

MESIN PENGERING PAKAIAN ENERGI LISTRIK DENGAN MEMPERGUNAKAN SIKLUS KOMPRESI UAP

PK Purwadi^{1,a*}, Wibowo Kusbandono^{2,b}

^{1,2}Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia ^apur@mailcity.com,
^bkusbowo@yahoo.co.id

Abstrak

Pada saat musim hujan mengeringkan pakaian dengan energi matahari tidak dapat diandalkan. Perlu alternatif lain, salah satunya adalah dengan mempergunakan energi listrik. Dengan energi listrik, proses pengeringan dapat dilakukan kapan saja dan relatif memerlukan waktu pengeringan yang tetap. Tujuan dari penelitian ini selain membuat mesin pengering pakaian dengan energi listrik juga ingin mengetahui beberapa karakteristik mesin pengering yang telah dibuat. Mesin pengering energi yang diuji pada penelitian ini dalam bekerjanya mempergunakan siklus kompresi uap dan mempergunakan daya listrik sekitar 1600 watt. Komponen mesin pengering terdiri dari : kompresor, evaporator, kondensor, pipa kapiler dan filter, dengan fluida kerja refrigeran R22. Untuk mengalirkan udara, diperlukan kipas angin. Mesin pengering dirancang untuk kapasitas 20 pakaian dan bekerja dengan sistem tertutup. Ukuran ruang pengering : 60 cm x 120 cm x 130 cm. Saat pengeringan, kondisi pakaian digantung pada hanger yang ada di dalam lemari pengering. Pakaian yang diuji adalah baju batik ukuran XL. Penelitian memberikan hasil (a) mesin pengering dapat bekerja dengan baik (b) Bila tanpa beban, mesin pengering mampu mengkondisikan udara di dalam lemari pengering pada suhu udara kering (T_{db}): 57,1°C, dan suhu udara basah (T_{wb}): 23°C. Untuk mengeringkan 20 baju batik basah hasil perasan tangan memerlukan waktu sekitar 115 menit, sedangkan untuk mengeringkan 15 baju batik hasil perasan tangan memerlukan waktu sekitar 90 menit. Untuk mengeringkan 20 pakaian baju batik basah hasil perasan mesin cuci memerlukan waktu sekitar 55 menit.

Kata kunci : mesin pengering pakaian, sistem tertutup, refrigeran

1. Pendahuluan

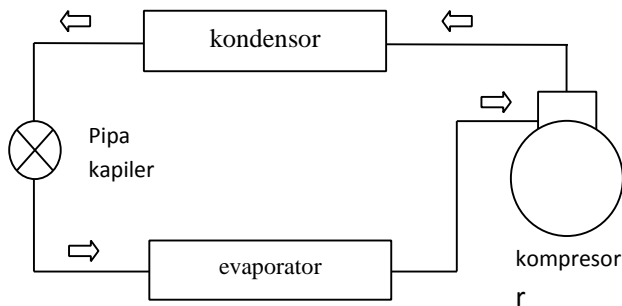
a. Latar Belakang

Kerugian penggunaan energi matahari untuk proses pengeringan pakaian adalah, tidak dapat diandalkan ketika musim hujan tiba. Bagi pelaku bisnis seperti jasa *laundry*, mengandalkan proses pengeringan pakaian dengan energi matahari, mengandung resiko cukup besar, meskipun di sisi lain memberikan keuntungan, selain energi matahari tersedia melimpah dan gratis, jumlah pakaian yang dapat dikeringkan dalam selang waktu tertentu juga tidak terbatas. Dengan demikian dibutuhkan peralatan pengering alternatif yang mampu mengeringkan pakaian dengan energi lain saat matahari tidak dapat diandalkan.

