

KAJIAN PEMANFAATAN BUANGAN PANAS KONDENSOR AC UNTUK PENGERINGAN PAKAIAN

Bawon Utomo¹, Wiwit Nur Rahmi^{1*}, Safri Gunawan¹

¹Sekolah Tinggi Teknologi Sinar Husni

*wiwitnurr@gmail.com

ABSTRAK

Topik penelitian ini adalah pengujian rekayasa mesin pengering pakaian dengan memanfaatkan panas buangan kondensor AC untuk mengeringkan pakaian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan temperatur dan kelembaban udara pengeringan rata-rata pada ruang pengering serta penurunan massa pakaian yang dikeringkan. Luaran panas dari kondensor langsung digunakan untuk mengeringkan pakaian pada mesin pengering. Penelitian dilakukan dalam waktu 30 menit masa pengeringan. Bahan pakaian yang digunakan pada penelitian adalah bahan dengan Cotton 100 % + polyester 100% dengan massa basah 0,440 kg dan massa kering 0,330 kg. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diperoleh massa pakaian kering pada menit ke-13 menit dengan laju pengeringan 0,0085kg/s. Kesimpulan yang diperoleh bahwa pemanfaat luaran kondensor untuk pengeringan pakaian sangat bermanfaat untuk pemanfaatan panas kondensor yang terbuang.

Kata kunci: Kondensor AC, mesin pengering, pakaian

ABSTRACT

The topic of this research is the engineering testing of a clothes drying machine by utilizing the waste heat condenser AC to dry clothes. The purpose of this study is to obtain the temperature and humidity of the average drying air in the drying chamber and to reduce the mass of the clothes to be dried. The heat output from the condenser is directly used to dry clothes on the dryer. The study was conducted within 30 minutes of the drying period. Clothing material used in this study is material with 100% cotton + polyester 100% with a wet mass of 0.440 kg and a dry mass of 0.330 kg. The results obtained from this study were obtained mass of dry clothing in the 13th minute with a drying rate of 0.0085kg/s. The conclusion obtained that the use of condenser output for drying clothes is very beneficial for the utilization of wasted condenser heat.

Keyword: AC Condensor, drying machine, clothes

PENDAHULUAN

Pengeringan pakaian hingga saat ini dilakukan dengan cara konvensional yaitu dengan menjemur langsung di bawah sinar matahari di luar ruangan dan dengan bantuan sirkulasi angin. Seiring dengan perkembangan teknologi, maka proses pengeringan pakaian tidak lagi hanya dilakukan dengan cara konvensional tetapi dengan membuat mesin yang dapat menghasilkan panas sebagai pengganti sinar matahari. Pakaian mesin ini mempunyai keuntungan yaitu tidak bergantung kepada cuaca atau dapat dilakukan pada malam hari serta saat terjadi hujan.

Proses pengeringan pakaian merupakan kegiatan yang dilakukan setiap hari oleh masyarakat. Sehingga banyak bermunculan

laundry yang menawarkan jasa pencucian dan pengeringan pakaian. Selain itu industri perhotelan juga merupakan industri yang banyak membutuhkan proses pengeringan dalam pelayanannya kepada para konsumen. Oleh sebab itu, sistem pengeringan pakaian sangat dibutuhkan terutama yang dapat menghemat waktu dan tidak tergantung kepada cuaca serta hemat energi. Mesin pengering pakaian yang beredar di pasaran, sumber pemanasnya beragam mulai dari uap panas (*steam*), gas elpiji, *heater*. Namun energi yang dikonsumsi cenderung tinggi atau dengan kata lain energi yang dibutuhkan lebih besar daripada yang dimanfaatkan.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengeringan menggunakan pompa kalor sudah dilakukan terutama untuk mengeringkan produk

pertanian, tetapi untuk pengeringan pakaian belum banyak dilakukan. Sedangkan pengeringan pakaian pada saat sekarang sangat dibutuhkan mengingat terus berkembangnya industri yang membutuhkan pengeringan pakaian seperti perhotelan maupun jasa laundry.

