



Analisa Pengaruh Jenis *Refrigerant* terhadap Laju Pengeringan Pakaian dengan Menggunakan Energi Panas Buangan Kondensor *Air Conditioner*

Arif Mulyanto*, I. M. Nuarsa, M. Pauzi Putra

Universitas Mataram Jl. Majapahit 62 Mataram NTB (83127), Indonesia

*Corresponding author: arifmulyanto@unram.ac.id

(Diterima: Nopember 2020 / Direvisi: 13 November 2021 / Diterima: 14 Juli 2021)

ABSTRACT

Until now, air conditioner (AC) just used to control air for human comfort. There is energy wasted from the condenser which can be used as a heat source for clothes dryer. The research is conducted to determine the refrigerant which has the best performance for the clothes dryer. Three types of refrigerants, R-22, R-32, and R-410a, are used as coolants in air conditioner. 15 spinner-dried wet clothes were used as the drying load. Hot air exits the condenser drying the wet shirt. The highest drying rate gained when using R-32, 0.022 kg/min with 60 minutes of drying time and 23.02% efficiency. while R-40, 0.022 kg/min drying rate, with 60 minutes of drying time and 24.74 efficiency. While the highest efficiency obtained by R-22, 35.70%, with 0.018 kg/min of drying rate and 75 minutes of drying time.

Keywords:

Efficiency
Condenser
Drying
Refrigerant

ABSTRAK

Sampai saat ini air conditioner (AC) hanya digunakan untuk mengatur udara demi kenyamanan manusia. Terdapat energi yang terbuang dari kondensor yang dapat digunakan sebagai sumber panas untuk pengering pakaian. Penelitian dilakukan untuk mengetahui refrigeran yang memiliki performa terbaik untuk pengering pakaian. Tiga jenis *refrigerant*, R-22, R-32, dan R-410a, digunakan sebagai pendingin pada AC. 15 pakaian basah yang dikeringkan dengan pemintal digunakan sebagai beban pengeringan. Udara panas keluar dari kondensor yang mengeringkan baju basah. Laju pengeringan tertinggi diperoleh saat menggunakan *Refrigerant* R-32 sebesar 0,022 kg / menit dengan waktu pengeringan 60 menit dan efisiensi 23,02%, sedangkan R-40, laju pengeringan 0,022 kg / menit, waktu pengeringan 60 menit dan efisiensi 24,74. Sedangkan efisiensi tertinggi diperoleh R-22 yaitu 35,70% dengan laju pengeringan 0,018 kg / menit dan waktu pengeringan 75 menit.

Kata kunci:

Efisiensi
Kondensor
Pengeringan
Refrigeran

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki dua musim, musim kemarau dan musim hujan. Pada saat musim hujan, masyarakat susah menjermur pakaian. Terkait dengan hal itu maka dibutuhkan suatu alat yang bisa digunakan untuk mengeringkan pakaian saat musim hujan dan yang energinya berasal dari *recovery* energi terbuang. Salah satu energi terbuang yang dijumpai adalah pembuangan panas kondensor pada sistem tata udara. Potensi energi terbuang pada sistem pengkondisian udara *air conditioner* (AC) adalah 3 sampai 5 kali energi input pada sistem AC. Besarnya laju energi yang terbuang pada sistem AC sama dengan daya input yang diberikan ke sistem ditambah dengan daya pendinginan di evaporator (Suarnadwipa dan Bandem, 2017).

Pengeringan terbagi menjadi dua yaitu pengering alami (menggunakan sinar matahari) dan pengering buatan (menggunakan bantuan alat). Pada pengeringan sinar matahari, produk yang akan dikeringkan langsung dijemur terkena sinar matahari, sedangkan pada pengering buatan, produk yang akan dikeringkan diletakkan di dalam suatu alat pengering (Panggabean dkk, 2017).

