

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

Dehumidifier artinya adalah alat untuk mengurangi kelembaban udara melalui proses dehumidifikasi. Dehumidifikasi merupakan suatu metode penurunan kadar air bahan baku untuk tujuan pengawetan produk dari pertumbuhan mikroba dan reaksi yang menyebabkan penurunan kualitas produk. Pengeringan akan mengurangi massa dan volume produk sehingga memudahkan proses selanjutnya seperti transportasi dan penyimpanan (Singh & Heldman 2001). Penggunaan dehumidifier banyak ditemui pada bidang farmasi bisa digunakan untuk memproses stok obat-obatan, sterilisasi peralatan-peralatan di rumah sakit yang sensitive terhadap kelembaban, dan pengatur tingkat kelembaban pada area produksi. Pada bidang percetakan untuk melindungi plat-plat dan mesin pencetak sehingga menjaga konsistensi dan kualitas plat cetakan. Pada makanan digunakan sebagai proses pengeringan bahan makanan yang biasanya bertujuan untuk pengawetan atau proses sterilisasi produk makanan. Pada bidang pertanian dehumidifier juga digunakan untuk proses pengeringan produk pertanian seperti tembakau yang membutuhkan produk yang kering.

Pembuatan atau perancangan desain dehumidifier berbasis sistem refrigerasi kompresi uap akan dilakukan pengamatan terhadap setiap variable (baik masuk atau keluar) agar mengetahui beda nilai kelembaban sebelum dan sesudah melewati sistem. Beban kalor yang menyebabkan kenaikan suhu udara disebut beban kalor sensibel, sedangkan yang berakibat terjadinya kenaikan kelembaban disebut beban kalor laten.

Dalam desain dehumidifier berbasis sistem refrigerasi kompresi uap ini, perubahan variabel dilakukan dengan menggunakan merubah arus masukan kipas yang akan mempengaruhi besarnya putaran dari impeller kipas, dengan menggunakan alat bernama

dimmer sebagai kontrol arusnya. Nilai kelembaban udara dapat diketahui dengan mengamati hygrometer yang sudah terpasang disetiap titik yang diamati.

2.2 Parameter Dehumidifier

Menurut Brooker et al. (1974), beberapa parameter yang mempengaruhi lama waktu yang dibutuhkan pada proses dehumidifikasi antara lain:

a. Suhu udara pengeringan

Suhu udara pengeringan akan mempengaruhi laju penguapan air bahan dan mutu pengeringan. Semakin tinggi suhu maka panas yang digunakan untuk penguapan air akan meningkat sehingga waktu pengeringan akan menjadi lebih singkat. Agar bahan yang dikeringakan tidak sampai rusak, suhu harus dikontrol terus-menerus.

b. Kelembaban relative (RH) udara pengering

Kelembaban relative menentukan kemampuan udara pengering untuk menampung kadar air bahan yang telah diuapkan. Jika RH semakin rendah maka semakin banyak uap air yang diserap udara pengering, demikian juga sebaliknya RH dan suhu pengering akan menentukan tekanan uap jenuh. Perbedaan tekanan uap air pada udara pengering dan permukaan bahan akan mempengaruhi laju pengering. Untuk proses pengering yang baik diperlukan RH yang rendah sesuai dengan kondisi bahan yang dikeringkan. Sedangkan untuk Kelembaban relatif (RH), Dapat dirumuskan dengan persamaan (Brooker et al,1974):

$$RH = \frac{P_v}{P_{vs}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

RH = Kelembaban relatif (%)

P_v = Tekanan uap parsial (kPa)

P_{vs} = Tekanan uap jenuh (kPa)

c. Kecepatan aliran udara pengering

Aliran udara pada proses pengeringan berfungsi membawa panas untuk menguapkan kadar air bahan serta mengeluarkan uap air hasil penguapan tersebut. Uap air hasil penguapan bahan dengan panas harus segera dikeluarkan agar tidak membuat jenuh udara pada permukaan bahan, yang akan mengganggu proses pengeringan, semakain besar volume udara yang mengalir maka akan semakin besar kemampuannya dalam membawa dan menampung air dari permukaan bahan.

