



PENGGUNAAN PANAS KONDENSOR PADA DEHUMIDIFIER SEBAGAI UPAYA PENGHEMATAN LISTRIK

Windy Hermawan Mitrakusuma

Jurusan Teknik Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds Ciwaruga, Bandung, Telp dan Fax (022) 2013789 dan 2013788

E-mail : akang.windyhym@gmail.com

Abstrak

Saat ini, alat pengering udara, atau dikenal dengan dehumidifier, lebih banyak menggunakan pemanas tambahan. Hal ini akan meningkatkan daya listrik terpakai. Pada sistem dehumidifier, pemanas digunakan untuk meningkatkan temperatur udara yang dicatu ke dalam ruangan. Pada saat yang sama dehumidifier menggunakan sistem refrigerasi kompresi uap, untuk mengembunkan uap air yang dikandung oleh udara yang melewatinya. Pemanfaatan panas kondensor sistem dehumidifier, tentulah akan mengirit penggunaan energi listrik. Dalam kajian ini akan dikemukakan penggunaan koil kondensor tambahan pada saluran udara dehumidifier, sehingga penghematan listrik dapat diperoleh. Menempatkan koil kondensor tambahan pada saluran udara dehumidifier akan berpengaruh terhadap kinerja sistem. Oleh karenanya pada makalah ini dikemukakan akibat dari penggunaan pemanas dari kondensor terhadap konsumsi. Pengujian dilakukan pada ruangan tertutup dengan kondisi RH diatas 75% dengan mengamati penggunaan pemanas listrik serta penggunaan koil kondensor sebagai pemanas udara. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan didapat bahwa sistem yang menggunakan kondensor sebagai koil pemanasnya dapat menurunkan RH dari 87% hingga 77% dan konsumsi daya adalah 0.25 kW sedangkan jika menggunakan heater dapat menurunkan RH dari 79% hingga 50% dan konsumsi daya adalah 0.37 kW.

Kata kunci.: dehumidifier, Koil Pemanas, penghematan daya

ABSTRACT

Currently, air dryers, known as dehumidifier, manly use an additional heating by electric heater. This will increase the electrical power used. In the dehumidifier, heater is used to raise up the air

temperature feed/supplied into the room. Mean while, at the same time, dehumidifier using vapor compression refrigeration system to condense water vapor in the air which passing through it. Dehumidifier which is using condenser heat recovery systems, will certainly save electrical energy used. This study will observe the use of additional condenser coils on the dehumidifier air duct, so the electricity savings can be obtained. Placing additional condenser coil on the airways dehumidifier will affect system performance. Therefore in this paper presented a result of heating from condenser for dehumidifier application. The tests conducted in a closed room with over 75% RH condition by comparing the use of electric heaters and the use of condenser coil for heating the air. Based on the observation that it can be that the system uses as a condenser coil heater can reduce the RH from 87% to 77% and power consumption is 0,25 kW whereas if you use the heater to lower the RH from 79% to 50% the power consumption is 0,37 kW.

Key Words : dehumidifier, Heating Coil, energy efficiency

1. PENDAHULUAN

Dehumidifier adalah suatu alat atau sistem yang berfungsi untuk mengurangi kadar uap air di udara dalam ruangan.[1] Mesin ini menggunakan sistem pendingin sebagai alat untuk mengkondensasikan uap air dalam udara. Dengan memanfaatkan evaporator yang temperaturnya lebih rendah dari titik embun udara, uap air dalam udara akan mengembun di sekitar dinding evaporator. Udara yang melewati evaporator, akan mengalami penurunan temperatur, sehingga diperlukan pemanas untuk mengembalikan udara ke temperatur udara sebelumnya. Untuk keperluan tersebut biasa digunakan pemanas listrik.