Di pasaran sebagian besar mesin pengering pakaian mempergunakan energi LPG. Kerugian penggunaan LPG adalah gas hasil pembakaran LPG dapat mencemari pakaian yang dikeringkan dan kurang begitu ramah lingkungan, karena menghasilkan gas buang. Selain itu juga suhu udara yang dipergunakan untuk mengeringkan pakaian relatif tinggi, sehingga dapat memperpendek umur pakaian. Persiapan untuk melakukan proses pengeringan pakaian juga relatif ribet. Penggunaan energi listrik, selain mampu memberikan pakaian yang relatif bersih, juga suhu udara yang dipergunakan untuk mengeringkan relatif tidak tinggi dibandingkan dengan LPG, sehingga tidak begitu merusak pakaian.

Beberapa penelitian terkait mesin pengering pakaian dengan energi listrik sudah pernah dilakukan. Diantaranya mempergunakan siklus kompresi uap, baik dengan sistem terbuka maupun sistem tertutup. Berangkat dari persoalan ini, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang mesin pengering pakaian sistem tertutup dengan energi listrik dan mempergunakan siklus kompresi uap di dalam bekerjanya.

2. Dasar Teori



a. Siklus kompresi uap

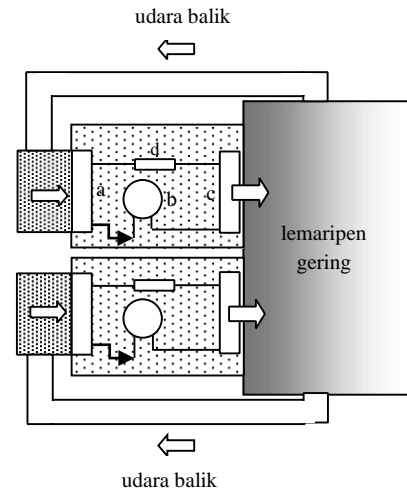
Siklus kompresi uap tersusun atas beberapa proses : (a) proses kompresi, yang berlangsung di kompresor (b) proses penurunan suhu dan kondensasi, yang berlangsung di kondensator (c) proses penurunan tekanan, yang berlangsung di pipa kapiler dan (e) proses pendedihan, yang berlangsung di evaporator. Proses kompresi uap dapat ditambah dengan proses pendinginan lanjut dan pemanasan lanjut. Gambar 1, menyajikan skematik mesin yang bekerja dengan siklus kompresi uap dan

Gambar 1 Skematik mesin yang bekerja dengan siklus kompresi uap

b. Mesin Pengering pakaian

Gambar 2 menyajikan skematik dari mesin pengering pakaian sistem tertutup. Pada sistem tertutup, udara yang telah dipergunakan untuk proses pengeringan pakaian di lemari pengering, dipergunakan lagi untuk proses pengeringan sehingga udara disirkulasikan kembali ke ruang

mesin. Setelah udara dikondisikan mesin, udara dikembalikan ke lemari pengeringan.



Gambar 2 Skematik Mesin Pengering.
a. evaporator b. pipa kapiler c. kondensator
d. kompresor.

Udara yang dipergunakan untuk proses pengeringan disirkulasikan oleh kipas yang ditempatkan diantara kompresor dan kondensator. Udara dari lemari pengering pakaian disirkulasikan berturut turut melewati evaporator, kompresor dan kondensator, kemudian kembali masuk ke lemari pengering pakaian. Kondisi udara masuk ruang pengering memiliki suhu yang cukup tinggi dan kering (atau memiliki kelembaban rendah). Suhu udara yang cukup tinggi dikarenakan adanya kalor yang diberikan kompresor dan kondensator ke udara. Pada saat bekerja suhu casing kompresor cukup tinggi, demikian pula dengan kondensornya. Kelembaban udara yang cukup rendah karena uap air yang ada di udara diimbunkan oleh evaporator. Udara bersuhu cukup tinggi dan kering ini mempunyai potensi untuk mengeringkan pakaian basah yang ada di lemari pengering. Pakaian basah yang akan dikeringkan digantung dengan *hanger* di ruang pengeringan.

