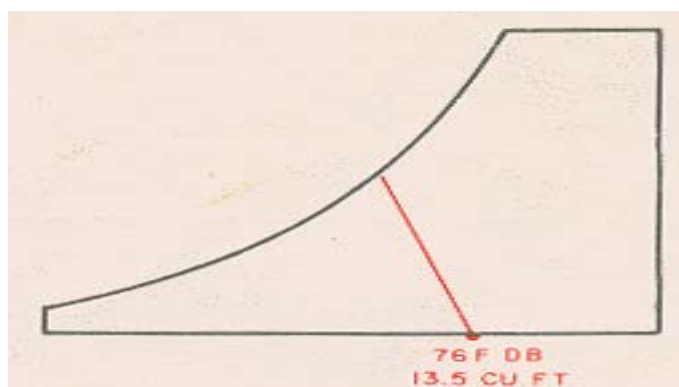
Contoh 2. Volume Jenis (Volume spesifik)

Diketahui : Temperatur udara 76F db

Carilah : Volume jenis (Volume spesifik)

Jawab:

1. Carilah titik 76F db di bagian bawah grafik psychrometrics
2. Pada titik itu didapat garis yang tepat mengenaiya miring ke kiri atas, garis itulah garis volume jenisnya 13,5 ft³ /lb udara.



Gambar 59

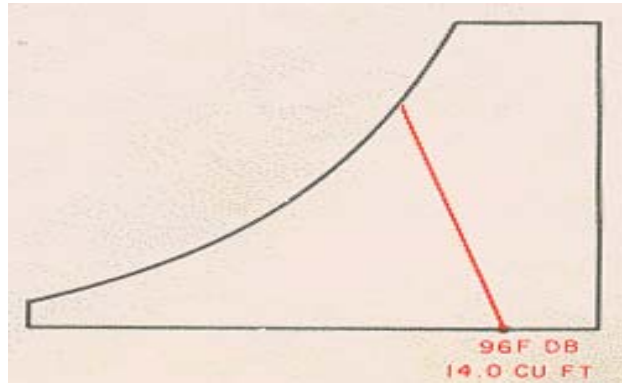
Contoh 3. Volume Jenis (Volume spesifik)

Diketahui : Temperatur udara 96F db

Carilah : Volume jenis (Volume spesifik)

Jawab:

1. Carilah titik 96F db di bagian bawah grafik psychrometrics
2. Pada titik itu didapat garis yang tepat mengenainya miring ke kiri atas, garis itulah garis volume jenisnya 14,0 ft³ /lb udara.



Gambar 60

Tiga contoh diatas memperlihatkan bahwa jika temperatur naik, maka volume jenis (volume spesifik) udara naik. Hal ini membuktikan prinsip dasar bahwa udara akan mengembang jika dipanaskan. Hal ini juga membuktikan bahwa udara kerapatannya berkurang pada temperatur yang lebih tinggi.

Hal itu mempengaruhi ukuran kipas (fan) dan motor penggeraknya. Motor penggerak yang diperlukan akan lebih kecil jika volume spesifiknya tinggi. Hal ini membenarkan bahwa energi yang diperlukan akan lebih sedikit (kecil) untuk menggerakkan (mengalirkan) udara yang mempunyai kerapatan rendah (spesifik volumenya tinggi).

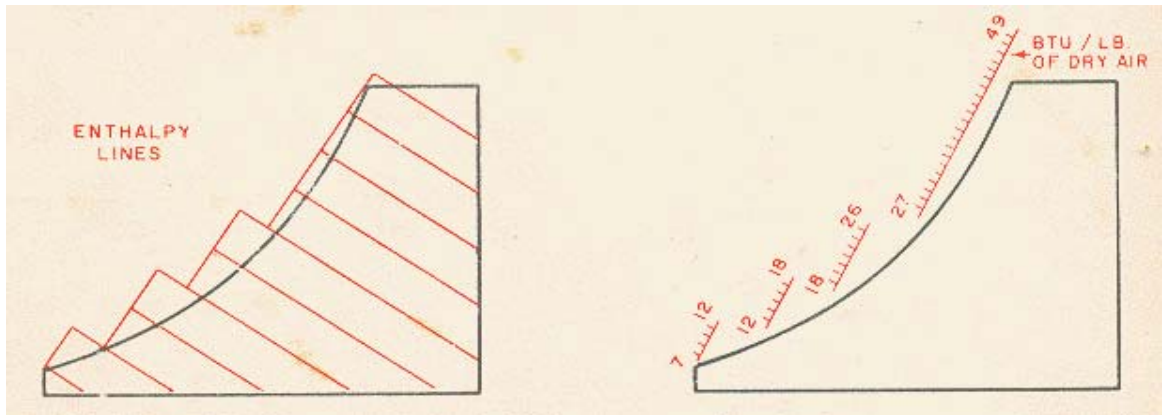
Enthalpy

Enthalpy adalah jumlah kandungan panas. Pada term psychrometrics, enthalpy didefinisikan sebagai jumlah panas di udara dan di dalam uap air yang ada di udara. Enthalpi diukur dalam notasi BTU/lb udara.