d. Kelembaban Spesifik

Kelembaban spesifik atau ratio kelembaban (w), dinyatakan dalam besaran masa uap air yang terkandung di udara per satuan masa udara kering yang diukur dalam gram per kilogram dari udara kering (gr/kg) atau kg/kg . Pada tekanan barometer tertentu, kelembaban spesifik merupakan fungsi dari suhu titik embun. Tetapi karena penurunan tekanan barometer menyebabkan volume per satuan masa udara naik, maka kenaikan tekanan barometer akan menyebabkan kelembaban spesifik menjadi turun. Hal ini dinyatakan dengan persamaan (Stoecker, 1992) :

$$W = 0,622 \left(\frac{P_v}{P_t - P_v} \right) = 0,62 \left(\frac{P_v}{P_a} \right) \dots\dots\dots(2.2)$$

e. Kalor

kalor adalah energi yang diterima suatu benda, yang dapat menyebabkan suhu atau wujud benda berubah. Kalor merupakan suatu bentuk energi yang dapat dipindahkan, tetapi tidak dapat dihilangkan. British Thermal Unit (BTU) adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk memanaskan atau mendinginkan 1 pound air sampai suhunya naik atau turun 1 derajat F dinamakan 1 BTU.

$$BTU = 0,252 \text{ KCal} = 1,055 \text{ K J} = 1055 \text{ Joule}$$

2.3 Proses - Proses Dehumidifier

2.3.1 Dasar – Dasar Diagram Psikometrik

Berikut ini menjelaskan parameter udara pada diagram psikometrik yang digunakan untuk keperluan perancangan dehumidifier. Diagram yang digunakan sebagai acuan adalah diagram psikometrik dengan mengacu pada kondisi atmosfer normal. (Syamsuri Hasan, 2008)

a.) Dry-bulb temperature (DBT)

Dry-bulb temperature DB adalah suhu udara ruang yang diperoleh melalui pengukuran dengan Sling Psikrometer pada thermometer dengan bulb kering. Suhu DB diplotkan sebagai garis vertikal yang berawal dari garis sumbu mendatar yang terletak di bagian bawah diagram. Suhu DB ini merupakan ukuran panas sensibel. Perubahan suhu DB menunjukkan adanya perubahan panas sensibel.

b.) Wet-bulb temperature (WBT)

WBT adalah suhu udara ruang yang diperoleh melalui pengukuran dengan Sling Psikrometer pada thermometer dengan bulb basah. Suhu WB diplotkan sebagai garis miring ke bawah yang berawal dari garis saturasi yang terletak di bagian samping kanan chart. Suhu WB ini merupakan ukuran panas total (enthalpi). Perubahan suhu WB menunjukkan adanya perubahan panas total.

c.) Relative Humidity (% RH)

merupakan perbandingan jumlah aktual dan jumlah maksimal (saturasi) dari uap air yang ada pada suatu ruang atau lokasi tertentu. 100% RH berarti saturasi dan diplotkan menurut garis saturasi. Untuk ukuran yang lebih kecil diplotkan sesuai arah garis saturasi dan dapat dinyatakan dalam Persamaan (2.1)

d.) Ratio Humidity (w)

Specific humidity adalah jumlah kandungan uap air di udara yang diukur dalam satuan grains per pound udara. (7000 grains = 1 pound) dan diplotkan pada garis sumbu vertikal yang

ada di bagian samping kanan chart. Ratio humidity dapat dinyatakan dalam rumus sebagai Persamaan (2.2).

e.) Entalphy (h)