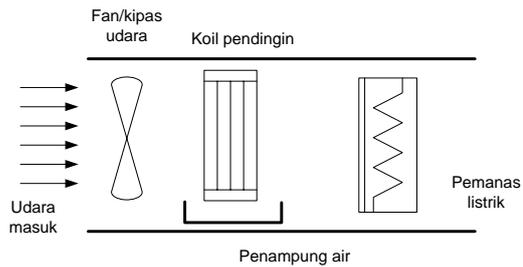
Di sisi lain, penggunaan kondensator pada sistem refrigerasi sebagai mesin pemanas juga banyak digunakan antara lain untuk mengeringkan produk, memanaskan ruangan atau memanaskan air.[2] Demikian pula pemanfaatan kondensator dalam unit-unit retail telah diteliti.[3]

Dengan kedua ide tersebut, maka pada penelitian yang dilakukan, kondensator digunakan sebagai pemanas ulang (reheater) udara sebelum dikembalikan ke dalam ruangan. Pada tulisan ini akan dikemukakan kajian penggunaan kondensator sebagai reheater udara, pada mesin dehumidifier.

2. METODOLOGI

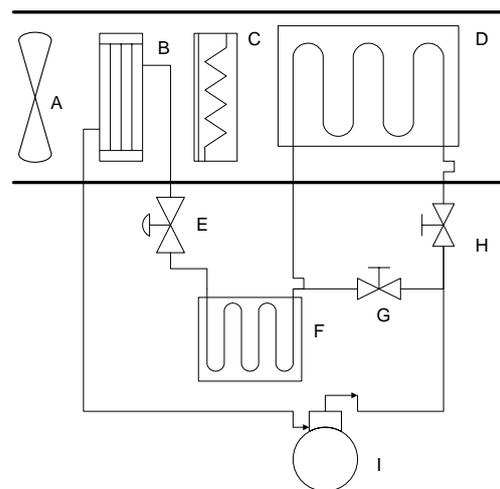
Seperti diketahui umum, sistem pendingin kompresi uap merupakan mesin yang paling banyak digunakan dalam alat-alat pendingin.[4,5,6] Sistem ini secara prinsip bekerja berdasarkan perubahan tekanan kerja fluida, sehingga dapat berubah-ubah temperatur saturasinya. Komponen utama sistem adalah kompresor, kondensator, alat ekspansi dan evaporator. Di kompresor refrigeran akan mengalami penekanan sehingga tekanannya naik. Menyebabkan temperatur saturasi refrigeran naik. Saat refrigeran melewati kondensator, refrigeran yang bertekanan dan bertemperatur tinggi akan mengalami pelepasan kalor, dan menyebabkan refrigeran berubah fasa. Saat ini sejumlah kalor akan dilepaskan ke lingkungan kondensator. Panas inilah yang akan digunakan untuk memanaskan udara, yang melewati kondensator. Setelah refrigeran mengalami perubahan fasa menjadi cairan, refrigeran melewati alat ekspansi, dan mengalami penurunan tekanan. Akibat tekanannya turun, maka temperatur saturasi refrigeran juga turun, akibatnya saat melewati evaporator, refrigeran dalam keadaan dingin. Refrigeran yang bertemperatur rendah ini akan menarik panas dari lingkungan evaporator, sehingga fasa refrigeran akan berubah menjadi gas, dan kembali ke kompresor untuk dinaikan lagi tekanannya.

Udara ruangan yang hendak diturunkan kelembabannya, dilewatkan secara berulang-ulang ke dalam dehumidifier. Dalam perjalanannya udara yang lewat akan mengalami pengembunan dan menempel pada koil. Prinsip ini ditunjukkan pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Prinsip Dehumidifier

Pengembunan pada koil pendingin, menyebabkan udara mengalami penurunan kadar air. Air yang terembun ditampung pada penampungan, yang kemudian akan dibuang. Udara dingin, sebelum dikeluarkan, udara akan mengalami pemanasan. Pada desain yang diajukan, sumber panas yang digunakan diperoleh dari kalor hasil pembuangan di kondensator. Prinsip ini telah diulas dalam beberapa literatur [6,7,8]. Pada pengujian yang dilakukan, dehumidifier didesain sedemikian rupa sehingga dapat dibandingkan antara penggunaan pemanas listrik dan penggunaan kondensator. Rancangan pengujian tersebut, ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Perancangan Pengujian

Bila pemanas listrik (C) dijalankan, katup (G) dibuka dan katup (H) ditutup. Bila pengamatan dilakukan dengan menggunakan kondensator, maka catu daya ke pemanas listrik diputuskan, dan katup (H) dibuka, sedangkan katup (G) ditutup. Kemudian diamati penggunaan daya dan kinerja sistem. Pengujian dilakukan dengan beberapa variasi yaitu: (1) Sistem hanya menggunakan kondensator sebagai pemanas, (2) Sistem hanya menggunakan pemanas listrik (heater), (3) Sistem menggunakan baik pemanas kondensator maupun pemanas listrik. Kemudian diamati penggunaan listrik serta kinerja yang lainnya seperti pencapaian RH, COP sistem.