Pada dasarnya prinsip dari mesin pengering pakaian adalah melewatkan udara kering dan panas ke dalam ruang pengering pakaian. Fluida kerja yang dipergunakan di dalam proses pengeringan pakaian ini adalah udara. Udara dimasukkan ke dalam ruang pengering pakaian, dengan bantuan kipas. Udara yang masuk ruang pengering pakaian dikondisikan sedemikian rupa agar mempunyai kemampuan untuk mengeringkan pakaian. Ketika udara melintasi pakaian basah, udara akan menyerap air yang melekat pada pakaian kemudian udara keluar dari ruang pengering dengan kelembaban udara spesifik yang meningkat, demikian juga dengan kelembaban relatifnya. Pada proses ini, suhu udara menjadi menurun (Purwadi, 2017).

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 sisa dari AC untuk pengering 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.

Ameen dan Bari (2004) melakukan penelitian pengeringan pakaian dengan memanfaatkan panas buangan kondensor dari sebuah AC split domestik yang banyak dijumpai di gedung-gedung apartemen. Ruang pengering dihubungkan pada unit kondensor agar panas buangan dapat mengalir ke sisi pakaian. Hasil yang diperoleh adalah laju pengeringan 0,424 kg/jam dibandingkan dengan 0,319 kg/jam dengan pengeringan komersial dan 0,139 kg/jam dengan pengeringan alami, sedangkan konsumsi energi yang dibutuhkan adalah 1,909 kWh/kg. Dari hasil penelitian yang dilakukan (Hermawan dan Idris, 2014) diperoleh bahwa udara panas yang dibuang dari kondensor AC temperaturnya dapat mencapai maksimum 53,5°C dengan rata-ratanya adalah 47,47°C, sedangkan kalor yang dilepaskan sebesar 0,84 kW. Setiap 1 kg udara kering menyerap panas sebesar 24,471 kJ dengan volume 0,936 m³. Potensi penyerapan uap air oleh udara adalah 2 g/kg udara kering atau 91,76 gr uap air per menit.

Nesri dkk (2010) telah melakukan penelitian pengering pakaian dengan menggunakan AC dan sistem udara terbuka. Pengujian tanpa pemanasan awal dan pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit pada mesin pengering menghasilkan nilai *specific moisture extraction rate* 3,420 kg/kWh – 4,120 kg/kWh dan nilai *specific energy consumption* 0,242 kWh/kg. Sedangkan untuk pengujian dengan pemanasan awal selama 30 menit didapat nilai *specific moisture extraction rate* 3,689 kg/kWh – 4,282 kg/kWh dan nilai *specific energy consumption* 0,233kWh/kg-0,271 kWh/kg.

Penelitian Nugroho (2018) berupa mesin pengering pakaian sistem udara terbuka menggunakan komponen AC split mampu mengeringkan 20 pakaian basah seberat 4,97 kg yang telah diperas mesin cuci selama 56 menit dengan tambahan 1 kipas dan selama 67 menit bila tidak ada tambahan kipas.

2. Metodologi

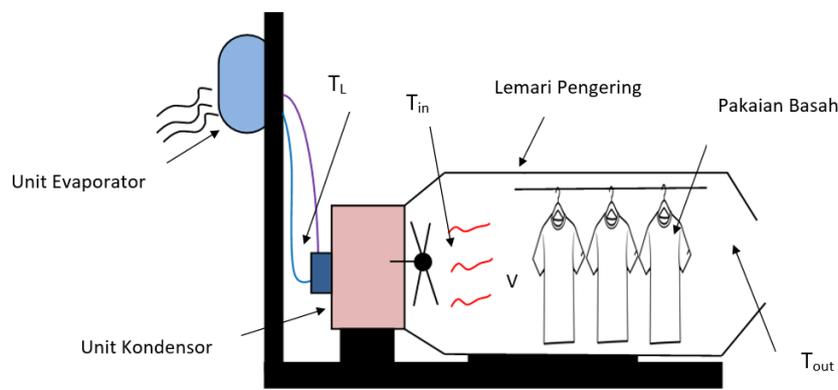
Penelitian ini berupa eksperimen yang menggunakan sumber panas dari panas buang kondensor AC. Tiga jenis *refrigerant*, yaitu R-22, R-410a, dan R-32 digunakan sebagai fluida pendingin pada mesin AC. Beban pengeringan berupa 15 buah kaos basah yang telah diperas dengan mesin cuci.