Garis enthalpy pada grafik psychrometrics adalah sama dengan garis temperatur basah (wb). Hal ini wajar sebab besarnya enthalpy sangat tergantung kepada temperatur basah (wb). Skala enthalpy ditempatkan di sepanjang garis lengkung grafik. Skala itu mulai dari 7 sampai 48 BTU pada grafik temperatur normal.

Karena enthalpy merupakan jumlah kandungan panas, maka dihubungkan dengan grafik psychrometrics untuk mengukur perubahan panas yang terjadi pada proses-proses

psychrometrics. Kita juga dapat mengukur perubahan panas baik untuk pans sensibel maupun panas laten dan atau kedua-duanya, yang artinya mencari faktor panas sensibel. Contoh-contoh berikut menunjukkan aplikasi enthalpy pada beberapa proses dasar psychrometrics.



Gambar 61

Contoh Enthalpy : Pendinginan dan Pengurangan Kandungan Uap Air

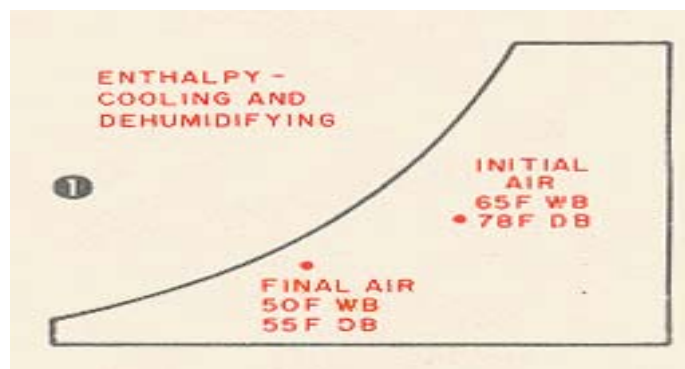
Diketahui : Temperatur awal 78F db
 Temperatur awal 65F wb
 Temperatur akhir 55F db
 Temperatur akhir 50F wb

Carilah : a. Jumlah panas yang dikeluarkan
 b. Jumlah panas laten dan kandungan uap air dikeluarkan
 c. Jumlah panas sensibel yang dikeluarkan.

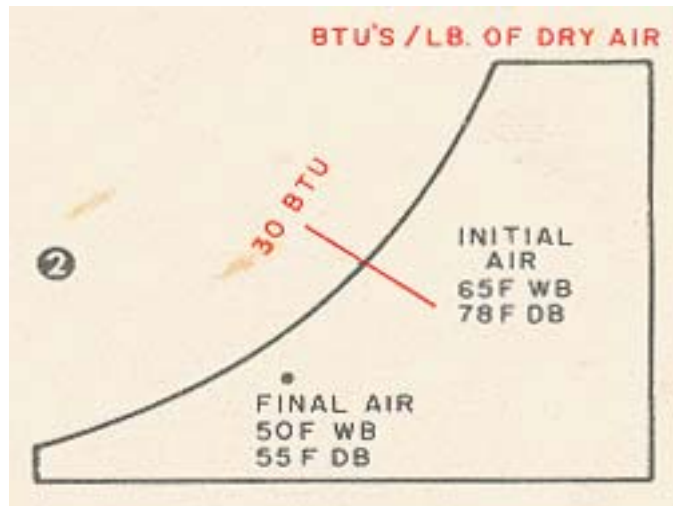
Jawab:

