

KARAKTERISTIK PENGUJIAN PADA MESIN PENGERING PAKAIAN MENGGUNAKAN AIR CONDITIONER (AC) ½ PK DENGAN SIKLUS UDARA TERTUTUP

Gordon HTTPM¹, Azridjal Aziz¹ dan Rahmat Iman Mainil¹

¹Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Kampus Bina Widya Km 12.5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

E-mail : rahmat.iman@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

Analisa ini bertujuan untuk mengatasi masalah yang dihadapi sektor rumah tangga dan usaha bisnis *laundry* pada penyediaan mesin untuk pencuci dan pengering yang dapat bekerja cepat. Oleh sebab itu tujuan dari penelitian tentang mesin pengering pakaian ini yaitu mengetahui waktu pengeringan pakaian untuk berbagai jumlah variasi pakaian yang dikeringkan dengan jenis pakaian yang sama. Analisa perhitungan konsumsi dan biaya energi untuk mesin pengering pakaian menggunakan AC ½ PK dengan siklus udara tertutup didasarkan pada hasil perhitungan teoritis. Manfaat penelitian ini adalah Sebagai pengembangan dalam bidang penghematan energi dari teknologi refrigerasi dan pengkondisian udara. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan melalui perhitungan termodinamika dengan refrigerant yang dipakai R22. Kesimpulan dari analisa ini diperoleh dari nilai laju pengeringan pada mesin pengering pakaian dengan waktu yang bervariasi yaitu 29 menit - 126 menit, SMER 6,90 kg/kWh – 0,07 kg/kWh, SEC 0,15 kWh/kg – 14,13 kWh/kg, dengan laju pengeringan 22,50 gram/ menit - 34,75 gram/menit.

Kata kunci: *pencucian, pengeringan, laju pengeringan, mesin pengering pakaian.*

ABSTRACT

This research aims to analysis and solve the problems facing of the households and business in the supply of machines for laundry washers and dryers that can work fast. Therefore, the purpose of the research on this clothes dryer machine is to know the drying time of clothes with varying number of dried clothes by the same kind of clothes. Analysis of calculation of consumption and energy costs for the clothes dryer machine using AC ½ PK with closed air cycle is based on the results of theoretical calculations. The benefits of this research are as development in the field of energy saving refrigeration and air conditioning technology. The method used to achieve the goal through thermodynamic calculations with R22 refrigerant used. The conclusion of this analysis was obtained from the value of the drying rate on clothes dryers varying periods of time of 29 minutes - 126 minutes, Smer of 6.90 kg / kWh - 0.07 kg / kWh, SEC of 0.15 kWh / kg - 14.13 kWh / kg, the drying rate of 22.50 grams / minute - 34.75 grams / minute.

Keywords: washing, drying, drying rate, clothes dryers

PENDAHULUAN

Mencuci merupakan kebutuhan semua orang. Selama orang masih memakai pakai, bisnis *laundry* masih tetap akan hidup. Banyak kalangan yang menggunakan jasa *laundry* yaitu mulai dari mahasiswa, kost, rumah tangga, industri, perhotelan, rumah makan, perkantoran, dan segala bisnis yang berkaitan dengan konveksi. Bisnis *laundry* kiloran tak pernah surut. Bisnis ini tumbuh

subur, terutama dikawasan perkotaan yang padat penduduk. Maklum, banyak masyarakat kota hampir tidak tempat untuk menjemur pakaian dan waktu untuk mencuci pakaiannya sendiri. Alhasil, jasa *laundry* semakin dibutuhkan. Kendala yang dihadapi untuk membuka *laundry* tetap pada penyediaan mesin untuk pencuci dan pengering yang dapat bekerja cepat. Selain itu harga mesin *laundry* ini tidak sama dengan harga mesin cuci biasa untuk skala rumahan, harga mesin *laundry*

jauh lebih mahal dibandingkan dengan mesin cuci biasa (Bernardo, 2014).