2.1. Material

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini satu unit AC split, *anemometer*, termometer digital, *stopwatch*, timbangan digital, meteran, paku, palu, triplek, dan pakaian berjenis kaos bahan 100% katun.

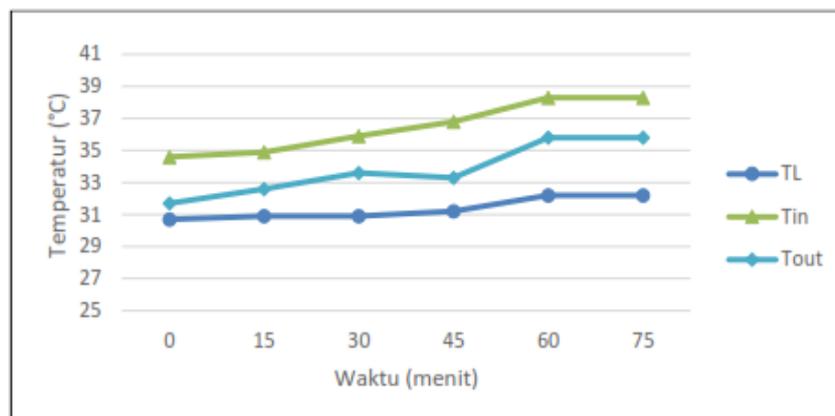
2.2. Prosedur

Ketika mesin pengkondisi udara dinyalakan, maka udara lingkungan dialirkan melewati kondensator kemudian masuk ruang pengering kemudian keluar ruang pengering setelah diambil panasnya. Skema penelitian dapat dilihat pada gambar 1. Temperatur udara dicatat pada lokasi sebelum kondensator, sebelum dan setelah melewati kaos basah. Kecepatan angin keluar kondensator dicatat. massa kaos ditimbang. Daya listrik dicatat. Pencatatan dilakukan tiap 15 menit.

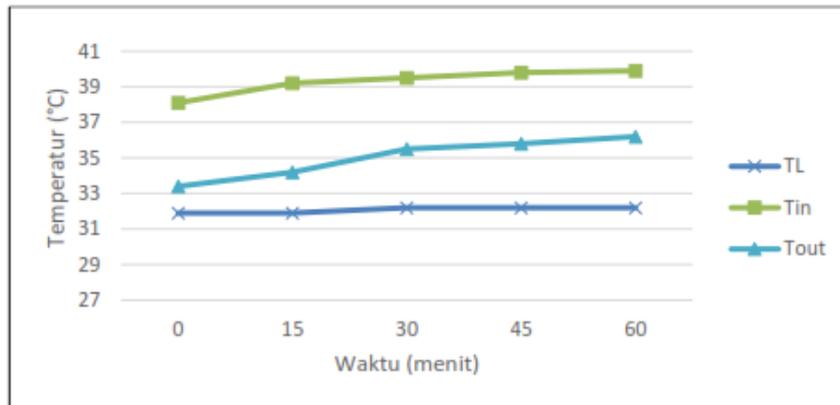


Gambar 1. Skema penelitian.

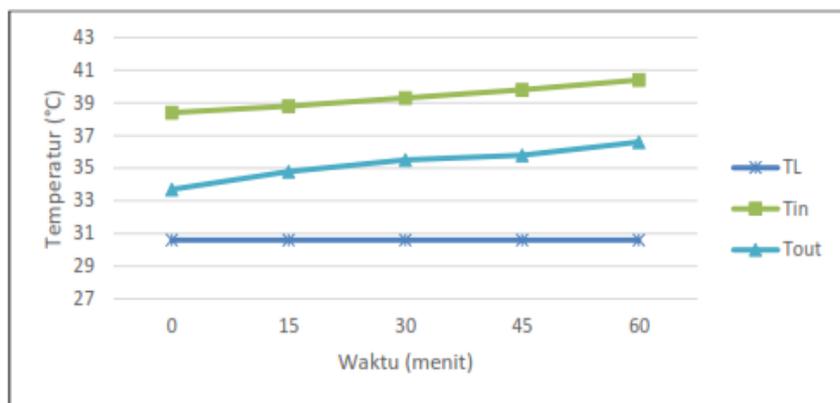
3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 2. Hubungan waktu pengeringan dengan temperatur menggunakan R 22