A. Jumlah Panas

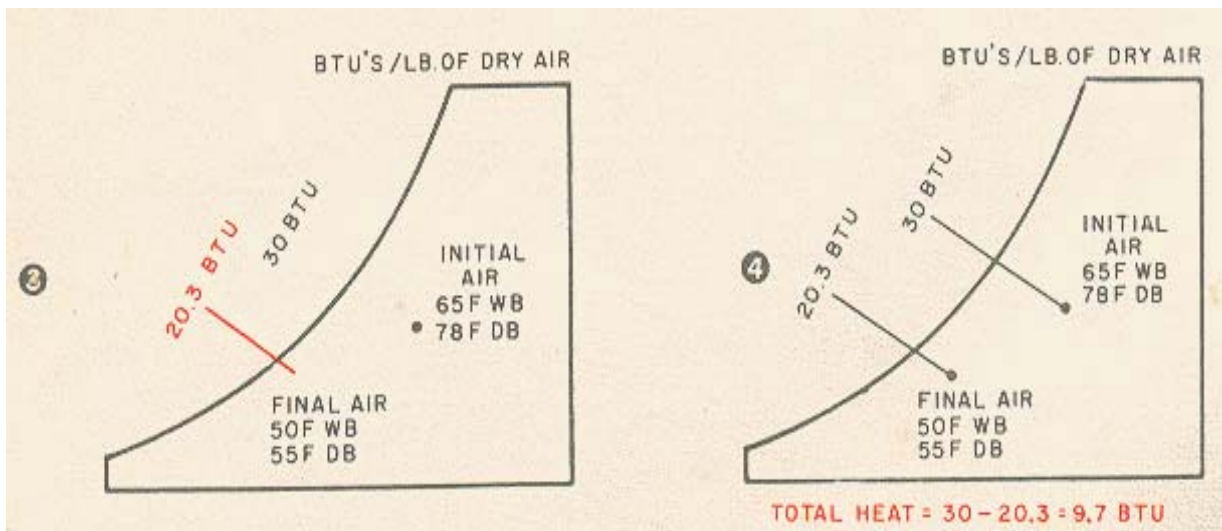
1. Plot semua kondisi awal dan akhir pada grafik psychrometrics.
2. Dari no.1 diperoleh melalui pertolongan garis temperatur basah, harga enthalpy-nya 30 BTU (kondisi awal)
3. Untuk kondisi akhir didapatkan nilai enthalpy-nya 20,3 BTU.
4. Jumlah panas yang dikeluarkan: $30 - 20,3 = 9,7$ BTU



Gambar 62 a



Gambar 62 b

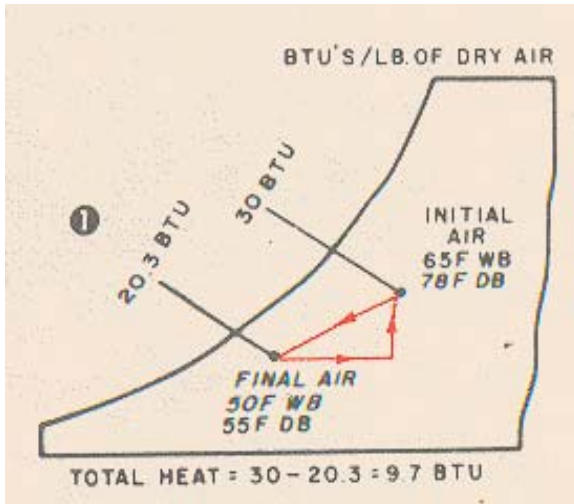


Gambar 62 c

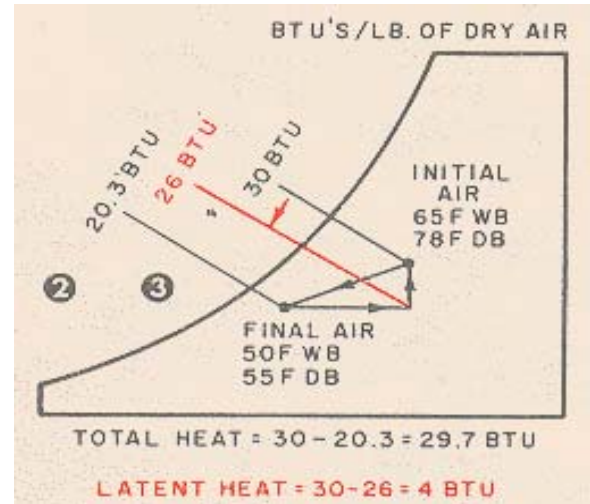
Gambar 62 d

B. Panas Laten dan Kandungan Uap Air

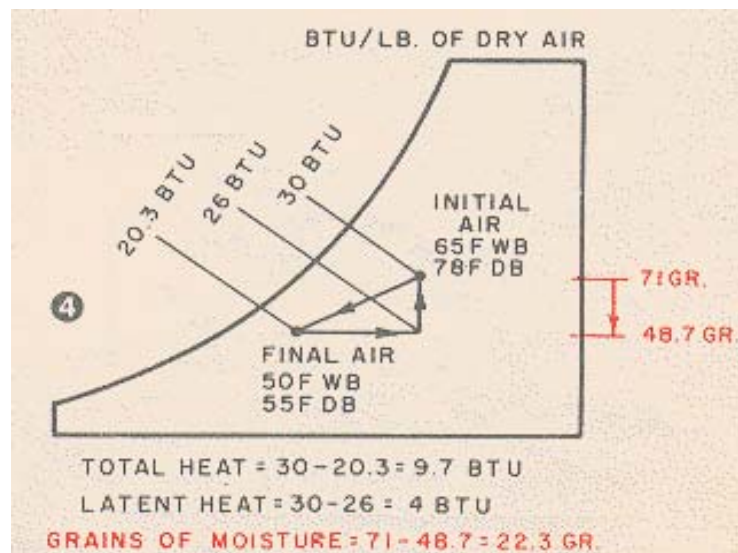
1. Telusuri garis horizontal dari titik akhir ke titik awal. Telusuri garis temperatur kering (db) ke titik awal. Telusuri secara diagonal dari titik awal ke titik akhir, sehingga membentuk segi tiga.
2. Dari titik potong garis horizontal dan vertical, dengan pertolongan garis temperatur wb, didapat enthalpy-nya 26 BTU.
3. Garis vertical dari segi tiga mewakili panas laten dan kandungan uap air. Jumlah panas laten yang harus dikeluarkan $30 - 26 = 4$ BTU/lb udara.
4. Jumlah kandungan uap air yang mesti dikeluarkan adalah sebesar $71 - 48,7 = 22,3$ gr/tetes uap air/lb udara.



