

# KARAKTERISTIK MESIN PENGERING PAKAIAN MENGUNAKAN AC (*AIR CONDITIONER*) DENGAN SIKLUS KOMPRESI UAP SISTEM UDARA TERBUKA

Tio Vani Nesri<sup>1</sup>, Azridjal Aziz<sup>1</sup> dan Rahmat Iman Mainil<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

E-mail : azridjal.aziz@gmail.com

## ABSTRAK

Tujuan utama penelitian ini adalah melakukan analisa pada karakteristik pengeringan pada mesin pengering pakaian. Karakteristik pengeringan mencakupi nilai laju ekstraksi air spesifik (SMER) dan nilai konsumsi energi spesifik (SEC). Mesin pengering menggunakan sistem pengkondisian udara. Komponen yang dimanfaatkan dari sistem pengkondisian udara tersebut adalah kondensor. Temperatur dari kondensor masih relatif tinggi sehingga bisa dimanfaatkan sebagai sumber panas untuk pengeringan pakaian. Penelitian menggunakan 2 metode pengujian. Pengujian tanpa pemanasan awal dan pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit pada mesin pengering. Dari pengujian didapatkan nilai SMER 3,420 kg/kWh – 4,120 kg/kWh dan nilai SEC 0,242 kWh/kg untuk pengujian tanpa pemanasan awal. Sedangkan untuk pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit didapat nilai SMER 3,689 kg/kWh – 4,282 kg/kWh dan nilai SEC 0,233kWh/kg-0,271 kWh/kg

Kata Kunci : pengeringan, kondensor, pemanasan, mesin pengering.

## ABSTRACT

*The main objective of this study was to analyze the characteristics of clothes drying in a dryer. Drying characteristics includes the value of specific water extraction rate (SMER) and the value of the specific energy consumption (SEC). Drying machine using the air conditioning system. The components are utilized from the air conditioning system is a condenser. The temperature of the condenser is still relatively high, therefore it can be used as a heat source for drying clothes. The study used two methods of testing. Tests without preheating and testing by preheating for 30 minutes in a dryer. SMER value of the test obtained 3,420 kg / kWh - 4.120 kg/kWh and 0.242 kWh SEC value for testing without preheating. As for testing with preheat for 30 minutes obtained value SMER 3.689 kg / kWh - 4.282 kg / kWh and SEC value 0,233 kWh/kg-0,271kWh*

**Keywords:** *Clothes Dryer, Air Conditioner, Heat Pump, Vapor Compression, SMER, SEC*

## PENDAHULUAN

Mencuci pakaian adalah salah satu pekerjaan rutin masyarakat sehari-hari di dalam rumah tangga maupun di tempat-tempat pelayanan umum seperti hotel, rumah sakit, jasa pencuci pakaian dan sebagainya. Pengeringan pakaian merupakan proses yang selalu dilakukan setelah proses pencucian pakaian (Sujiono, 2014). Masalah pengeringan dengan cara menjemur umumnya disebabkan cuaca yang mendung terutama di musim hujan. Sedangkan pengeringan dengan

mesin pengering yang menggunakan fosil atau listrik umumnya adalah mendapatkan energi tersebut semakin mahal. Mahalnya kedua energi tersebut sejalan dengan semakin langkanya energi fosil. Oleh karena itu banyak orang berupaya mencari alternatif lain untuk mendapatkan energi panas untuk mengeringkan pakaian. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan panas buang dari mesin pendingin (Sujiono, 2014).

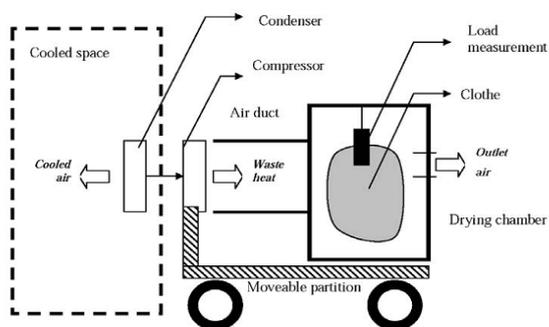
Pada kota-kota besar di Indonesia, demi kenyamanan umumnya digunakan siklus kompresi uap untuk melakukan pengkondisian udara. Pada

siklus ini, panas akan diserap dari ruangan yang akan dikondisikan dan bersama energi input dari kompresor akan dibuang di kondensor (Stoecker, 1992). Temperatur kondensor ini masih relatif tinggi (Ambarita, 2013, Suntivarakorn, 2010). Dari fakta ini penulis menyimpulkan bahwa panas yang terbuang dari kondensor yang masih relatif tinggi ini dapat digunakan sebagai sumber energi untuk pengeringan terutama untuk pengeringan pakaian.