3. Metodologi Penelitian

a. Mesin yang diteliti

Mesin yang diteliti memiliki skematik seperti pada Gambar 2, dengan spesifikasi komponen komponen mesin sebagai berikut:

- Ukuran lemari pengering : 60 cm x 120 cm x 130 cm
- Mesin kompresi uap tersusun atas : 2 buah kompresor, @ 1 pk, jenis rotari, 2 buah evaporator, @ 1 pk, jenis pipa U bersirip, 2 buah kondensor, @ 1 pk, jeni pipa U bersirip, pipa kapiler dari tembaga d : 0,032 inch, panjang : 63 cm.
- Tekanan evaporator sekitar : 51,7 psig dan tekanan kerja kondensor sekitar : 360 psig.
- Kipas angin 2 buah, @ 54 watt (diletakkan sebelum kondensor). □ Refrigeran: R22.

b. Variasi penelitian

Penelitian dilakukan dengan memvariasikan jumlah baju hasil perasan tangan: (a) 5 baju dan (b) 20 baju. Selain itu juga dilakukan pengeringan 20 baju hasil perasan dengan mesin cuci. Baju yang dikeringkan adalah baju batik ukuran XL. c. Cara pengambilan data

Penelitian dilakukan di laboratorium. Pengambilan data suhu kering dan suhu bawah

dilakukan dengan thermometer basah dan thermometer kering.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

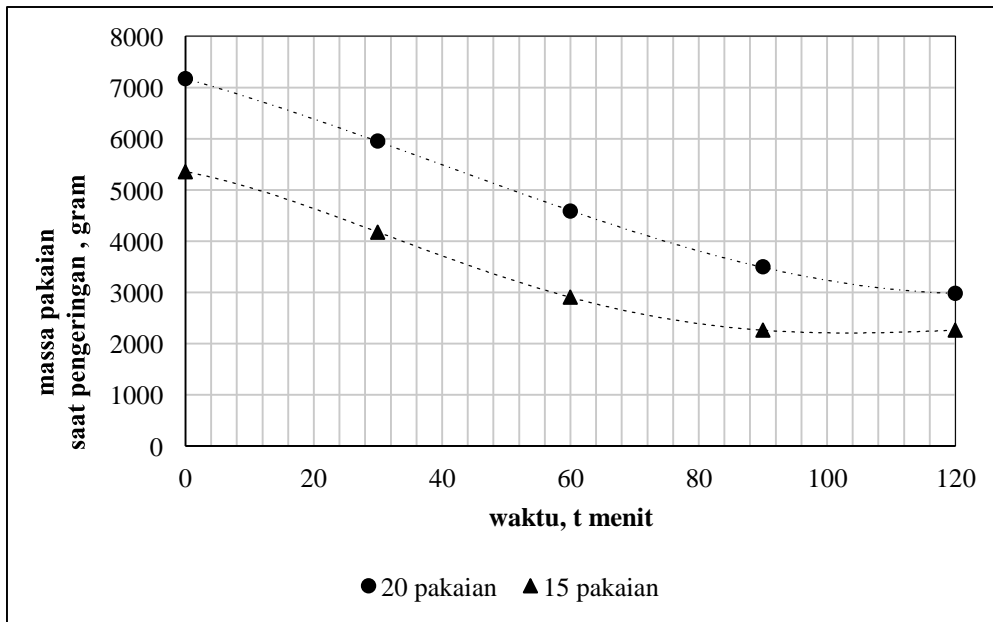
Hasil penelitian yang telah dilakukan, menghasilkan mesin pengering yang dapat bekerja dengan baik secara terus menerus tanpa terjadi hambatan dan gangguan. Suhu kerja evaporator mampu mengembunkan uap air dari udara yang melewatinya dan kompresor mampu memberikan kenaikan suhu udara, demikian juga dengan kondensor. Udara yang melewati evaporator, berasal dari lemari pengering pakaian. Udara disirkulasikan secara terus menerus oleh kipas angin yang berada diantara kompresor dan kondensor. Bila tanpa beban, suhu udara kering yang tercipta di dalam lemari pengering pakaian sekitar 57,1°C dengan suhu udara basah sekitar 23°C. Pada saat penelitian dilakukan, suhu udara luar relatif stabil pada suhu 27,3°C, dengan suhu udara basah sekitar