Gambar 63 a



Gambar 63 b

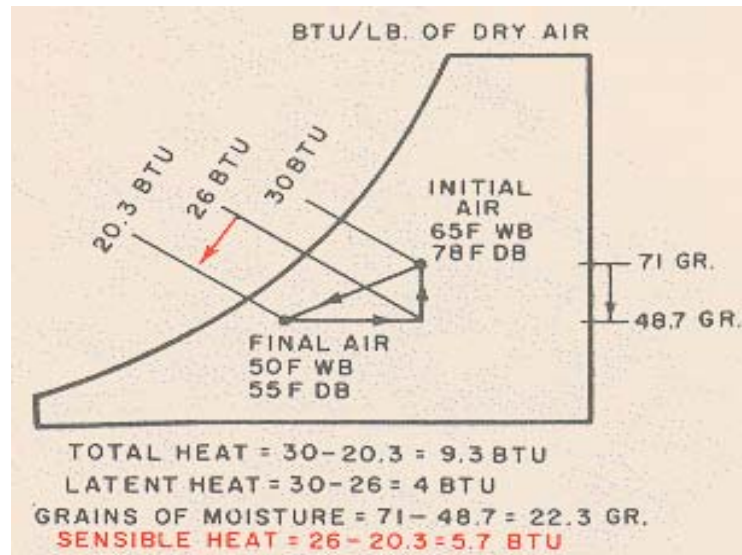


Gambar 63 c

C. Panas Sensibel

1. Perpotongan garis horizontal dan vertical dari segi tiga merupakan sebuah titik, dari titik ini didapat harga enthalpynya 26 BTU.
2. Besarnya enthalpy pada titik akhir 20,3 BTU
3. Maka panas sensibel yang mesti dibuang adalah $26 - 20,3 = 5,7$ BTU/lb udara. Jumlah panas = $30 - 20,3 = 9,3$ BTU
Panas laten = $30 - 26 = 4$ BTU
Tetes uap air = $71 - 48,7 = 22,3$ tetes
Panas sensibel = $26 - 20,3 = 5,7$ BTU

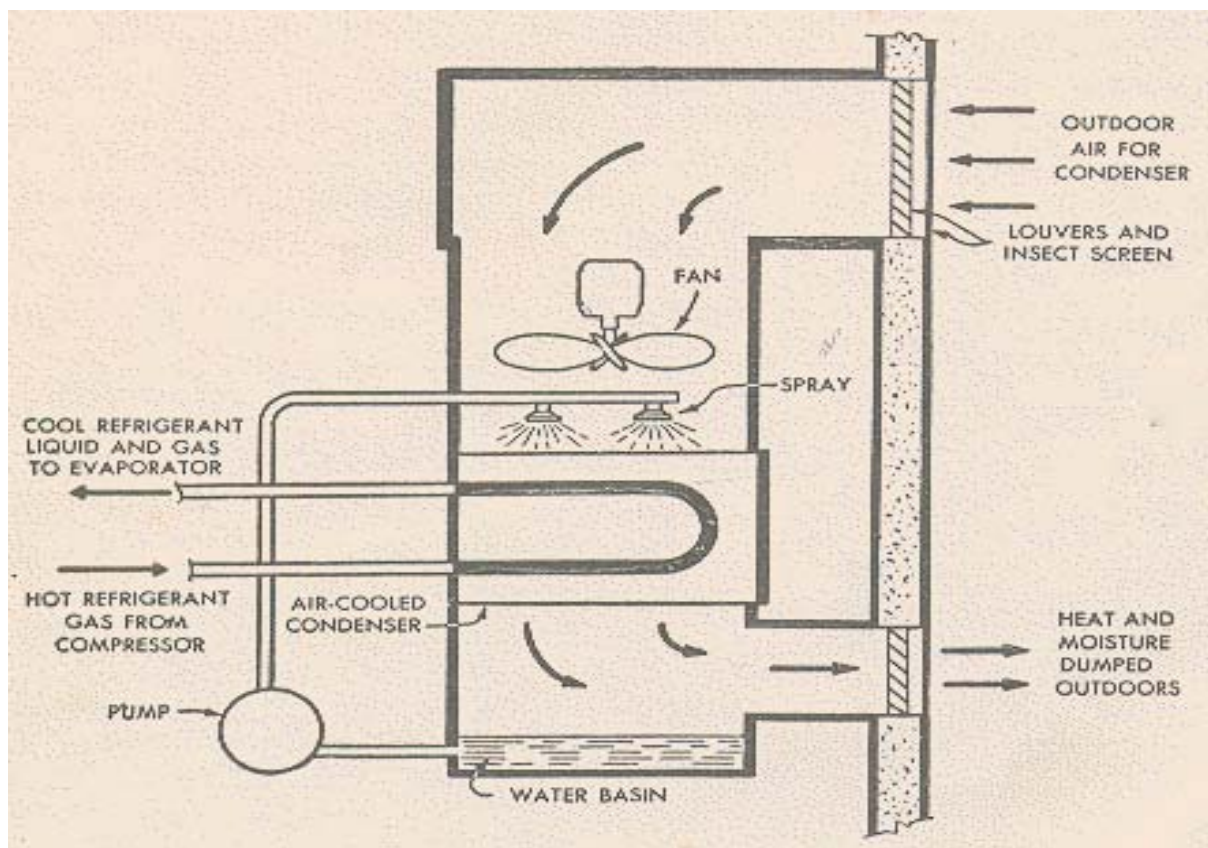
Dengan adanya enthalpy memungkinkan kita untuk mencari factor panas sensibel. Faktor panas sensibel pada contoh ini adalah perbandingan panas sensibel dengan panan total yang dibuang. $5,7 \text{ BTU} : 9,7 \text{ BTU} = 0,59$.