### Teori Pengeringan

Teori pengeringan adalah proses perpindahan panas dan uap air secara simultan yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas. Pengeringan dengan menggunakan alat pengering dimana temperatur, kelembaban udara, kecepatan udara dan waktu dapat diawasi (Mujumdar, 2004).

Pengeringan menggunakan mesin pendingin dengan memanfaatkan panas buang pada mesin pendingin ruangan yang mana alat ini dirancang berupa lemari pakaian yang didalamnya terdapat kondensor. Kondensor inilah yang akan menghasilkan panas untuk proses pengeringan pakaian yang terdapat dalam lemari (Wicaksono, 2014, Kausik, 1995). Pemanfaatan panas buang mesin pendingin ruangan untuk pengeringan dapat menjadi alternatif pengering pakaian tanpa biaya tambahan pada daerah padat yang tidak memiliki halaman. Laju pengeringan berkisar antara 0,56 kg/jam sampai 0,75 kg/jam (Mahlia, 2010). Skema alat pengering pakaian dengan panas buang kondensor dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Alat pengering pakaian menggunakan AC (Mahlia, 2010).

### Karakteristik Pengeringan

Adapun hal-hal yang mencakup dalam karakteristik pengeringan dari mesin pengering pakaian adalah sebagai berikut (Ambarita, 2016) :

#### 1. Laju Pengeringan (*Drying Rate*)

Laju pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. Menghitung laju pengeringan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\dot{m}d = \frac{w_f - w_o}{t} \quad (1)$$

#### 2. Laju Ekstraksi Air Spesifik (SMER)

*Specific Moisture Extraction Rate* (SMER) merupakan perbandingan jumlah air yang dapat diuapkan dari bahan dengan energi listrik yang digunakan tiap jam atau energi yang dibutuhkan untuk menghilangkan 1 kg air. Dinyatakan dalam kg/kWh. Menghitung nilai SMER dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$SMER = \frac{\dot{m}d}{W_m + W_f} \quad (2)$$

#### 3. Laju konsumsi energi spesifik (SEC)

*Specific Energy Consumed* (SEC) Perbandingan energi yang dikonsumsi dengan kandungan air yang hilang dinyatakan dalam kWh/kg. Menghitung nilai SEC dapat menggunakan persamaan berikut :

$$SEC = \frac{1}{SMER} \quad (3)$$

## METODOLOGI

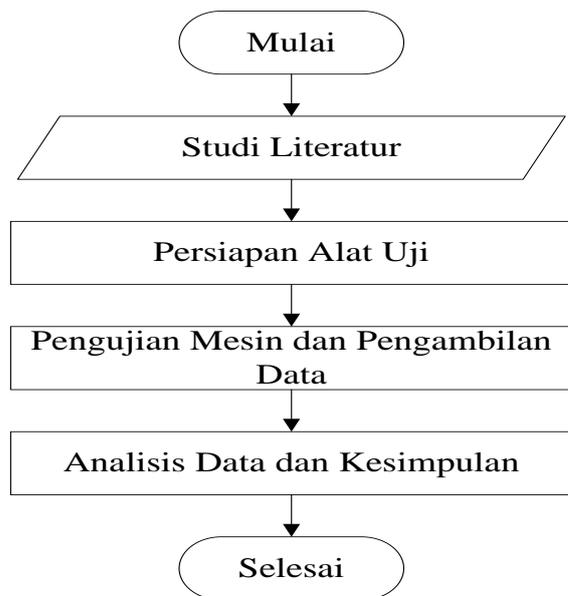
Alat ukur digunakan untuk mengukur besaran-besaran atau parameter pada pengujian. Alat ukur dipasang pada titik-titik yang perlu diuji dan diambil datanya. Alat ukur yang digunakan seperti *Load cell*, *Thermometer*, *RH meter*, *Volt meter* dan *Annemometer*. Bahan yang menjadi objek penelitian atau bahan uji pengeringan adalah kain sejenis handuk. Handuk yang akan dikeringkan merupakan handuk yang umum dipakai oleh masyarakat sehari-hari yang terbuat dari bahan *cotton*. Pengertian *cotton* adalah benang yang 100% terbuat dari serat kapas alami dan bukan *synthetic*. Bahan uji pengeringan dapat dilihat pada Gambar 2.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen pada bahan uji dengan melakukan pengambilan data di dalam ruangan dan pengolahan data secara menggunakan persamaan karakteristik pengeringan. Pada penelitian digunakan satu unit mesin pengering pakaian, dengan siklus udara terbuka memanfaatkan panas buang kondensor. Bahan uji terlebih dulu dikurangi kadar airnya dengan proses *spinning* pada mesin cuci. Tahapan