Ada beberapa kelebihan dari pengeringan pakaian dengan menggunakan matahari yaitu murah, aman dan ramah lingkungan. Energi matahari dapat diperoleh dengan gratis. Tetapi disisi lain ada kekurangan dari pengeringan pakaian dengan menggunakan matahari yaitu pada saat musim hujan, matahari tertutup awan, sehingga radiasi matahari tidak dapat dimanfaatkan untuk mengeringkan pakaian dan tidak dapat dilakukan pada malam hari (Renaldi, 2015).

Untuk mengatasi kendala pengeringan pada saat cuaca hujan, kabut asap, malam hari dimanfaatkan alat pengering pakaian menggunakan *Air Conditioner* (AC) dengan siklus udara tertutup, sebagai salah satu alternatif mesin pengering yang mudah dalam penggunaan, cepat dalam pengeringan, hemat energi, serta ramah lingkungan. Dimana daya yang digunakan *Air Conditioner* (AC) pada mesin pengering ini yaitu $\frac{1}{2}$ PK sama dengan 373 watt.

Pengeringan adalah proses perpindahan panas dan uap air secara simultan yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang terdapat pada bahan yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas. Adapun manfaat dari Pengeringan dengan menggunakan alat pengering yaitu, suhu, kelembapan udara, kecepatan udara dan waktu dapat diatur dan diawasi (Renaldi, 2015).

Pengeringan buatan dengan menggunakan alat pengering dimana, kelembapan udara, suhu, kecepatan udara dan waktu dapat diatur dan diawasi.

Keuntungan Pengering Buatan:

- Tidak tergantung cuaca, seperti pada malam hari dan pada saat musim hujan.
- Kapasitas pengeringan dapat dipilih sesuai dengan keperluan.
- Tidak memerlukan tempat yang luas
- Kondisi pengeringan dapat dikontrol
- Pekerjaan lebih mudah dan praktis.

Kerugian pengering buatan:

- Membutuhkan arus listrik
- Membutuhkan biaya awal yang besar

Jenis-jenis Pengering Buatan berdasarkan media panasnya yaitu (Manurung, 2014).

- Pengeringan adiabatik: pengeringan dimana panas dibawa ke alat pengering oleh udara panas, fungsi udara yaitu memberi panas yang menguapkan air dari bahan.

- Pengeringan isotermik: bahan yang dikeringkan terhubung langsung dengan alat atau plat logam yang panas.

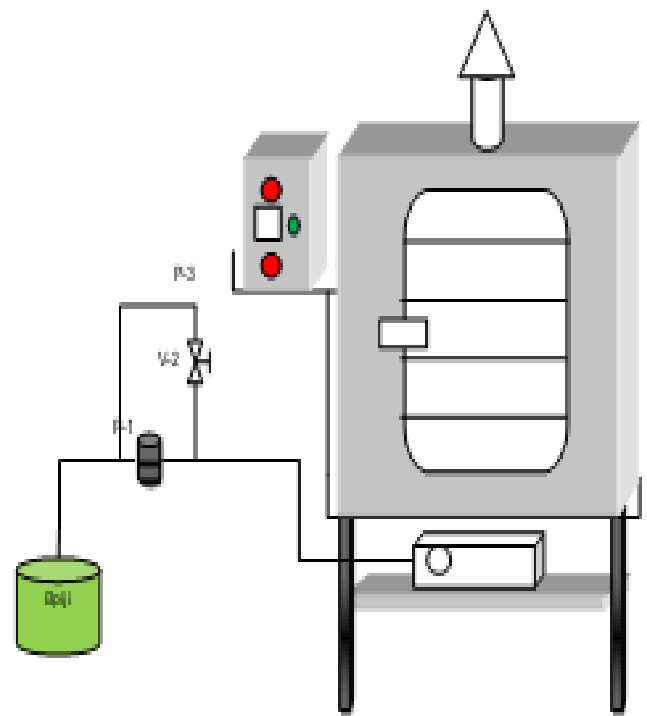
Faktor faktor yang mempengaruhi pengeringan.