Gambar 64

Cara Kerja Koil yang Dilengkapi dengan Pemercik

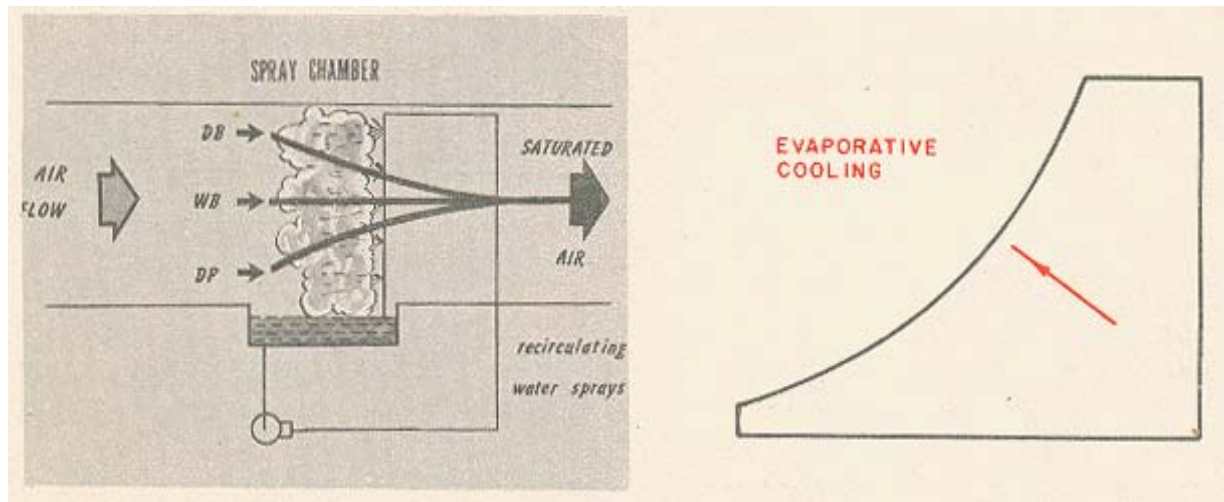
Proses-proses psychometrics yang digambarkan terdahulu meliputi pendinginan dan penambahan kandungan uap air, pendinginan dan pengurangan kandungan uap air, pemanasan dan penambahan kandungan uap air. Ke tiga proses itu akan dilakukan dengan menggunakan koil yang dilengkapi dengan alat pemercik air, koil dengan peralatannya itu akan diletakan dalam sebuah wadah.



Gambar 65 Cara Kerja Koil Yang Dilengkapi Alat Pemercik

Pendinginan dan Penambahan kandungan Uap Air

Pendinginan dan penambahan kandungan uap air dikenal juga sebagai proses pendinginan secara evaporatif. Proses itu digambarkan di grafik psychrometrics sebagai garis yang sama dengan garis temperatur basah (wb), yaitu garis diagonal ke arah kiri atas. Pada proses yang sebenarnya, percikan air akan menurunkan temperatur udara kering (db) dan menaikkan temperatur titik embun (dewpoint). Hasil akhir identify dengan temperatur kering (db) dan temperatur basah (wb) udara yang mengalir keluar meninggalkan koil.