Adalah jumlah panas total dari campuran udara dan uap air di atas titik 0, dinyatakan dalam satuan kj/kg. harga entalpi dapat diperoleh sepanjang skala diatas garis saturasi. Entalpi dapat dinyatakan dalam rumus (Stoecker, 1992) sebagai berikut :

$$h = h_a + Wh_g$$

$$h = C_p T + Wh_g$$

$$h = 1.005 T + Wh_g \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

h = Entalpi (kJ/kg udara kering)

C_p = Kalor spesifik kering pada tekanan konstan = 1,005 kJ/kg

T = Suhu campuran udara – uap (K)

h_g = Entalpi uap air (*steam*) jenuh pada suhu campuran udara–uap (kJ/kg)

f.) Specific Volume (SpV)

Volume spesifik adalah kebalikan dari berat jenis yang dinyatakan dalam m³/kg. garis skalanya sama dengan garis skala bola basah. SpV dapat dinyatakan dalam rumus (Stoecker, 1992) sebagai berikut :

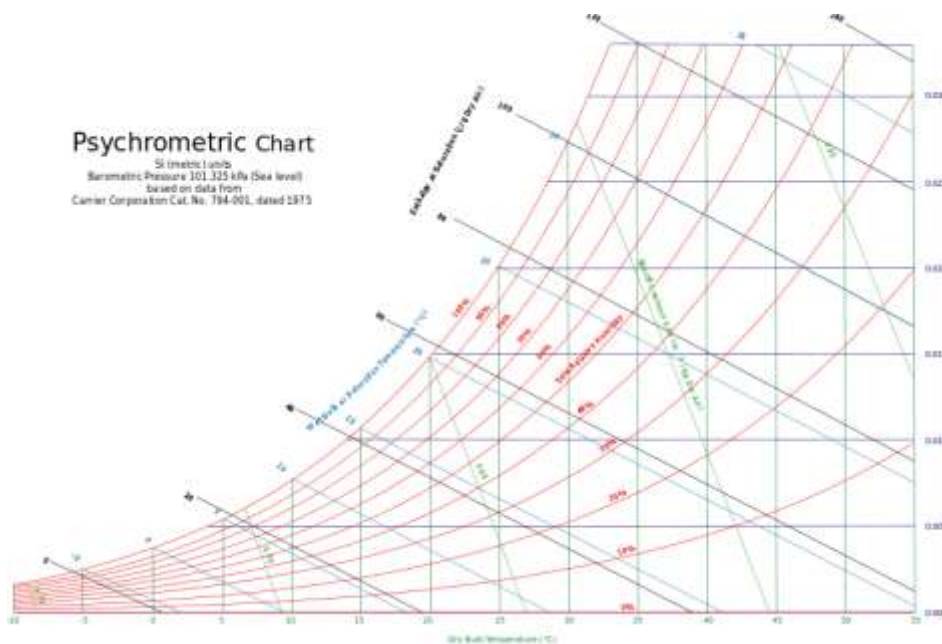
$$v = \left(\frac{R_a.T}{P_t - P_v} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

g.) Dew Point Temperature (DPT)

Suhu DP adalah suhu dimana udara mulai menunjukkan aksi pengembunan ketika didinginkan. Suhu DP ditandai sebagai titik sepanjang garis saturasi pada udara ruang mengalami saturasi atau jenuh maka besarnya suhu DB sama dengan suhu WB demikian pula suhu DP. Suhu DP merupakan ukuran dari panas laten yang diberikan oleh sistem. Adanya perubahan suhu DP menunjukkan adanya perubahan panas laten atau adanya perubahan

kandungan uap air di udara dan dapat dinyatakan dalam rumus (Stoecker, 1992) sebagai berikut:

$$DPT = \left(\frac{4030(DBT+235)}{4030 - (DBT+235)\ln(RH)} \right) \dots\dots\dots(2.5)$$