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk memperoleh kecepatan pengeringan maksimum, yaitu (Siahaan, 2014):

- Luas permukaan
- Suhu
- Kecepatan udara
- Kelembapan udara
- Waktu

Metode dalam mengeringkan pakaian saat ini dipasaran ada beberapa macam, diantaranya:

- Pengering Pakaian dengan Gas LPG. Mesin pengering jenis ini diketahui memiliki kecepatan yang sangat cepat untuk mengeringkan pakaian yang basah. Dapat dilihat pada Gambar 1. mesin pengering pakaian dengan gas LPG.



Gambar 1 Pengering Pakaian dengan Gas LPG (Prasetyaningrum, 2010)

- Pengering Pakaian dengan Gaya *Sentrifugal* Dan *Heater* Pemanas.

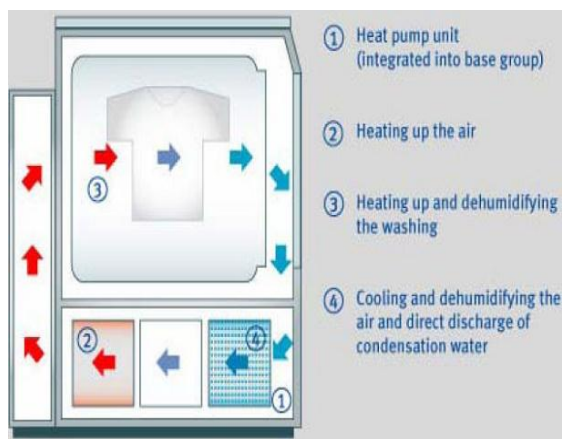
Prinsip kerja metode pengering pakaian adalah memanfaatkan gaya *setrifugal* untuk mengurangi kadar air dari pakaian dan menggunakan pemanas, untuk menguapkan air dari pakaian, yang membuat pakaian menjadi kering. Pengering

pakaian dengan gaya *sentrifugal* dan *heater* pemanas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengering Pakaian dengan Gaya Sentrifugal (Denkenberger, 2013).

- Pengeringan Pakaian dengan Cahaya Matahari. Secara umum Pengeringan dengan cara menjemur pakaian dibawah cahaya matahari ini sudah banyak dilakukan. Panas yang dihasilkan matahari dapat menguapkan air yang terdapat pada pakaian basah hingga pakaian menjadi kering. Tetapi seiring dengan perkembang jaman dan teknologi, banyak orang mencoba untuk menciptakan mesin pengering pakaian. Agar bisa mengeringkan pakaian pada saat cuaca tidak mendukung.
- Pengering Pakaian dengan Metode *Refrigerant Dehumidifier*.



Gambar 3 Refrigerant Dehumidifier (Meyers, 2010)

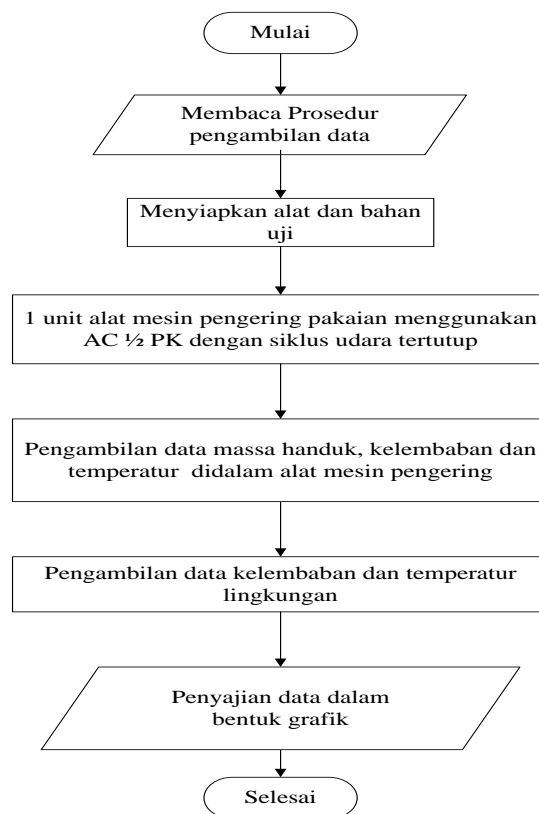
Dehumidifier merupakan suatu alat pengering udara yang berfungsi mengurangi tingkat kelembaban pada udara melalui proses *Dehumidifier*. Proses *Dehumidifier* merupakan proses penurunan kadar air dalam udara menjadi udara kering. Prinsip kerjanya seperti terlihat pada