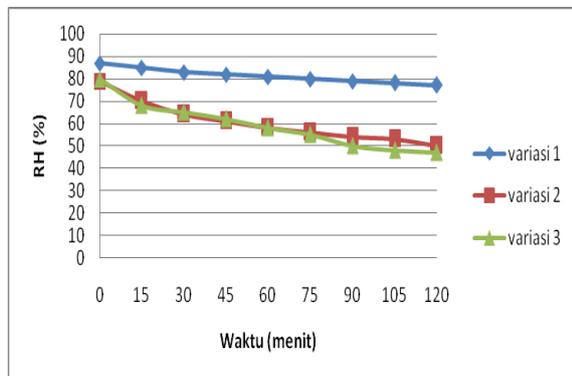


3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kriteria yang telah disebutkan diatas, pengamatan konsumsi listrik dapat ditunjukkan seperti pada tabel 1. Dari tabel tersebut, nampak bahwa penggunaan daya listrik pada dehumidifier dengan menggunakan koil pemanas cukup rendah dibandingkan dengan lainnya. Hal ini disebabkan karena listrik hanya digunakan oleh sistem pendingin saja. Penggunaan listrik terbesar adalah pada variasi 2 yang mana sistem pendingin bekerja hanya untuk mendinginkan saja, tanpa kondensornya dimanfaatkan, sehingga pemanasan udara hanya dilakukan oleh heater. Penggunaan daya listrik pada variasi 3 relatif lebih kecil dibandingkan dengan variasi 2, hal ini dikarenakan koil pemanas kondensor membantu proses pemanasan udara, sehingga daya yang dipakai oleh heater lebih kecil dibandingkan pada variasi 2.

Tabel 1. Penggunaan Arus dan Konsumsi Daya

Arus	Satuan	Var. 1	Var. 2	Var. 3
Fan	Watt	4	4	4
Kompresor	Watt	246	246	246
Heater	Watt		134	122
Daya Total	Watt	251	385	372



Gambar 3. Penurunan RH pada tiap Variasi

Melihat hal tersebut, perlu dilihat pencapaian RH pada ruangan, pada gambar 3 berikut, ditunjukkan perbandingan pencapaian RH untuk ketiga variasi yang dicobakan. Pada variasi 1 penurunan RH tidak terlalu signifikan, cenderung penurunan RH yang diinginkan tidak tercapai. Hal ini dikarenakan sirip kondensor dan evaporator yang terdapat di dalam saluran kurang rapat, yang berakibat kondensor dalam kabin sulit melepas kalor ke ruangan. Selain itu juga karena hanya pada sistem ini hanya digunakan satu kondensor saja. Penurunan RH ruangan berkisar 10% dari 87% hingga 77%. Pada variasi 2 yaitu menggunakan heater dan juga

kondensor yang berada luar saluran udara penurunan RH cukup besar. Hal ini karena pada sistem tersebut proses pemanasan sensibel dilakukan oleh heater. Penurunan RH ruangan sebesar 29% dari 79%RH menjadi hingga 50%RH. Pada variasi 3 yaitu menggunakan heater dan dibantu dengan kondensor penunjang, RH di dalam ruangan menjadi turun dan penurunannya lebih besar lagi dibandingkan pada variasi 2. Hal ini dapat dimaklumi karena selain menggunakan kondensor, pemanasan udara dilakukan juga oleh heater, sehingga udara mengalami 2 kali proses pemanasan sensibel dan menyebabkan RH-nya turun cukup jauh dibandingkan dengan variasi lainnya. Dari penjelasan tersebut, nampak bahwa penggunaan heater cukup dominan dalam sistem dehumidifier.