Gambar 66 Pendinginan dan Penambahan Kandungan Uap Air

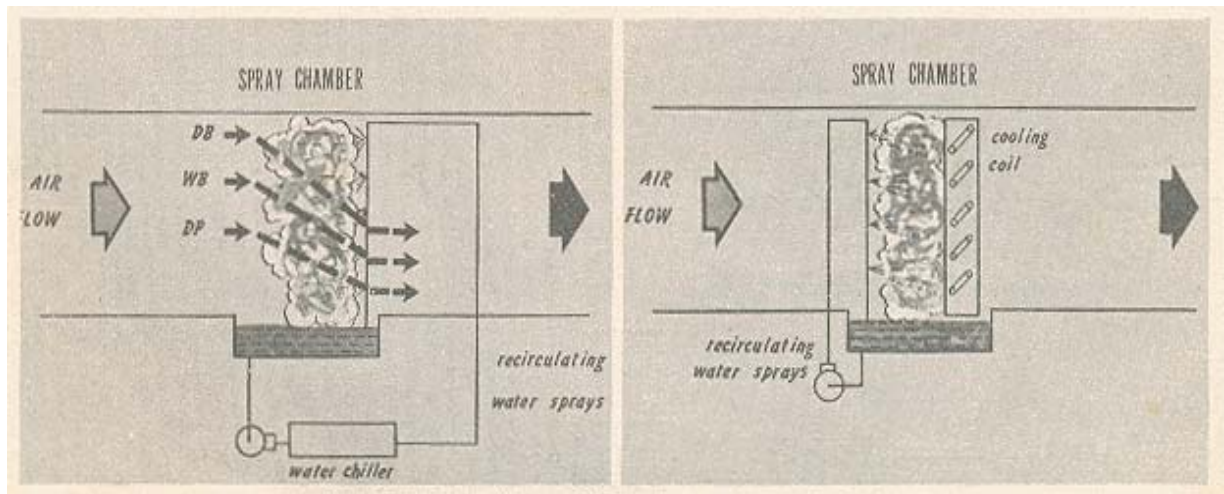
Seperti diperlihatkan pada seketsa, air dari alat pemercik disirkulasikan secara terus menerus (kontinu). Air mengeluarkan panas sensibel dan menyerahkan panas laten dalam jumlah yang sama. Jika perlengkapan pemercik air mempunyai efisiensi 100%, udara akan menjadi jenuh setelah melewati alat pemercik. Oleh karena itu tidak benar, kondisi udara meninggalkan koil berada dibawah titik jenuh.

Pendinginan dan Pengurangan kandungan Uap Air

Jika temperatur yang dipercikan berada di bawah temperatur titik embun udara masuk, air akan mengeluarkan panas dan uap air dari udara. Pada proses ini, air yang resirkulasikan digunakan lagi, tetapi sebuah alat pendingin air digunakan untuk menjaga agar temperatur air berada di bawah titik temperatur embun (dewpoint) udara. Saat udara mengalir melalui percikan air dingin, temperatur kering (db), basah (wb) dan temperatur pengembunan udara jadi jadi lebih rendah. Panas sensible dan panas laten dibuang.

Cara lain untuk pendinginan dan pengurangan kandungan uap air adalah dengan menggunakan koil pendingin yang menggunakan ruang percik. Setelah udara mengalir melalui pemercik air, udara itu akan mengalir ke koil pendingin. Percikan air mengambil

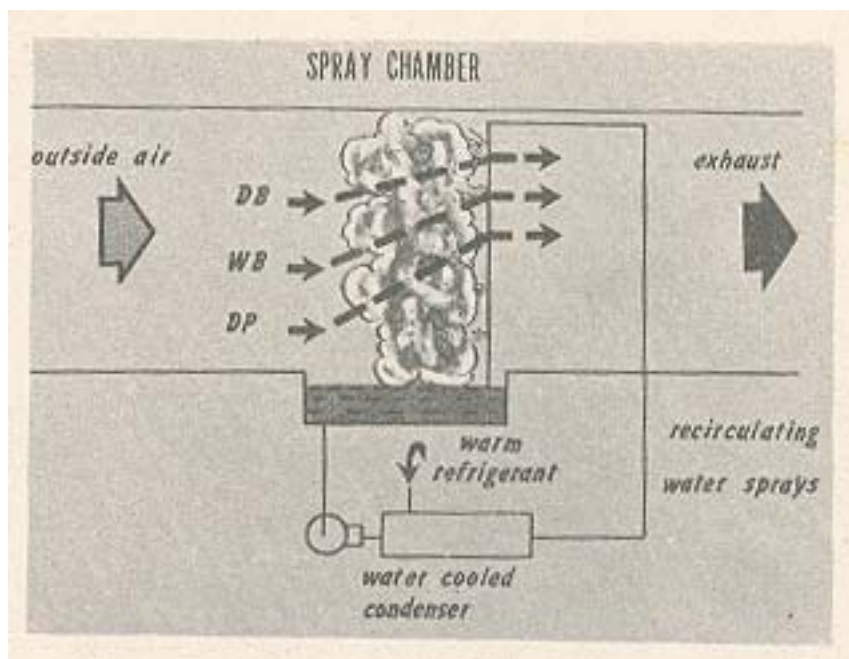
panas dari udara, koil mengambil panas dan tetes air. Cara ini menawarkan suatu kontrol yang lebih ketat terhadap kondisi udara saat meninggalkan koil.