24,1°C. Hasil penelitian disajikan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 disajikan pula, hasil pengeringan yang dilakukan dengan mempergunakan panas dari energi matahari

Tabel 1 Data hasil penelitian mesin pengering pakaian sistem tertutup

Perlakuan	Jumlah baju	Massa total awal baju kering, gram	Massa pakaian basah setelah mengalami proses pengeringan selama t menit, gram					Massa air keluar dari baju selama proses pengeringan	Kondisi udara luar		Kondisi udara dalam ruang pengering	
			0 menit	30 menit	60 menit	90 Menit	120 menit		Δm, gram	T _{db} , °C	T _{wb} , °C	T _{db} , °C
Tanpa beban	0	-	-	-	-	-	-	-	27,3	24,1	57,1	23
Perasan tangan	20	3064	7170	5952	4584	3495	2980	4190	27,3	24,1	51,9	31,0
Perasan tangan	15	2276	5355	4175	2901	2259	-	3096	27,3	24,1	54,1	31,8
Perasan mesin cuci	20	3064	4668	3676	3016	-	-	1652	27,3	24,1	41,9	26,8
Energi matahari*	20	3064	7170	5898	4650	3916	3360	3360	36,7	27,8	-	-

*pengeringan pakaian basah yang dilakukan dengan sinar matahari (12.00 WIB s.d selesai), cuaca cerah pada bulan Juli 2015, pada menit ke 150 menit, berat pakaian basah : 3146 gram.



Gambar 3 Proses pengeringan pakaian selama 120 menit.

Kondisi udara di dalam lemari pengering sebelum penelitian dilakukan, memiliki kondisi yang sama dengan kondisi udara luar, rata rata sekitar T_{dw} : 27,3°C dan T_{wb} : 24,1. Ketika mesin bekerja, kondisi udara di setiap posisi berubah terhadap waktu sesuai dengan posisi di mana udara berada. Kondisi udara di posisi setelah evaporator dapat mencapai suhu udara kering sekitar 7°C. Kondisi udara masuk lemari pengering dapat mencapai suhu udara kering sekitar 60-63.°C. Dengan kondisi udara masuk seperti ini, kondisi udara di dalam lemari pengering (tanpa beban) mampu mencapai suhu sekitar T_{dw} 57°C dan T_{wb} 23 °C. Hal ini disebabkan karena kondisi udara setelah melewati evaporator, udara dilewatkan terlebih dahulu melalui kompresor dan kondensor. Pada saat kompresor dari mesin siklus kompresi uap bekerja, rumah kompresor menjadi panas. Kompresor melepas kalor ke udara karena suhu rumah kompresor lebih tinggi dari suhu udara yang melewatinya. Demikian juga yang terjadi dengan kondensor. Ketika kondensor bekerja,

kondensor membuang kalor ke udara yang melewatinya. Kalor yang dilepaskompresor mampu menaikkan suhu udara kering setelah melewati evaporator dari 7°C menjadi sekitar 38°C. Suhu udara ini kemudian meningkat lagi menjadi sekitar 60-63°C setelah melewati kondensor. Dengan kondisi udara masuk ke lemari pengering seperti ini, kondisi udara di dalam lemari pengering pada saat tanpa beban dapat mencapai suhu udara kering sekitar 57°C, dengan suhu udara basah sekitar 23°C. Pada saat lemari pengering bekerja dengan beban atau ada pakaian yang basah yang akan dikeringkan di dalam lemari pengering, kondisi udara yang dihasilkan di dalam lemari pengering berbeda dengan ketika tanpa beban. Suhu udara kering yang dicapai lebih rendah dibandingkan dengan tanpa beban, dan suhu udara basah yang dicapai lebih tinggi dibandingkan tanpa beban, atau kelembaban yang udara yang dimiliki menjadi lebih tinggi. Penurunan suhu udara kering disebabkan karena adanya sedotan kalor dari udara yang dipergunakan untuk memanaskan pakaian dan