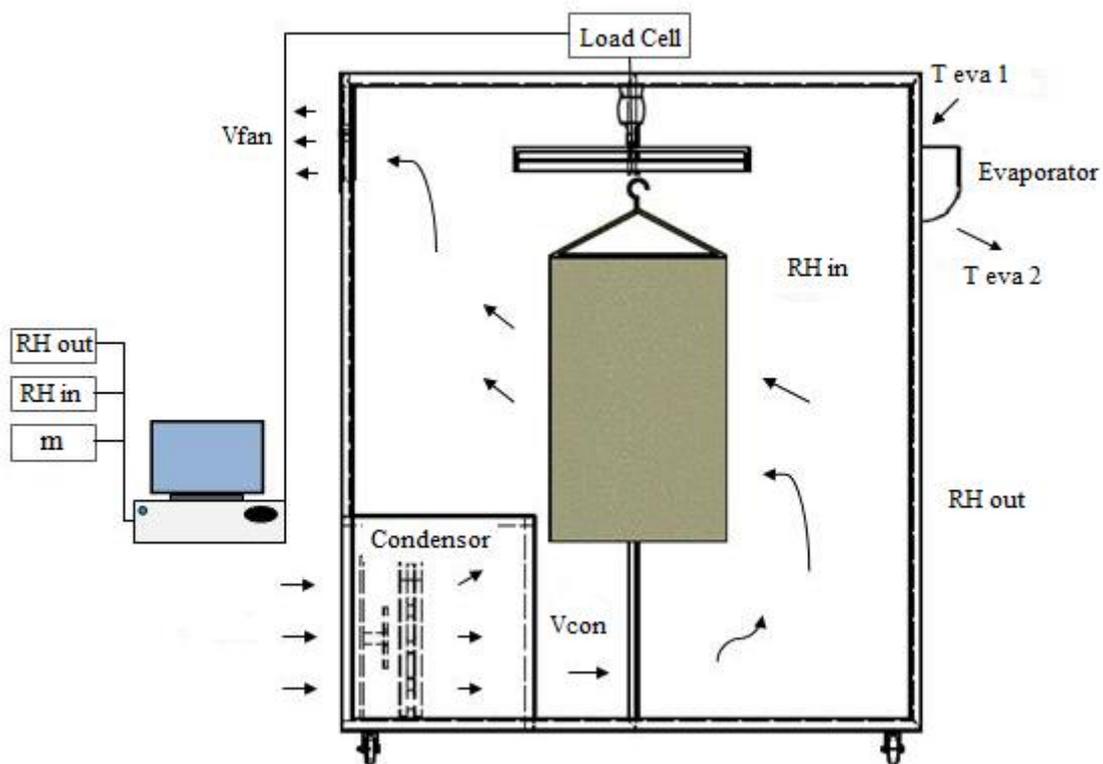
pengujian dapat dilihat pada diagram alur pada Gambar 3.



Gambar 2. Bahan uji.



Gambar 3. Tahapan pengujian.



Gambar 4. Skematik pengambilan data

Adapun skematik mesin pengering dalam pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.

Proses yang dilakukan dalam pengambilan data sebagai berikut :

1. Pengambilan data dilakukan di dalam ruangan. Perubahan temperatur sekitar dan kelembaban dalam penelitian ini

diabaikan, karena temperatur sekitar dan kelembabannya selalu berubah-ubah sesuai cuaca.