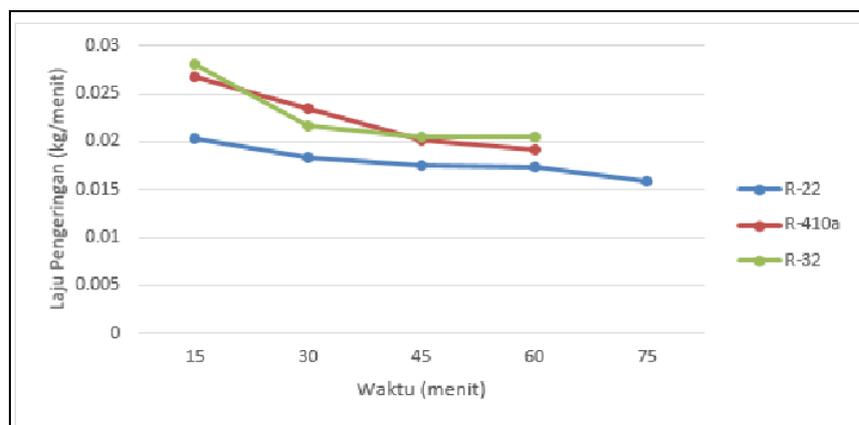


Gambar 3. Hubungan waktu pengeringan dengan temperatur menggunakan R 410a



Gambar 4. Hubungan waktu pengeringan dengan temperatur menggunakan R 32

Gambar 2 sampai 4 menunjukkan temperatur selama proses pengeringan. Untuk R-32 dan R-410a mempunyai temperatur rata-rata udara masuk ke lemari pengering (Tin) sekitar 39°C yang disebabkan tekanan kerja dari kedua *refrigerant* ini sama, yaitu pada 140 psi.



Gambar 5. Laju pengeringan terhadap waktu

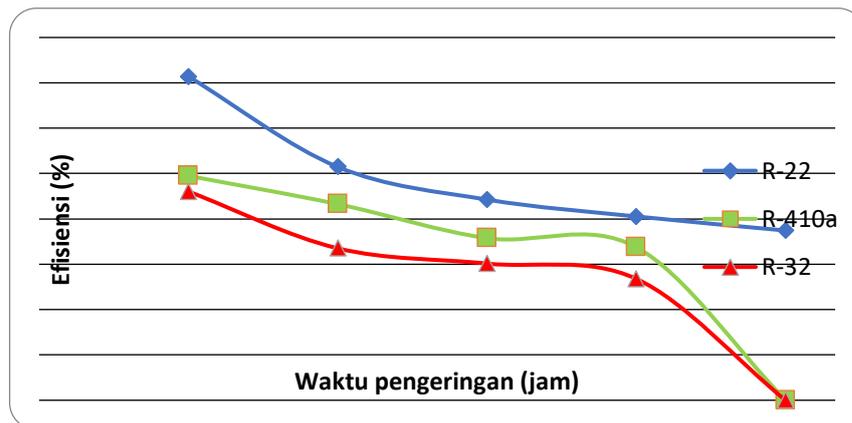
Dari gambar 5 dapat dilihat laju pengeringan tertinggi terjadi pada refrigerant R-32 mencapai 0,028 kg/menit dengan rata-rata 0,022 kg/menit. Laju pengeringan menggunakan

R-410a mencapai 0,027 kg/menit dengan rata-rata 0,022 kg/menit, dan laju pengeringan menggunakan R-22 mendapat 0,020 kg/menit dengan rata-rata 0,018 kg/menit.