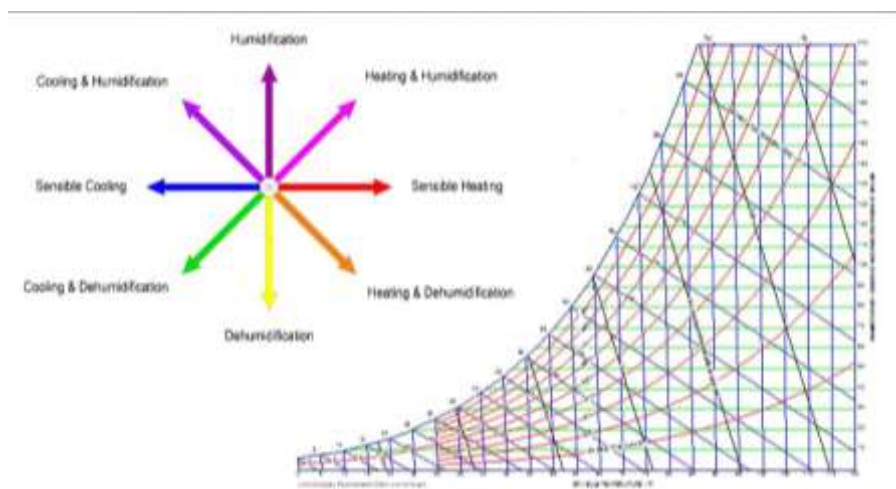
Gambar 2.1 Grafik Psikometrik

2.3.2 Proses Psikometrik

Di dalam penerapan pengkondisi udara di industri-industri, proses psikometrik adalah perubahan sifat psikometrik udara agar memperoleh nilai suhu dan kelembaban yang

dimaksudkan disuatu tempat, sebagian besar dari proses psikometrik udara adalah humidifikasi, dehumidifikasi udara, pencampuran udara, serta kombinasi dari berbagai proses.

Penggambaran dan pengamatan sifat-sifat proses psikometrik dengan menggunakan diagram psikrometrik akan lebih mudah dalam penggunaannya. Berikut ini adalah proses proses yang dapat terjadi didalam diagram psikometrik yang biasa disebut proses psikometrik.



Gambar 2.2 Proses Psikometrik

Terdapat beberapa proses yaitu humidifikasi, pemanasan dan humidifikasi, pemanasan sensible, pemanasan dan dehumidifikasi, dehumidifikasi, pendinginan dan dehumidifikasi, pendinginan sensible, pendinginan dan humidifikasi.

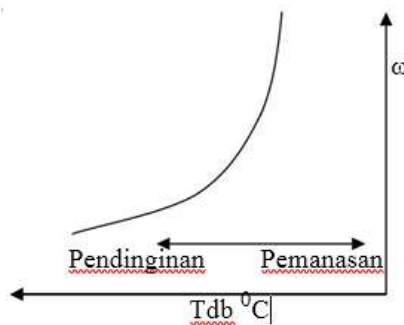
Alat dehumidifier memiliki proses psikometrik pada pendinginan dan dehumidifikasi, merupakan kombinasi dari pendinginan sensible dan dehumidifikasi.

1. Pemanasan dan Pendinginan Sensibel

Pemanasan sensibel terjadi pada kondensor. Pemanasan sensibel terjadi apabila udara melintasi permukaan pemanas yang kering dimana temperaturnya di atas temperatur bola kering udara. Pada saat melintasi koil, udara akan menyerap kalor (*sensible*) dari permukaan yang lebih panas, sehingga temperaturnya naik mendekati temperatur pemanas. Karena tidak

ada uap air yang ditambahkan atau diambil dari udara maka kelembaban spesifik, titik embun dan kalor laten dari udara tidak berubah.