Pompa kalor merupakan salah satu sistem yang dapat dimanfaatkan sebagai pengeringan pakaian. Teknologi pompa kalor sebagai pengeringan telah banyak dimanfaatkan di Australia dan Eropa karena berpotensi menghemat energi [1].

P. Suntivarakorn dkk (2010) melakukan penelitian kajian pengeringan pakaian dengan menggunakan panas sisa dari *Air Conditioner* (AC) dengan kapasitas 12.648Btu/h. Luas ruang pengeringan 0,5×1,0 m², percobaan dilakukan dengan 2 metode yaitu pengeringan pakaian dengan dan tanpa kipas tambahan dan hasilnya adalah laju pengeringan 2,26 kg/jam dan 1,1 kg/jam [2].

T. M. I Mahlia dkk (2010) melakukan kajian pengeringan pakaian dengan memanfaatkan panas sisa dari *Air Conditioner* (AC). Kajian ini membandingkan efektivitas pengeringan sistem konvensional dan energi yang dikonsumsi. Penggunaan panas dari AC untuk pengeringan pakaian sangat handal terutama di daerah pemukiman padat gedung bertingkat dan tanpa biaya tambahan. Hasil penelitian menunjukkan laju aliran pengeringan antara 0,56 kg/jam sampai 0,75 kg/jam dan energi yang dikonsumsi untuk pengeringan pakaian adalah 0,81 kWh sampai 0,855 kWh per siklus [3].

Prinsip pengeringan biasanya akan melibatkan dua kejadian yaitu panas yang diberikan pada bahan dan air yang harus dikeluarkan dari bahan. Dua fenomena ini menyangkut pindah panas ke dalam dan pindah massa ke luar. Yang dimaksud dengan pindah panas adalah peristiwa perpindahan energi dari udara ke dalam bahan yang dapat menyebabkan berpindahnya sejumlah massa (kandungan air) karena gaya dorong untuk keluar dari bahan (pindah massa) [4].

Laju pengeringan biasanya meningkat di awal pengeringan kemudian konstan dan selanjutnya semakin menurun seiring berjalannya waktu dan berkurangnya kandungan air pada bahan yang dikeringkan. Laju Pengeringan merupakan jumlah kandungan air bahan yang diuapkan tiap satuan berat kering bahan dan tiap satuan waktu [5].

Pada awalnya, manusia memanfaatkan kulit pepohonan dan kulit hewan sebagai bahan

pakaian. Kemudian dengan perkembangan zaman, manusia menciptakan benang yang dipintal dari kapas, bulu domba, serta sutera yang kemudian dijadikan kain sebagai bahan dasar pakaian. Bahan dasar pakaian yang umum dipakai antara lain; katun/*Cotton*, *Polyester*, *Nylon*, *Linen*, *Wool* [6].

Sifat fisik dan termal dari beberapa jenis bahan pakaian (tekstil) diperlihatkan pada Tabel 1. Sifat fisik, termal, dan penyerapan tekstil sangat penting dalam menghitung penggunaan energi pengeringan, pemodelan proses pengeringan termal, dan menentukan kondisi operasi pengering untuk mendapatkan temperatur dan kelembaban udara pengeringan rata-rata pada ruang pengering.

Tabel 1. Sifat fisik dan termal fibers

Material	Density (g/cm ³)	Specific Heat (J/kg/K)	Thermal Conductivity (W/m/K)	Thermal Diffusivity (cm ² /s)
<i>Natural Fiber</i>				
Cotton	1.52	1250	0.07	0.000368
Cotton bats	0.08	1300	0.06	0.00577
Wool	1.34	1340	-	-
Wool bats	0.5	500	0.054	0.00216
<i>Synthetic Fibers</i>				
Nylon 6, 66	1.14	1419	0.25	0.001545
Polyethylene	0.97	1855	0.24	0.001334
Poly(ethylene terephthalate)	1.37	1103	0.14	0.000926
Polypropylene	0.93	1789	0.12	0.000721
Polyacrylonitrile	1.18	1286	-	-
<i>Others</i>				
Carbon fiber	1.8 – 2.1	710	05 - 500	0.10 – 3.97