Gambar 3, yaitu menggunakan sistem kompresi uap. Evaporator akan menyerap uap air didalam udara, kemudian udara dilewatkan kondensor agar menjadi udara kering dengan suhu udara yang tinggi, sedangkan kondensor memiliki peran untuk menaikkan suhu udara agar udara menjadi semakin kering.

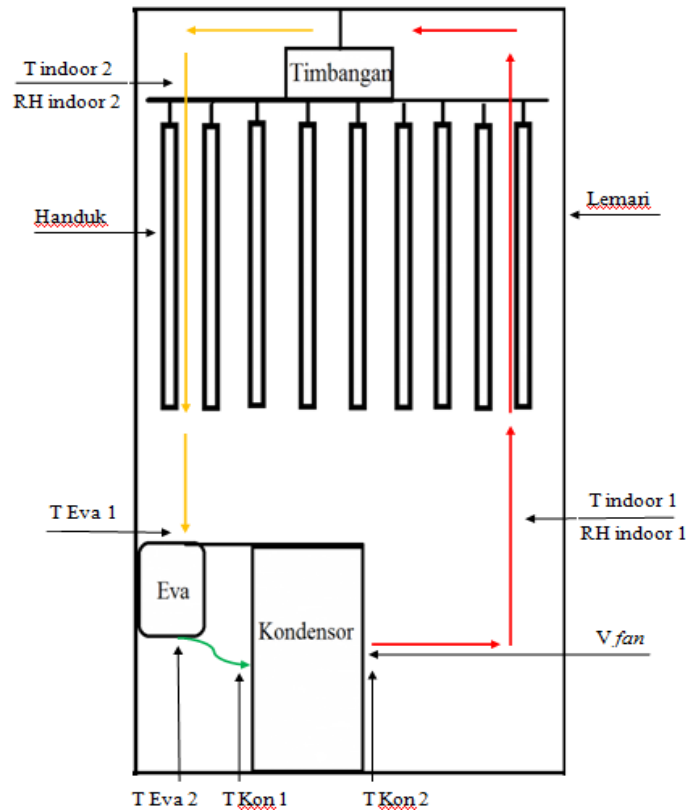
METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan melakukan pengambilan data dilapangan dan pengolahan data secara matematis menggunakan 1 unit alat mesin pengering pakaian menggunakan *Air Conditioner* (AC) ½ PK dengan siklus udara tertutup. Prosesnya yaitu merupakan proses penurunan kadar air dalam udara menjadi udara kering. Prinsip kerjanya Evaporator akan menyerap uap air didalam udara, kemudian udara dilewati kondensor agar menjadi udara kering dengan suhu udara yang tinggi, sedangkan kondensor memiliki peran untuk menaikkan suhu udara agar udara menjadi semakin kering. Sedangkan skema untuk pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 4.

a. Diagram alir penelitian
 Adapun diagram alir pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Pengujian