2. *Thermocouple*, *hygrometer* dan timbangan digital yang digunakan sudah dikalibrasi.

3. Memeriksa kipas berkerja dengan baik. Serta saluran pembuangan air tidak tersumbat.
4. Alat bantu penelitian diletakkan pada tempat yang sudah ditetapkan.
5. Kemudian mencatat massa kosong (rangka dan *hanger*). Selanjutnya timbang dan catat massa beban (handuk) kering.
6. Memasahi dan memeras handuk sampai air tidak menetes kembali. Kemudian timbang dan catat massa beban basah awal ( $w_o$ ). Untuk percobaan selanjutnya massa beban basah awal ( $w_f$ ) harus didapat hasil yang sama dengan pengujian pertama.
7. Pada pengujian pertama, dengan cara pengujian langsung tanpa pemanasan pada alat pengering. Pengujian dilakukan dengan 5 variasi beban, yaitu 5 kg, 4 kg, 3 kg, 2 kg dan 1 kg.
8. Setelah beban (handuk) dimasukan kemudian pintu ditutup dan catat data yg tertera pada alat ukur per 5 menit.
9. Pada pengujian kedua, dengan cara melakukan pemanasan pada alat pengering selama 30 menit. Pengujian juga dilakukan dengan 5 variasi beban yang sama dengan pengujian pertama.

Adapun data yang dicatat dan selanjutnya akan dilakukan analisa pada pengujian antara lain sebagai berikut :

1. Berat bahan yang akan dikeringkan ( $w$ )
2. Waktu pengeringan ( $t$ )
3. Temperatur ( $T$ )
4. Kelembaban udara (RH)
5. Kecepatan aliran udara ( $v$ )
6. Daya mesin pengeringan ( $W$ )

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian tanpa pemanasan awal

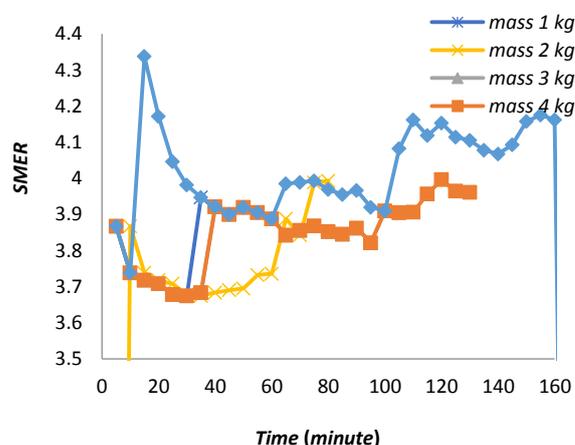
Pada pengujian tanpa pemanasan awal dengan massa 5 kg membutuhkan waktu selama 165 menit untuk pengeringan, dengan laju pengeringan sebesar 1,330 kg/jam. Untuk nilai ekstraksi air spesifik atau SMER sebesar 4,006 kg/kWh dan nilai konsumsi listrik spesifik atau SEC adalah 0,249 kWh/kg.

Pada pengujian tanpa pemanasan awal dengan massa 4 kg membutuhkan waktu selama 130 menit untuk pengeringan, dengan laju

pengeringan sebesar 1,157 kg/jam. Untuk nilai ekstraksi air spesifik atau SMER sebesar 3,465 kg/kWh dan nilai konsumsi listrik spesifik atau SEC adalah 0,288 kWh/kg.

Pada pengujian tanpa pemanasan awal dengan massa 3 kg membutuhkan waktu selama 100 menit untuk pengeringan, dengan laju pengeringan sebesar 1,200 kg/jam. Untuk nilai ekstraksi air spesifik atau SMER sebesar 3,582 kg/kWh dan nilai konsumsi listrik spesifik atau SEC adalah 0,279 kWh/kg.