Dari uraian di atas maka peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul “Kajian Pemanfaatan Buangan Panas Kondensor AC Untuk Pengeringan Pakaian”.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Portable Thermohygrometer*, *Load Cell*, *Anemometer*, *Manifold Pressure Gauge*, *Stopwatch*, dan Laptop, sedangkan bahan yang digunakan untuk pengujian mesin pengering setelah direkayasa adalah pakaian. Pakaian yang akan digunakan untuk proses pengeringan adalah pakaian berbahan Cotton 100 % + polyester100% dengan massa basah 0,440 kg.

A. Alir Penelitian

Alir penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur tentang pengering pompa kalor dan dilanjutkan dengan melakukan rekayasa mesin

pengering. Secara umum penelitian ini dapat dilaksanakan dalam 3 tahapan yaitu persiapan, rekayasa mesin pengering dan penyelesaian.

Langkah-langkah Proses pembuatan mesin pengering pakaian adalah sebagai berikut:

1. Merancang bentuk dan model mesin pengering pakaian.
2. Memasang kipas dengan menembakan paku keeling dengan menggunakan rivet serta menyatel kipas sesuai dengan dudukannya seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Memasang kipas dan menyatel kipas

3. Selanjutnya pemasangan rangka luar untuk menghubungkan luaran kondensor dengan mesin pengering seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Rangka luaran kondensor

4. Pemasangan keseluruhan rangka dari mesin pengering pakaian seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Pemasangan mesin pengering

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran dan kelembaban udara pengeringan dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Thermometer Humidity* pada 3 titik yaitu ruang pengering dan di ruang mesin pengering. Data temperatur dan kelembaban udara pengeringan bahan *Cotton 100 % + polyester100%* dengan berat kering 0,330 kg dan berat basah setelah di spin 0,440 kg yang di berikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data temperatur dan kelembaban udara

Waktu (Menit)	Suhu udara kipas T1(°C)	Kelembaban RH1(%)	Suhu udara ruangan T2(°C)	Kelembaban RH2(%)	Suhu udara ruangan T3(°C)	Kelembaban RH3(%)	Massa (kg)
1	62,4	13	50,9	12	52,1	45	0,440
2	62,4	13	49,9	22	52,1	40	0,425
3	62,4	13	49,5	24	52,1	43	0,410
4	62,4	13	50,3	21	52,1	40	0,400
5	62,4	13	50,3	21	51,8	40	0,400
6	62,4	13	50,3	21	51,8	40	0,385
7	62,4	13	50,3	21	51,8	40	0,380
8	62,1	13	50,3	21	51,3	38	0,375
9	62	13	50,4	20	51,3	38	0,360
10	61,8	13	50,4	20	51,3	38	0,355
11	61,7	13	50,4	20	51,3	38	0,355