Gambar 4. Skematik Pengambilan Data

b. Pengolahan data

Laju Pengeringan (*drying rate*) (Ambarita, 2016):

$$m_d = \frac{W_o - W_f}{t} \quad (1)$$

Selain itu laju aliran massa udara dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Meyers, 2010):

$$m_{udara} = A \times \rho \times v \quad (2)$$

Konsumsi listrik dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Ambarita, 2016):

$$W_{in} = E \times I \times PF \quad (3)$$

Nilai laju ekstraksi uap spesifik atau *specific moisture extraction rate* (SMER) (Meyers, 2010):

$$SMER = \frac{X}{m_{udara} \times C_p \times (T_{in} - T_{out}) + W_{in}} \quad (4)$$

Konsumsi energi spesifik atau *specific energy consumption* (SEC) (Meyers, 2010):

$$SEC = \frac{m_{udara} \times C_p \times (T_{in} - T_{out}) + W_{in}}{X} \quad (5)$$

Kadar air basis basah dapat ditentukan dengan persamaan berikut (K_{abb}) (Ambarita, 2016):

$$Ka_{bb} = \frac{W_a}{W_t} \times 100\% \quad (6)$$

$$Ka_{bb} = \frac{W_t - W_k}{W_t} \times 100\%$$

Kadar air basis kering dapat ditentukan dengan persamaan berikut (K_{abk}) (Ambarita, 2016):

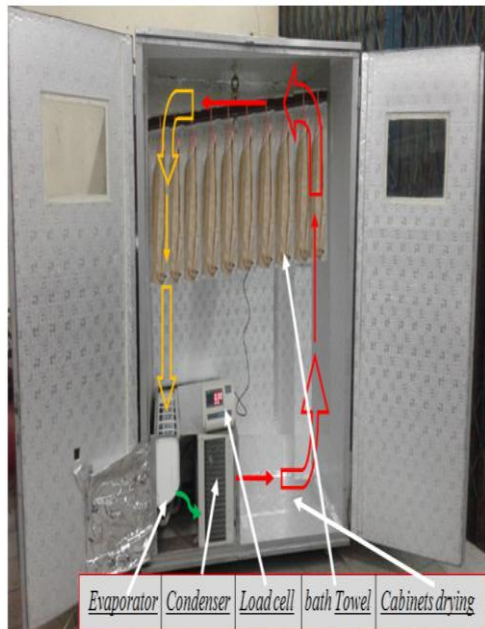
$$Ka_{bk} = \frac{W_a}{W_k} \times 100\% \quad (7)$$

$$Ka_{bk} = \frac{W_t - W_k}{W_t - W_a} \times 100\%$$

Rasio Kelembaban (*Moisture ratio*) (Denkenberger, 2013):

$$MR = \frac{M_i - Me}{M_i - Me} \quad (8)$$

Dimana MR merupakan *moisture ratio* (rasio kelembaban), M_t merupakan kadar air pada saat t (waktu selama pengeringan, menit), M_i merupakan kadar air awal bahan dan M_e merupakan kadar air yang diperoleh setelah massa bahan konstan. Nilai satuan M_t , M_i dan M_e merupakan persentase dari kadar air basis kering bahan.



Gambar 6. Mesin pengering yang diuji

Cara kerja mesin pengering pakaian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Pengujian Alat Mesin Pengering Pakaian Secara Langsung Di Dalam Lemari.

Dari data dan hasil pengujian mesin pengering pakaian dengan massa pakaian 1,13 kg, 2,27 kg, 3,03 kg, 4,17 kg dan 5,69 kg. Seperti pada Tabel 1 dan Gambar 7. Tabel 1 menjelaskan tentang data perbandingan antara SMER dengan Waktu dan SEC dengan Waktu, dengan cara pengeringan secara langsung didalam lemari pengering yaitu (Gambar 7):

- Massa pakaian 1,13 kg, lama waktu pengeringan yang dapat dicapai 36 menit. dengan kelembaban RH_{indoor} 71 % dan temperatur *indoor* maksimal yang dapat dicapai didalam lemari yaitu 43,0 °C, laju pengeringan 22,50 gram/menit, SMER 3,95 kg/kWh, SEC 0,25 kWh/kg, k_{abb} 41,75 % dan k_{abk} yaitu 71,68 %.
- Massa pakaian 2,27 kg, lama waktu pengeringan yang dapat dicapai 50 menit.

dengan kelembaban RH_{indoor} 71 % dan temperatur *indoor* maksimal yang dapat

Tabel 1 Hasil pengujian SMER, dengan pengeringan secara langsung didalam lemari pengering.