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan diperoleh bahwa kalor (pemanasa udara) yang tersedia pada setiap variasi juga berbeda. Pada tabel 2 ditunjukkan potensi kalor yang diperoleh dari menit ke menit pengamatan. Dari tabel tersebut, ternyata bahwa kalor yang dihasilkan pada percobaan variasi 3 lebih banyak dibandingkan dengan kalor yang dihasilkan pada variasi lainnya. Pada tabel tersebut nampak pula bahwa potensi panas heater (pada variasi 2) cukup kecil, walaupun demikian dalam penurunan RH yang berperan penting adalah koil evaporator, dimana terjadi penurunan kadar uap air dalam udara akibat kondensasi di evaporator.

Tabel 2. kapasitas Panas yang dihasilkan

Menit ke	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Koil pemanas kW
	Koil pemanas kW	Heater kW	Heater kW	
15	0.13	0.09	0.29	0.09
30	0.18	0.09	0.16	0.14
45	0.16	0.11	0.11	0.18
60	0.19	0.11	0.13	0.19
75	0.23	0.11	0.13	0.16
90	0.15	0.13	0.3	0.2
105	0.22	0.1	0.11	0.16
120	0.18	0.14	0.11	0.16
Rerata	0.18	0.11	0.16	0.16

Mencermati kinerja pendingin, maka dapat diperoleh bahwa COP sistem berkisar antara 3, 4 s/d 4 seperti yang ditunjukkan pada tabel 3. COP adalah kriteria unjuk kerja mesin pendingin yang didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang diserap di evaporator terhadap kerja kompresi



yang dilakukan. Pada tabel tersebut, untuk sistem pendingin variasi 1, diperoleh bahwa COP-nya paling kecil dibandingkan dengan variasi 2 atau 3. Hal ini dapat difahami karena pada sistem ini, kondensor digunakan untuk memanaskan udara pada saluran dehumidifier, sehingga pembuangan kalor di kondensor tidak optimal. Hal ini akan menyebabkan penarikan kalor di evaporator juga terhambat, yang berakibat kecilnya nilai COP.

Tabel 3. Perbandingan COP

Menit ke	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
15	3.40	3.93	3.90
30	3.47	4.02	3.75
45	3.57	4.06	3.67
60	3.40	4.01	3.72
75	3.47	4.04	3.80
90	3.45	3.98	3.89
105	3.44	3.91	3.93
120	3.43	3.90	4.23
Rerata	3.45	3.98	3.86

Sebaliknya pada percobaan variasi 2, karena sistem pendingin hanya digunakan sebagai pengembun uap air dalam udara, maka penarikan kalor di evaporator menjadi sangat optimal, dan menyebabkan nilai COP-nya cukup besar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan tersebut diatas, maka dapatlah disimpulkan bahwa penggunaan kondensor sebagai pemanas dapat membantu meringankan beban heater pada sistem dehumidifier. Besarnya penggunaan daya listrik adalah 0,25 kW pada sistem hanya dengan kondensor saja sebagai pemanas, dan 0,37 kW pada sistem dimana digunakan kondensor

maupun heater sebagai pemanas udara. Dari ketiga variasi diatas dilihat dari sisi penurunan RH nya, variasi 3 dapat menurunkan RH lebih baik dibandingkan variasi lainnya yaitu dari 80% menjadi 47% dengan selisih penurunannya sebesar 33%. Dilihat dari sisi COP dari ketiga variasi tersebut, variasi 2 lebih besar dibandingkan variasi lainnya yaitu sebesar 3.98.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dwi Multi Augustin, Rizki Henddrian Nugraha dan Bayu Eko Prabowo, mahasiswa petugas akhir, yang telah menginstalasi alat dan melakukan pengambilan data, serta sebagian datanya digunakan dalam makalah ini.

Daftar Pustaka

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Dehumidifier>
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_pump#Applications
3. Richard Royal, P.E., *Heat Recovery In Retail Refrigeration*, ASHRAE Journal, February 2010
4. Dossat, Roy J., *Principles of Refrigeration*, SI Version, John Wiley & Sons, 1981.
5. Stoecker, Wilbert F, dkk. *Refrigeration and Air Conditioning*, 2nd Ed. McGraw-Hill Inc.1982.
6. HVAC Systems and Equipment, Chapter 24 : Mechanical Dehumidifiers And Related Components, ASHRAE Handbook 2008
7. Industrial Dehumidifier Owner's Manual, Ebac Industrial, 2004
8. PBO Gear Test, 5 Dehumidifiers on Test, Practical Boat Owner, December 2009