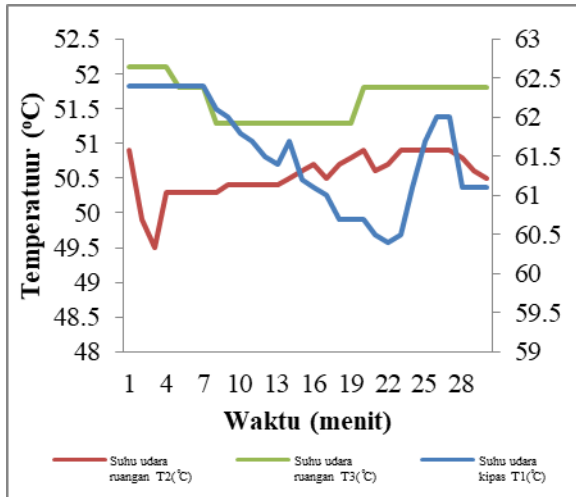
Waktu (Menit)	Suhu udara kipas T1(°C)	Kelembaban RH1(%)	Suhu udara ruangan T2(°C)	Kelembaban RH2(%)	Suhu udara ruangan T3(°C)	Kelembaban RH3(%)	Massa (kg)
12	61,5	13	50,4	20	51,3	38	0,340
13	61,4	13	50,4	20	51,3	38	0,335
14	61,7	13	50,5	20	51,3	38	0,330
15	61,2	13	50,6	20	51,3	38	0,330
16	61,1	13	50,7	20	51,3	38	0,330
17	61	13	50,5	20	51,3	38	0,330
18	60,7	13	50,7	20	51,3	38	0,330
19	60,7	13	50,8	20	51,3	38	0,330
20	60,7	13	50,9	21	51,8	40	0,330
21	60,5	13	50,6	21	51,8	40	0,330
22	60,4	13	50,7	21	51,8	40	0,330
23	60,5	13	50,9	21	51,8	40	0,330
24	61,1	13	50,9	21	51,8	39	0,330
25	61,7	13	50,9	21	51,8	39	0,330
26	62	13	50,9	20	51,8	39	0,330
27	62	13	50,9	20	51,8	38	0,330
28	61,1	13	50,8	20	51,8	38	0,330
29	61,1	13	50,6	20	51,8	38	0,330
30	61,1	13	50,5	20	51,8	38	0,330

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa suhu (T_1) yang berada di ruangan kipas terjadi kenaikan suhu di menit 1 sampai menit ke-7 dengan kisaran temperatur $62,4^{\circ}\text{C}$ dan terjadi penurunan suhu yang sangat signifikan di menit ke-8 sampai menit ke-23 dengan penurunan temperature $61,1^{\circ}\text{C} - 60,4^{\circ}\text{C}$ terjadi penurunan ini berkaitan juga dengan suhu yang berada di luar. Pada suhu (T_2) dimana penempatan suhu T_2 berada di bawah dalam bagian lemari pengering terjadi kenaikan di menit menit awal khususnya di menit ke 1 dan terjadi penurunan suhu yang tidak begitu progresif di menit ke-2 sampai menit ke-15 dengan suhu penurunan $49,5^{\circ}\text{C}$ hingga $50,6^{\circ}\text{C}$ setelah itu terjadi kenaikan suhu dalam keadaan setabil di menit 16 sampai menit 30. Pada suhu (T_3) di mana posisi alat ukur berada di bagian tengah dalam lemari suhu tidak terlalu terjadi perubahan suhu yang begitu signifikan penurunan suhu terendahnya di menit 8 sampai menit 19 dengan suhu $51,3^{\circ}\text{C}$.

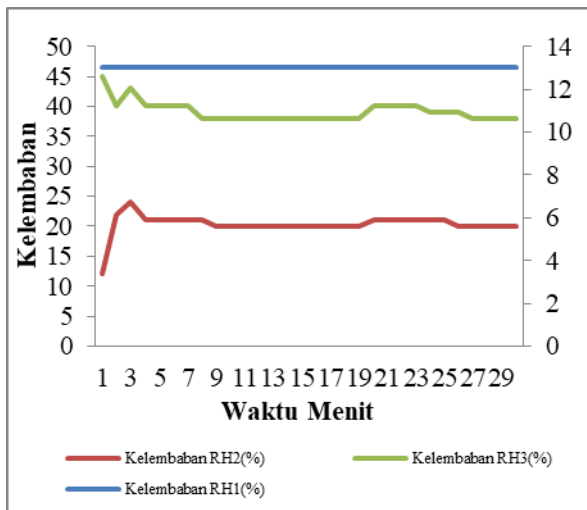
Pada gambar 5. Grafik kelembaban menunjukkan pada kelembaban (RH_1) dimana