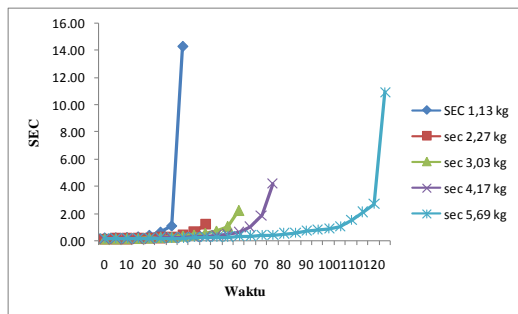
Waktu	SMER 1,13 kg	SMER 2,27 kg	SMER 3,03 kg	SMER 4,17 kg	SMER 5,69 kg
0	5.26	6.62	6.41	6.78	5.70
5	5.08	6.26	6.17	6.19	5.61
10	4.61	5.80	5.76	6.91	5.54
15	3.78	5.07	5.22	6.52	5.50
20	2.63	4.48	4.52	6.05	5.49
25	1.63	3.94	3.89	5.42	5.14
30	0.94	3.36	3.45	4.95	4.91
35	0.07	2.33	2.67	4.28	4.94
40		1.57	2.24	3.77	4.48
45		0.83	1.76	3.12	4.22
50			1.37	2.52	3.91
55			0.93	2.06	3.52
60			0.45	1.54	3.29
65				0.98	2.79
70				0.54	2.67
75				0.24	2.34
80					1.93
85					1.83
90					1.40
95					1.21
100					1.11
105					0.94
110					0.67
115					0.48
120					0.37
125					0.09

dicapai didalam lemari yaitu 42,1 °C, laju pengeringan 28,40 gram/menit, SMER 4,78 kg/kWh, SEC 0,21 kWh/kg, k_{abb} 38,48 % dan k_{abk} yaitu 62,56 %.

- Massa pakaian 3,03 kg, lama waktu pengeringan yang dapat dicapai 65 menit. dengan kelembaban RH_{indoor} 61 % dan

temperatur *indoor* maksimal yang dapat dicapai didalam lemari yaitu 45,1 °C, laju pengeringan 27,54 gram/menit, SMER 4,51 kg/kWh, SEC 0,22 kWh/kg, k_{abb} 37,14 % dan k_{abk} yaitu 59,08 %.

- Massa pakaian 4,17 kg, lama waktu pengeringan yang dapat dicapai 80 menit. dengan kelembaban RH_{indoor} 74 % dan temperatur *indoor* maksimal yang dapat dicapai didalam lemari yaitu 43,6 °C, laju pengeringan 29,75 gram/menit, SMER 4,72 kg/kWh, SEC 0,21 kWh/kg, k_{abb} 36,34 % dan k_{abk} yaitu 57,07 %.
- Massa pakaian 3,03 kg, lama waktu pengeringan yang dapat dicapai 126 menit. dengan kelembaban RH_{indoor} 70 % dan temperatur *indoor* maksimal yang dapat dicapai didalam lemari yaitu 46,3 °C. laju pengeringan 25,00 gram/menit, SMER 3,80 kg/kWh, SEC 0,26 kWh/kg, k_{abb} 35,63 % dan k_{abk} yaitu 55,36 %.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Antara SEC dengan Waktu, dengan Pengeringan Secara Langsung Didalam Lemari Pengering.