Rumus laju pengeringan menggunakan persamaan :

$$\dot{m} = \frac{m_{t1} - m_{t2}}{t} \quad (1)$$

dimana m_{t1} adalah massa pada saat t_1 , m_{t2} adalah massa pada saat t_2 dan t adalah selang waktu pengukuran antara m_{t1} dan m_{t2}



Gambar 6. Efisiensi pengeringan

Pada gambar 6 menunjukkan efisiensi pengeringan pada masing-masing *refrigerant* Efisiensi pengeringan tertinggi ditunjukkan oleh refrigerant R-22 yang mencapai 35,700 % dengan rata-rata 24,507 % sedangkan R-410a mendapat 24,741 % dengan rata-rata 20,279 %, dan R-32 mendapat 23,016 % dengan rata-rata 17,057 %.

Besarnya efisiensi didapatkan dari persamaan :

$$\eta = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{Q_{in}} \quad (2)$$

di mana :

$$Q_1 = m_k c_{pp} (T_2 - T_1) \quad (3)$$

$$Q_2 = m_a c_{pa} (T_2 - T_1) \quad (4)$$

$$Q_3 = m_{au} (h_g - h_f) \quad (5)$$

$$Q_{in} = \dot{m}_u c_{pudara} (T_2 - T_1) t \quad (6)$$

dengan Q_1 adalah panas sensibel kaos kering (kJ), Q_2 adalah panas sensibel air didalam kaos basah (kJ), Q_3 adalah panas laten air yang menguap (kJ) dan Q_{in} adalah panas yang diberikan oleh udara setelah kondensor (kJ).

4. Kesimpulan

- Tipe *refrigerant* R-32 dan R-410a mempunyai laju pengeringan yang lebih cepat dibanding R-22,
- Perbedaan tekanan dari setiap jenis *refrigerant* ini berpengaruh terhadap temperature panas buangan kondensornya.

- Efisiensi tertinggi didapat oleh *refrigerant* R-22 , kemudian R-410a dan yang terkecil R-32

Referensi

- Ameen, A., and Saiful Bari, 2004, *Investigation Into The Effectiveness Of Heat Pump Assisted Clothes Dryer For Humid Tropic*, Energi Conversion And Management, pp. 137-1405.
- Hermawan, I., Iswandi Idris, 2014, *Kajian Potensi Energi Panas Buangan Dari Air Conditioner (AC)*, Jurnal Teknovasi, Volume 01, No 02, Hal 1-7.
- Mahlia., T.M.I., H.H. Masjuki, M. Husnawan, M. Varman, S. Mekhilef, 2010, *Clothes Drying From Room Air Conditioning Waste Heat : Thermodynamics Investigation*, The Arabian Jurnal For Science And Engineering, Volume35, Number 1B, 339-351.
- Nesri, T.V., Azridjal, A., Rahmat, I.M., 2016, *Karakteristik Mesin Pengering Pakaian Menggunakan Ac (Air Conditioner) Dengan Siklus Kompresi Uap Sistem Udara Terbuka*, Jurnal Sains Dan Teknologi, Volume 02, Hal 63-68.
- Nugroho, D.A.C., 2018, *Mesin Pengering Pakaian Sistem Udara Terbuka Dengan Menggunakan Komponen AC Split Dengan Satu Kipas Dan Tanpa Kipas*, Skripsi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Panggabean, T., Arjuna Neni Triana, Ari Hayati, 2017, *Kinerja Pengeringan Gabah Menggunakan Alat Pengering Tipe Rak Dengan Energi Surya, Biomassa, dan Kombinasi*, Jurnal Ilmiah Agritech, Volume 37, No 2, Hal 229-235.
- Purwadi, PK., 2017, *Mesin Pengering Kapasitas Lima Puluh Baju Sistem Tertutup*, Jurnal Ilmiah Widya Teknik, Volume 16, No 2 2017.
- Suarnadwipa, N., Bandem, I.W.B., 2017, *Potensi Pemanfaatan Energi Buangan Kondensor Untuk Pengeringan Pakaian*, Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, SENASTEK IV, Vol. 2507, No. 1- 2.