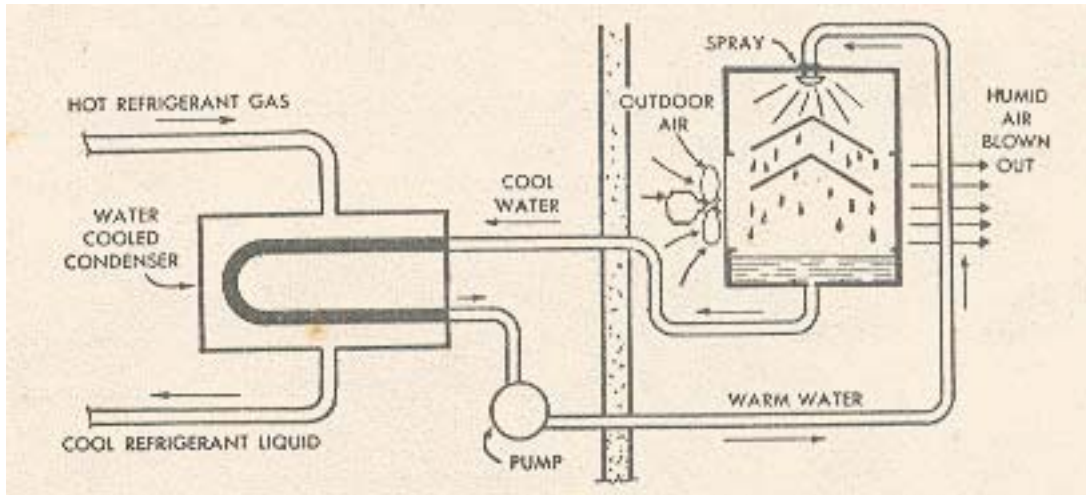
Gambar 67 Pendinginan dan Pengurangan Kandungan Uap Air

Menara Pendingin (*Cooling Tower*)

Tujuan utama dari menara pendingin (*cooling tower*) yaitu untuk membuang panas dari refrijeran melalui air yang ada di dalam kondenser. Air didalam kondenser mengambil panas dari refrijeran dan dialirkan ke menara pendingin. Disini air dipercikan ke dalam aliran udara yang sengaja dilakukan ke menara pendingin. Udara mengambil panas dari air dan dibuang ke atmosfer. Sebagian kecil air menguap, akibatnya air yang tertinggal akan menjadi dingin. Air dingin akan dialirkan kembali ke kodenser, dimana air akan mengambil panas dari refrijeran yang mengalir di dalam pipa.



Gambar 68 Menara Pendingin (*Cooling Tower*)

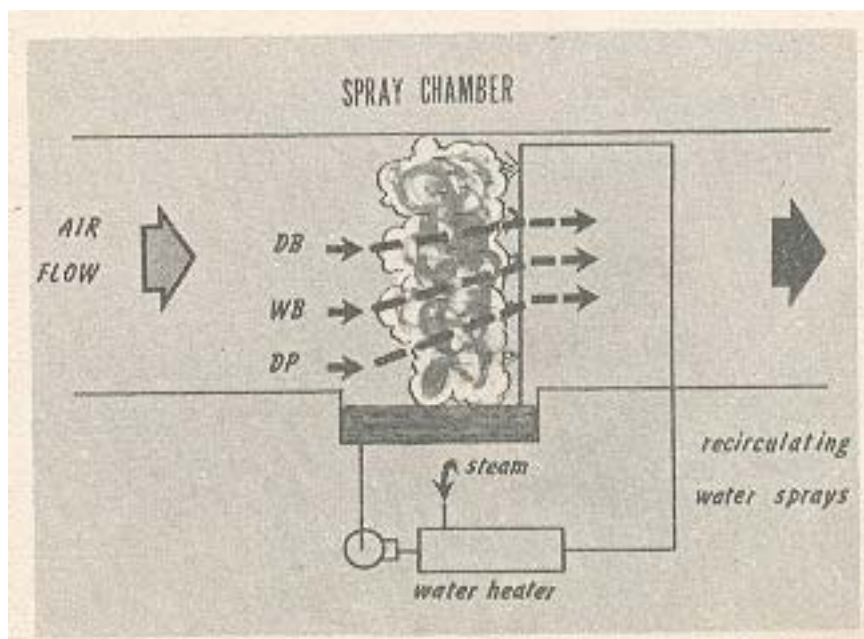


Gambar 69 Cara Kerja Menara Pendingin (Cooling Tower)

Pemanasan dan Penambahan kandungan Uap Air

Proses pemanasan dan penambahan kandungan uap air menggunakan percikan air yang diresirkulasikan, tetapi tidak menggunakan alat pendingin air (*chiller*), seperti pada proses pendinginan dan pengurangan kandungan uap air, tetapi menggunakan pemanas air (*water heater*).