- b. Hasil Pengujian Alat Mesin Pengering Pakaian dengan Cara Memanaskan Lemari Selama 30 Menit Sebelum Pakaian Dikeringkan Didalam Lemari.

Data dan hasil pengujian mesin pengering pakaian dengan massa pakaian 1,13 kg, 2,27 kg, 3,03 kg, 4,17 kg dan 5,69 kg dapat dilihat pada Tabel 2 yang menampilkan data perbandingan antara SMER dengan Waktu. Hasil pengujian mesin pengering pakaian dengan massa pakaian 1,13 kg, 2,27 kg, 3,03 kg, 4,17 kg dan 5,69 kg ditunjukkan pada Gambar 8 berupa perbandingan SEC dengan Waktu, untuk pengeringan pakaian dengan cara memanaskan *indoor* selama 30 menit yaitu:

- Massa pakaian 1,13 kg, lama waktu pengeringan yang dapat dicapai 29 menit. dengan kelembaban RH_{indoor} 61 % dan temperatur *indoor* maksimal yang dapat dicapai didalam lemari yaitu 43,2 °C, laju pengeringan 26,55 gram/menit, SMER 4,99

kg/kWh, SEC 0,20 kWh/kg, k_{abb} 40,53 % dan k_{abk} yaitu 68,14 %.

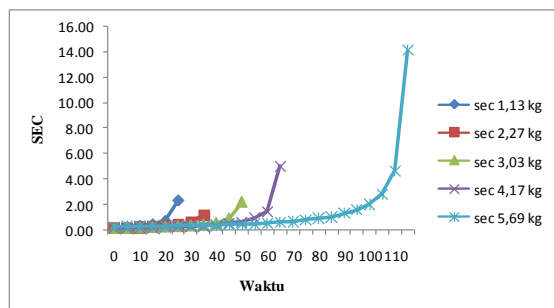
Tabel 2 hasil pengujian SMER dengan cara memanaskan lemari selama 30 menit sebelum pakaian dikeringkan didalam lemari.

Waktu	SMER 1,13 kg	SMER 2,27 kg	SMER 3,03 kg	SMER 4,17 kg	SMER 5,69 kg
0	6.90	6.09	5.71	5.72	4.36
5	4.78	5.70	5.51	5.55	3.99
10	3.23	4.87	4.52	5.00	3.89
15	2.37	4.15	3.97	4.69	3.89
20	1.45	3.31	3.49	4.34	3.71
25	0.44	2.60	3.17	3.96	3.42
30		1.73	2.71	3.74	3.26
35		0.87	2.26	3.21	3.06
40			1.76	2.85	2.84
45			1.10	1.96	2.64
50			0.45	1.57	2.42
55				1.09	2.19
60				0.71	1.95
65				0.20	1.72
70					1.57
75					1.34
80					1.12
85					1.00
90					0.78
95					0.64
100					0.50
105					0.36
110					0.22
115					0.07

- Massa pakaian 2,27 kg, lama waktu pengeringan yang dapat dicapai 40 menit. dengan kelembaban RH_{indoor} 63 % dan temperatur *indoor* maksimal yang dapat dicapai didalam lemari yaitu 47,3 °C, laju pengeringan 34,75 gram/menit, SMER 4,83 kg/kWh, SEC 0,21 kWh/kg, k_{abb} 37,98 % dan k_{abk} yaitu 61,23 %.
- Massa pakaian 3,03 kg, lama waktu pengeringan yang dapat dicapai 52 menit. dengan kelembaban RH_{indoor} 72% dan

temperatur *indoor* maksimal yang dapat dicapai didalam lemari yaitu 42,6 °C, laju pengeringan 33,46 gram/menit, SMER 4,41 kg/kWh, SEC 0,23 kWh/kg, k_{abb} 36,48% dan k_{abk} yaitu 57,43%.