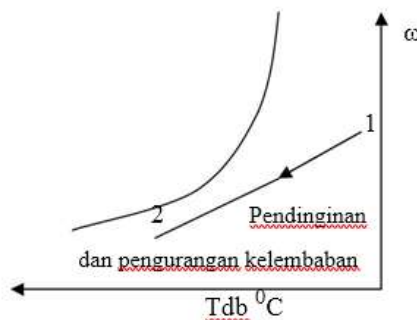
Proses pendinginan sensibel terjadi apabila udara melintasi koil pendingin, dimana temperatur koilnya dibawah temperatur bola kering udara tetapi masih di atas titik embun udara yang melintasinya. Pada pendinginan sensibel juga tidak ada perubahan kandungan uap air. Dengan demikian perubahan kalor total udara sama dengan perubahan kalor sensibel udara.



Gambar 2.3 Proses Pemanasan dan Pendinginan sensible (Stoecker, 1992 : 48)

2. Pendinginan Dengan Penurunan Kelembaban

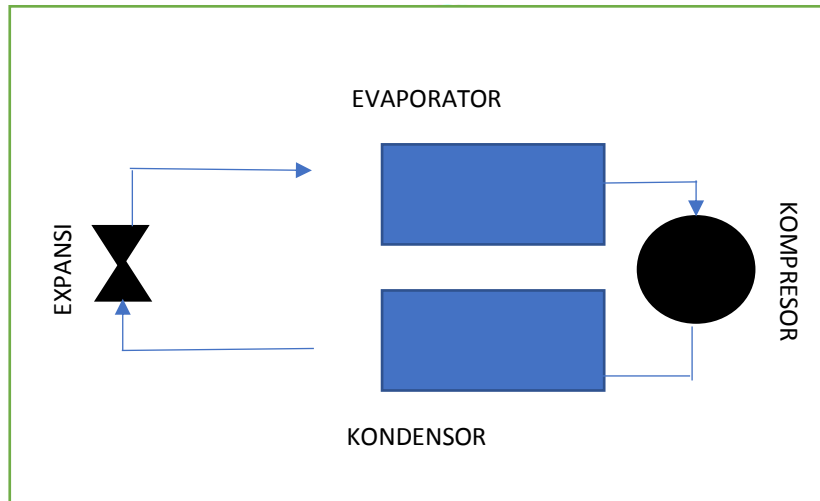
Proses pendinginan udara yang disertai dengan penurunan kelembaban terjadi apabila udara melintasi permukaan koil pendingin yang temperaturnya dibawah temperatur titik embun udara yang masuk.



Gambar 2.4 Proses pendinginan dan penurunan kelembaban (dehumidifikasi) (Stoecker, 1992 : 49)

2.4 Kinerja Dehumidifier

Gambar di bawah ini menunjukkan terjadinya proses dehumidifier dimana proses tersebut melalui proses cooling and dehumidifying dari udara sekitar menjadi udara dingin kemudian dipanaskan hingga mencapai temperatur yang diinginkan.



Gambar 2.5 Skema Dehumidifier

Dari udara bebas akan dialirkan ke evaporator agar didinginkan sehingga kandungan uap airnya akan mengembun dan yang keluar dari evaporator adalah udara kering. Setelah itu masuk ke kondensator untuk menyerap kalor yang dikeluarkan kondensator, heater tambahan akan dipergunakan bila temperatur udara dari kondensator masih terlalu rendah. Udara yang masuk evaporator adalah udara yang lembab dengan $RH \pm 60\%$ dan temperaturnya diatur antara 25-35°C.

Sedangkan pada siklus refrigerant cair masuk ke evaporator untuk menyerap kalor dari udara sehingga fasenya akan berubah dari cair menjadi uap, kemudian masuk kompresor untuk dinaikkan tekanannya. Setelah itu masuk ke kondensator agar fasenya berubah menjadi cair, di katup ekspansi tekanan refrigerant cair akan diturunkan.

Peralatan pengering yang digunakan pada penelitian terdahulu tidak menggunakan panas dari kondensator sebagai heaternya, sehingga membutuhkan heater tambahan yang

digunakan untuk menaikkan temperatur udara keluar, namun hal ini menyebabkan konsumsi listrik makin besar.