Pada pengujian tanpa pemanasan awal dengan massa 2 kg membutuhkan waktu selama 70 menit untuk pengeringan dengan laju pengeringan sebesar 1,372 kg/jam. Untuk nilai ekstraksi air spesifik atau SMER sebesar 4,120 kg/kWh dan nilai konsumsi listrik spesifik atau SEC adalah 0,242 kWh/kg. Pada pengujian tanpa pemanasan awal dengan massa 1 kg membutuhkan waktu selama 40 menit untuk pengeringan dengan laju pengeringan sebesar 1,156 kg/jam. Untuk nilai ekstraksi air spesifik atau SMER sebesar 3,420 kg/kWh dan nilai konsumsi listrik spesifik atau SEC adalah 0,292 kWh/kg. Grafik perbandingan nilai SMER dan nilai SEC setiap variasi massa terhadap waktu pengeringan dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai SMER setiap variasi massa terhadap waktu pengeringan pada pengujian tanpa pemanasan awal

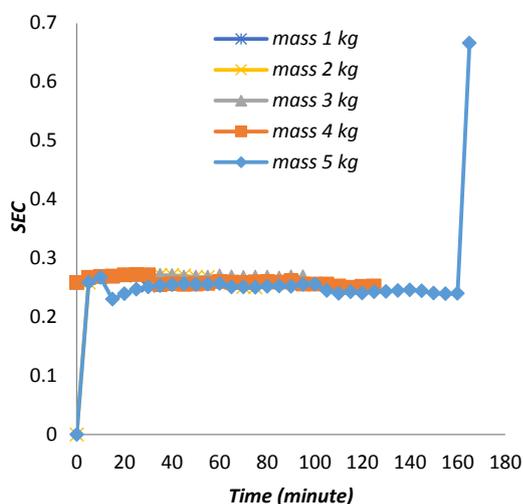
### Pengujian dengan pemanasan awal 30 menit

Pada pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit dengan massa 5 kg membutuhkan waktu selama 155 menit untuk pengeringan dengan laju pengeringan sebesar 1,413 kg/jam. Untuk nilai ekstraksi air spesifik atau SMER sebesar 4,282

kg/kWh dan nilai konsumsi listrik spesifik atau SEC adalah 0,233 kWh/kg.

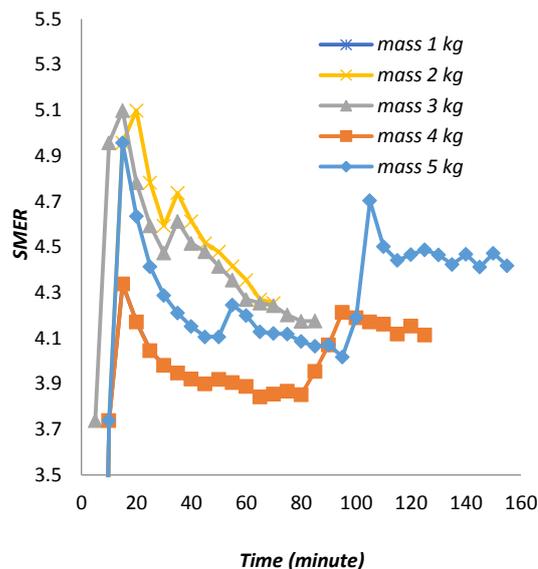
Pada pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit dengan massa 4 kg membutuhkan waktu selama 125 menit untuk pengeringan dengan laju pengeringan sebesar 1,320 kg/jam. Untuk nilai ekstraksi air spesifik atau SMER sebesar 3,952 kg/kWh dan nilai konsumsi listrik spesifik atau SEC adalah 0,253 kWh/kg.

Pada pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit dengan massa 3 kg membutuhkan waktu selama 90 menit untuk pengeringan dengan laju pengeringan sebesar 1,333 kg/jam. Untuk nilai ekstraksi air spesifik atau SMER sebesar 3,967 kg/kWh dan nilai konsumsi listrik spesifik atau SEC adalah 0,252 kWh/kg.

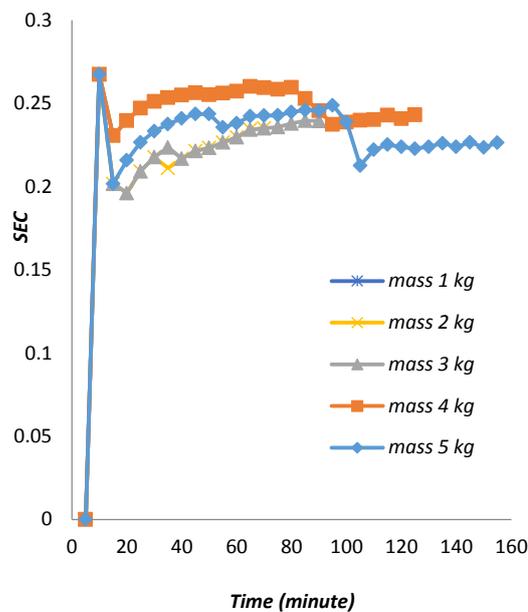


**Gambar 6. Grafik perbandingan nilai SEC setiap variasi massa terhadap waktu pengeringan pada pengujian tanpa pemanasan awal**