- Massa pakaian 4,17 kg, lama waktu pengeringan yang dapat dicapai 68 menit. dengan kelembaban RH_{indoor} 67% dan temperatur *indoor* maksimal yang dapat dicapai didalam lemari yaitu 43,2 °C, laju pengeringan 33,53 gram/menit, SMER 4,36 kg/kWh, SEC 0,23 kWh/kg, k_{abb} 35,35% dan k_{abk} yaitu 54,68%.
- Massa pakaian 5,69 kg, lama waktu pengeringan yang dapat dicapai 117 menit. dengan kelembaban RH_{indoor} 67% dan temperatur *indoor* maksimal yang dapat dicapai didalam lemari yaitu 45,8 °C. laju pengeringan 26,50 gram/menit, SMER 3,22 kg/kWh, SEC 0,31 kWh/kg, k_{abb} 35,27% dan k_{abk} yaitu 54,48%.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Antara SEC dengan Waktu Pengering Pakaian dengan Cara Memanaskan Lemari selama 30 Menit Sebelum Pakaian Dikeringkan Didalam Lemari.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan, yaitu laju pengeringan yang dilakukan dengan pengeringan langsung tanpa memanaskan ruangan pada lemari lebih cepat waktu pengeringannya dibandingkan dengan pemanasan awal lemari pengering selama 30 menit, laju pengeringan yang dapat dicapai yaitu 36 menit – 126 menit, SEMER 6,91 kg/kWh – 0,09 kg/kWh dan SEC 0,15 kWh/kg – 14,28 kWh/kg. Sedangkan laju pengeringan secara langsung yaitu ((29 menit + 30 menit = 59 menit – 147 menit), SMER 6,90 kg/kWh – 0,07 kg/kWh, SEC 0,15 kWh/kg – 14,13 kWh/kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita, Himsar. Nasution, Abdul Halim. Siahaan, Nelson M. Kawai, Hideki. 2016. Performance of a clothes drying cabinet by utilizing waste heat from a split-type residential air conditioner. *Case Studies in Thermal Engineering*, 8, pp. 105-114.
- Bernando, Zakaria. 2014. Rancang bangun kompresor dan pipa kapiler Untuk mesin pengering pakaian sistem pompa Kalor dengan daya 1 Pk. *Jurnal Teknik Mesin*. Universitas Sumatera Utara.
- Denkenberger, Dave.PhD. 2013. *Analysis of Potential Energy Savings from Pump Heat Clothes Dryers in North America*.
- Manurung, Tyson Marudut. 2014. Rancang Bangun Evaporator Untuk Mesin Pengering Pakaian Sistem Pompa Kalor Dengan Daya 1 PK. Universitas Sumatera Utara.
- Marbun, Immanuel Sp. 2015. Rancang Bangun Alat Pengering Pakaian Sistem Hibrida Dengan Kapasitas Ruang Pengering Satu Meter Kubik, Universitas Sumatera Utara.
- Meyers, Steve. 2010. *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, the University of California*.
- Prasetyaningrum, Aji. 2010. rancang bangun *oven drying vaccum* dan aplikasinya sebagai alat pengering pada suhu rendah, *Jurnal Fakultas Teknik Undip Semarang*.
- Renaldi, Evan. 2015. Mesin pengering pakaian sistem terbuka dengan debit aliran udara 0,032 m³/s. *Jurnal Teknik Mesin*. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Siahaan, Syalimono. 2014. Analisa Perhitungan Konsumsi Dan Biaya Energi Untuk Mesin Pengering Pakaian Sistem Pompa Kalor Dengan Daya 1 PK. Universitas Sumatera Utara.
- T. M. I. Mahlia, C. G. Hor, H. H. Masjuki, M. Husmawan, M. Varman and S. Mekhilef. 2010. Clothes drying from room air conditioning waste heat: thermodynamics investigation. *The Arabian Journal for Science and Engineering*, 35(1B), pp. 339-351.