Thermometer berada di ruang kipas menunjukkan kelembaban yang sama yaitu dengan persentase 13% dengan suhu yang bervariasi sekitar $62,4^{\circ}\text{C} - 61,1^{\circ}\text{C}$ Sedangkan pada kelembaban (RH_2) dimana *thermometer (humidity)* berada di bawah bagian dalam lemari pengering menunjukkan kelembaban berubah-ubah dimana terjadi perubahan di menit ke-1 sampai ke-3 dengan persentase kelembaban 12% - 24% dan terjadi perubahan kelembaban dalam keadaan setabil dari menit ke-4 sampai menit ke-30 dengan persentase kelembaban sekitar 20%-21%. Pada kelembaban RH_3 dimana kelembaban (*Humidity*) berada ditengah bagian dalam lemari kelembaban terendah terjadi di menit ke-8 sampai menit ke-19 dengan persentase kelembaban 38% sedangkan kelembaban tertinggi saat pengujian terjadi di menit pertama dengan kelembaban 45%.

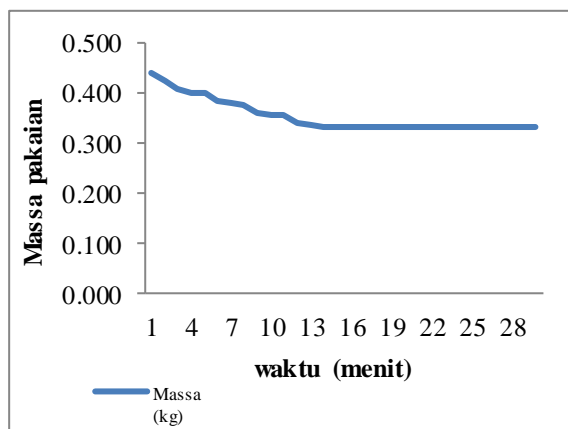
Pada gambar 6 grafik penurunan massa pakaian yang bertahap dari berat kain basah jenis cotton 100% + polyester 100% = 0,440 kg sampai kain itu kering 0,330 kg. Kelembaban rata rata ruangan 12% - 45%.



Gambar 4. Grafik pengukuran temperature



Gambar 5. Grafik Pengukuran kelembaman (Humidity)



Gambar 6. Grafik Pengukuran massa pakaian

Kesimpulan
Kesimpulan dalam penelitian ini menggunakan pakaian berbahan Cotton 100% dan polyester 100% dengan massa pakaian basah 0,440 kg. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan pakaian berkisar 12–13 dari massa pakaian 0,440 kg menjadi 0,330 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Denkenberger, Dave., Calwell, C., Beck, N., Trimboli, B., Driscoll, D., 2013. Analysis of Potential Energy Savings from Heat Pump Clothes Dryers in North America. CLASP (by Ecova)
- [2] Suntivarakorn, P., Satmarong, S., Benjapiyaporn, C., Theerakulpisut, S., 2009. An Experimental study on Clothes Drying Using Waste Heat from Split Type Air Conditioner. World Academy of Science, Engineering and Technology 29, 168-173
- [3] Mahlia, T.M.I., Hor, C.G., Masjuki, H.H., Husmawan, M., Varman, M., Mekhilef, S., 2010. Clothes Drying From Room Air Conditioning Waste Heat: Thermodynamics Investigation. The Arabian Journal for Science and Engineering, Volume 35, Number 1B, 339-351
- [4] M. G. Richards., R. Rossi., H. Meinander., P. Broede., V. Candas., E. d. Hartog., I. Holmér., W. Nocker., and G. Havenith., 2008. Dry and Wet Heat Transfer Through Clothing Dependent on the Clothing Properties Under Cold Conditions. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE), 69–76
- [5] Tios serius santai. Mengenal Karakter Bahan Pakaian. tipssersan.blogspot.com/-2014/06/mengenal-karakter-bahan-pakaian.html.
- [6] Cengel, Y.A., Boles, M.A., 2006. Thermodynamis: An Engineering Approach. Fourth Edition, McGraw-Hill, New York
- [7] Ambarita, H., 2012. Buku Kuliah–Teknik Pendingin dan Pengkondisian Udara. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, USU, Medan