Pada pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit dengan massa 2 kg membutuhkan waktu selama 70 menit untuk pengeringan dengan laju pengeringan sebesar 4,120 kg/jam. Untuk nilai ekstraksi air spesifik atau SMER sebesar 3,967 kg/kWh dan nilai konsumsi listrik spesifik atau SEC adalah 0,242 kWh/kg. Pada pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit dengan massa 1 kg membutuhkan waktu selama 35 menit untuk pengeringan dengan laju pengeringan sebesar 1,320 kg/jam. Untuk nilai ekstraksi air spesifik atau SMER sebesar 3,689 kg/kWh dan nilai konsumsi listrik spesifik atau SEC adalah 0,271 kWh/kg. Grafik perbandingan nilai SMER dan nilai SEC setiap variasi massa terhadap waktu pengeringan dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



**Gambar 7. Grafik perbandingan nilai SMER setiap variasi massa terhadap waktu pengeringan pada pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit**



**Gambar 8. Grafik perbandingan nilai SEC setiap variasi massa terhadap waktu pengeringan pada pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit**

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit pada alat pengering lebih cepat laju pengeringan dari pada pengujian langsung tanpa pemanasan. Laju pengeringan untuk setiap pengujian dan setiap variasi massa berkisar antara 1,156 kg/jam – 1,413 kg/jam.

Hasil perhitungan nilai SMER untuk pengeringan setiap pengujian dan setiap variasi massa diperoleh jumlah uap air yang mampu dihilangkan dari bahan uji (handuk) tiap 1 kWh berkisar antara 3,420 kg – 4,281 kg. Perhitungan nilai SEC untuk pengeringan setiap pengujian dan setiap variasi massa diperoleh energi yang dikonsumsi untuk menghilangkan 1 kg uap air dari bahan uji (handuk) antara 0,242 kWh – 0,292 kWh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita, Himsar, 2013. Kajian awal Sistem Pengeringan Yang Digunakan Di Kota Medan, Laporan Akhir, Teknik Mesin USU, 2013.
- Ambarita, Himsar. 2016 Kinerja Lemari Pengeriing Pakaian dengan Pemanfaatan Panas Buang Pengkondisian Udara Tipe Split Perumahan. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Kausik, S.C., Singh, M., 1995. Feasibility and design studies for heat recover from a refrigeration system with a canopus heat exchanger , *heat recovery & CHP, Vol 15*, p:665-673.
- Mahlia, T.M.i, Hor, C.G., Masjuki, H.H., Husnawan, M., Varman, M., Mekhilef,S., 2010. *clothes drying from room air conditioning waste heat: thermodynamics investigation, the Arabian journal for science and engineering*, vol 35, no 1b, pp:339-351.
- Mujumdar, A.S. 2004. *Research and Development in Dring: Recent Trends and Future Prospect, Drying Technology*.
- Mujumdar, A.S. 2004. *Research and Development in Dring: Recent Trends and Future Prospect, Drying Technology*.
- Stoecker,W.J, Jerold, J.W., 1992. *Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara*, Erlangga, Jakarta.
- Sujiono, Adventus. 2014. Studi Eksperimental Karakteristik Pengeringan Pakaian Dengan Memanfaatkan Panas Buang Mesin Pendingin
- Suntivarakorn, P., Satmarong, S., Benjapiyaporn, C.,Theerakulpisut, S., 2010. An Experimental Study on Clothes Drying Using Waste Heat From Split Type Air Conditioner, *International Jurnal of Aerospace and Mechanical Engineering*.
- Wicaksono, Bartholomeus Damar Adi . 2014. Pemanfaatan Panas Buang Mesing Pendingin Untuk Pengeriing Pakaian. Jurnal Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.