Ketika percikan air melewati pemanas air, air itu mengambil panas. Air yang telah dipanaskan itu kemudian dipercikan ke dalam udara dingin. Dalam proses ini, air menyerahkan panasnya, hal itu akan menyebabkan percikan air menguap. Uap itulah yang menyebabkan bertambahnya kandungan uap air di dalam udara. Temperatur kering (db) dan temperatur basah (wb) serta titik pengembunan (*dewpoint*) udara meningkat.



Gambar 70 Pemanasan dan Penambahan Kandungan Uap Air

Kesimpulan

- Volume jenis (volume spesifik) berhubungan dengan udara dan volume ruangan yang ditempatinya, enthalpy berhubungan dengan jumlah kandungan panas di udara.
- Konsep koil yang dilengkapi dengan alat pemercik air mempunyai hubungan yang jelas dengan proses-proses psychometrics. Koil yang dilengkapi dengan pemercik air digunakan untuk pendinginan dan pengurangan kandungan uap air, pendinginan dan penambahan kandungan uap air dan pemanasan dan penambahan kandungan uap air.
- Volume jenis (volume spesifik) menyatakan besarnya volume ruangan yang ditempati oleh 1 lb udara kering (ft^3 /lb udara kering).
- Garis volume jenis pada grafik psychometrics nampak seperti garis diagonal, membentang dari bagian bawah grafik mengarah ke bagian atas. Letak beberapa garis volume jenis (volume spesifik) saling sejajar.
- Pada grafik psychometrics temperatur akan naik jika volume jenisnya juga naik.
- Volume jenis (volume spesifik) yang tinggi memerlukan daya motor penggerak yang kecil.
- Enthalpy diukur atau dinyatakan dalam BTU/lb udara.
- Garis enthalpy pada grafik psychometrics sama dengan garis temperatur basah (wb).
- Enthalpy tergantung pada temperatur basah (wb).
- Enthalpy dapat digunakan untuk mengukur perubahan panas sensibel dan panas laten pada proses-proses psychometrics .
- Enthalpy dapat digunakan untuk mencari factor panas sensibel.
- Pendinginan dan penambahan kandungan uap air merupakan proses pendinginan secara evaporatif.
- Pada proses pendinginan dan penambahan kandungan uap air, percikan air akan menurunkan temperatur kering (db) dan akan menaikkan temperatur pengembunan (dewpoint).
- Pada proses pendinginan dan pengurangan kandungan uap air, percikan air akan menurunkan temperatur kering (db), temperatur basah (wb) dan temperatur pengembunan (dewpoint).
- Menara pendingin (cooling tower) mengatur pengeluaran panas dari refrijeran melalui perantara air dalam kondenser.
- Pada proses pemanasan dan penambahan kandungan uap air menggunakan alat pemercik air untuk menambah kandungan uap air di udara. Dalam proses ini, temperatur kering (db), temperatur basah (wb) dan temperatur pengembunan (dewpoint) udara akan naik.

Tugas Unit 8

A. Lengkapilah pernyataan dibawah ini dengan mengisi bagian yang kosong (titik-titik) dengan kata atau kalimat yang tepat.

1. Enthalpy berhubungan dengan
2. Adalah besarnya volume (ft^3) yang ditempati oleh 1 lb udara kering.
3. Grafik psychrometrics memperlihatkan bahwa temperatur akan naik, kalau volume jenisnya a (volume spesifik)
4. volume jenis (volume spesifik) memerlukan daya motor yang lebih kecil.
5. Enthalpy diukur dalam
6. Enthalpy tergantung secara mutlak pada temperatur
7. Pendinginan dan penambahan kandungan uap air merupakan proses
8. Pada proses pendinginan dan penambahan kandungan uap air, percikan air Temperatur kering (db) dan temperatur pengembunan (dewpoint).
9. Pada proses pendinginan dan pengurangan kandungan uap air, percikan air dingin akan menurunkan dan
10. Pada proses pemanasan dan penambahan kandungan uap air,, dan udara akan naik.

B. Jawablah pertanyaan di bawah ini dan tiap soal dilengkapi dengan grafik.

1. Temperatur udara luar 40F db dan 60 % RH dipanaskan sampai 90F db. Tidak menggunakan alat pemercik air (alat penambah kandungan uap air).
Carilah: a. Kandungan uap air yang harus ditangani.
b. Panas yang ditambahkan untuk tiap lb udara.
2. Menggunakan kondisi yang sama dengan soal no1, tetapi menggunakan alat pemercik air untuk mempertahankan agar kandungan uap air tetap (RH) 50%. Carilah :
a. Panas yang ditambahkan untuk tiap lb udara.
b. Jumlah uap air yang harus ditambahkan untuk tiap lb udara