juga untuk menguapkan air yang ada di dalam pakaian, saat udara mengeringkan dan memanaskan pakaian. Sedangkan kenaikan kelembaban udara, disebabkan karena kandungan uap air yang ada di udara bertambah. Pertambahan ini disebabkan karena ada perpindahan massa air dari pakaian ke udara.

Dari Tabel di 1 dapat disimpulkan bahwa waktu yang diperlukan untuk mengeringkan pakaian bergantung pada massa awal pakaian basah. Semakin pakaian dalam kondisi basah, semakin memerlukan waktu yang lama untuk proses pengeringannya. Waktu tercepat yang diperlukan untuk mengeringkan jika massa awal pakaian basah dilakukan dengan pemerasan mesin cuci. Waktu yang diperlukan untuk mengeringkan 20 pakaian basah hasil perasan mesin cuci hanya sekitar 55 menit, lebih cepat 60 menit dibandingkan dengan massa awal pakaian basah yang dilakukan dengan cara perasan tangan. Waktu yang diperlukan untuk mengeringkan 20 pakaian basah hasil perasan tangan selama 115 menit, dan untuk 15 pakaian basah hasil perasan tangan selama 90 menit. Dibandingkan dengan pengeringan energi matahari, mesin pengering ini memiliki waktu mengeringkan yang lebih cepat. Pengeringan dengan energi matahari memerlukan waktu sekitar 3 jam, untuk 20 pakaian basah hasil perasan tangan.

Pada pengujian ini, pengeringan dilakukan selama 2 jam, karena massa pakaian yang dikeringkan telah mencapai massa pakaian sebelum pakaian dibasahi. Bila massa awal pakaian basah yang akan dikeringkan telah diketahui, Gambar 3 dapat dipergunakan untuk menentukan waktu yang diperlukan untuk mengeringkan pakaian. Oleh karenanya, untuk mendapatkan kecepatan pengeringan yang tinggi, massa awal pakaian basah dapat dibuat seminimal mungkin.

5. Kesimpulan dan Saran

a. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Mesin pengering dapat bekerja dengan baik, bila tanpa beban mampu menghasilkan kondisi udara di dalam lemari pengering pakaian, dengan suhu udara kering : $57,1^{\circ}\text{C}$ dan suhu udara basah 23°C
2. Mesin pengering mampu mengeringkan pakaian basah hasil perasan tangan dalam waktu sekitar 115 menit untuk 20 baju batik ukuran XL dan dalam waktu sekitar 90 menit untuk 15 baju batik.
3. Mesin pengering mampu mengeringkan pakaian basah hasil perasan mesin cuci dalam waktu sekitar 55 menit untuk 20 baju batik ukuran XL.

b. Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan terkait dengan penelitian ini:

1. Untuk mempercepat proses pengeringan, suhu udara keluar kondensor yang akan masuk ke ruang pengering dapat dibuat lebih tinggi dengan menambahkan peralatan penukar kalor yang mampu menaikkan suhu udara.
2. Penelitian dapat dikembangkan dengan mempergunakan refrigeran yang ramah lingkungan.

Daftar Pustaka

- [1] Balioglu, et al., 2013, Heat Pump Laundry Dryer Machine, Patent Application Publication, Pub. No. : US 2013/0047456 A1, Feb. 28, 2013.
- [2] Mitsunori T, et al., 2013, Dehumidifying and heating apparatus and clothes drying machine using the same, European Patent specification, EP 2 468 948 B1, 27.11.2013.
- [3] Stoecker, WF, Jones, JW, 1982, Refrigeration and Air Conditioning.