

# KAJI EKSPERIMENTAL STANDBY MODE BEBAN 1000 WATT PADA RESIDENTIAL AIR CONDITIONING HIBRIDA SEBAGAI PENYEJUK UDARA RUANGAN DAN PEMANAS AIR/PENGERING

Dicky Ikhwandi<sup>1</sup>, Azridjal Aziz<sup>2</sup>, Rahmat Iman Mainil<sup>3</sup>

Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

<sup>1</sup>dickyikhwan9955@gmail.com, <sup>2</sup>azridjal.aziz@gmail.com, <sup>3</sup>rahmat.iman@gmail.com

## Abstract

*In the Air Conditioning engine, the resulting cooling effect is used to cool the room and the heat effect that is simply thrown into the environment. While, the Hybrid Residential Air Conditioning machine is utilizes the cooling effect and the simultaneous heating effect of the refrigeration machine. Chiller is a cooling system that uses cooling media (water or brine) and HCR-22 as a working fluid. The purpose of this study is to determine the consumption of electrical energy, by using standby mode method with 1000 Watt cooling load in this research got the average value Coefficient Of Performance (COP) of 2.471, average value Performance of Factor(PF) of 3.43, average value Total of Performance (TP) of 5.90. For the average temperature in the cooling chamber is 28.20 °C, the average temperature in the heating chamber is 44.64 °C, with an average compressor power of 1.2680 kW and electricity consumption in 2 hours of working of 2.5359 kWh.*

*Keywords: Air Conditioning, Hybrid Residential, Chiller, Performance, Temperature, Compressor, Electricity.*

## 1. Pendahuluan

Pengondisian udara tidak hanya berfungsi sebagai pendingin saja, tetapi harus dapat menghasilkan udara nyaman. Mesin refrigerasi adalah jenis mesin konversi energi, dimana sejumlah energi dibutuhkan untuk menghasilkan efek pendinginan [1]. Yang lebih penting adalah untuk memberikan rasa nyaman (*comfort air conditioning*), yaitu proses perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembaban, kebersihan dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang berada didalamnya [2].

Berbagai pengembangan telah dilakukan pada mesin refrigerasi kompresi uap untuk mendapatkan efisiensi dan prestasi yang lebih baik. Salah satu pengembangan tersebut adalah dengan membuat sistem refrigerasi hibrida. Pada sistem refrigerasi hibrida ini, mesin dapat berfungsi sebagai mesin pendingin dan pompa kalor. Efek pendingin yang dihasilkan oleh evaporator dan efek pemanasan dihasilkan kondensor [3]. Efek pemanas yang dihasilkan oleh kondensor dapat digunakan untuk berbagai macam kebutuhan seperti pemanas (*heater*) atau pengering (*dryer*) [4].

Salah satu keunggulan dari sistem *refrigerasi hibrida* adalah peningkatan efisiensi penggunaan energi, tetapi karena kedua sisinya sudah dimanfaatkan maka perubahan pada suatu sisi diharapkan tidak akan mempengaruhi proses disisi yang lainnya. Untuk tujuan inilah maka mesin *refrigerasi hibrida* umumnya dilengkapi dengan penambahan *thermal energy storage* [5].

*Chiller* merupakan salah satu jenis sistem pendingin yang digunakan untuk mendinginkan cairan (air atau *brine*) dengan menggunakan refrigeran dan cairan *brine* berfungsi sebagai *secondary refrigerant* secara tidak langsung untuk mendinginkan ruangan. Cairan *brine* yang dimaksud ialah *coolant*. Penggunaan cairan *brine* dikarenakan titik beku yang terdapat pada cairan *brine* mencapai -15 °C sedangkan titik beku air hanya mencapai 0 °C. Cairan *brine* akan disirkulasikan untuk menyerap kalor dari ruangan. Kalor akan dibawa cairan *brine* untuk diserap oleh evaporator sebagai beban pendinginan yang harus ditanggulangi. Penyerapan kalor pada evaporator terjadi dengan cara refrigeran yang memiliki temperatur dan tekanan rendah menyerap kalor dari cairan *brine* sampai tercapai titik temperatur penguapan refrigeran. Cairan *brine* yang telah didinginkan akan disirkulasikan kembali untuk menyerap kalor dari ruangan yang dikondisikan temperaturnya [6].

Dalam pengoperasian mesin refrigerasi siklus kompresi uap hibrida ini juga membutuhkan refrigeran sebagai fluida kerja. Refrigeran adalah fluida kerja yang digunakan untuk mentransfer panas didalam siklus refrigerasi. Pada sistem kompresi uap, refrigeran menyerap kalor dari suatu ruang melalui proses evaporasi dan membuang kalor ke ruang lain melalui proses kondensasi. Sifat – sifat yang dipertimbangkan dalam memilih refrigeran adalah sifat kimia, sifat fisik, dan sifat termodinamika.

Berdasarkan sifat – sifat kimianya refrigeran yang baik yaitu tidak beracun, tidak bereaksi dengan komponen refrigerasi, dan tidak mudah terbakar, serta

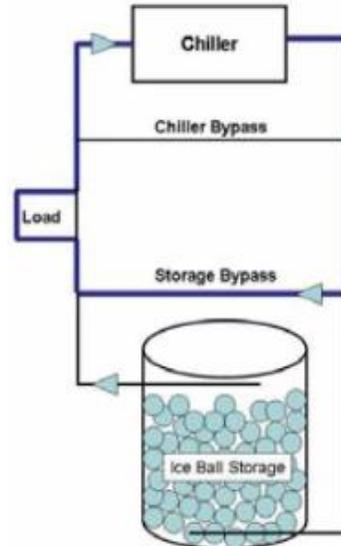
tidak berpotensi menimbulkan pemanasan global (*non-GWP (Global Warming Potential)*) dan tidak merusak lapisan ozon (*non-ODP (Ozon Depleting Potential)*) [7].

Salah satu refrigeran hidrokarbon yang direkomendasikan untuk digunakan pada *AC Window*, *AC Split* dan sejenisnya yaitu HCR-22 atau Musicool 22 yang diproduksi oleh Pertamina Unit Pengolahan III Plaju. Musicool adalah refrigeran hidrokarbon yang ramah lingkungan. Banyak jenis refrigeran merupakan perusak lapisan ozon dan dapat menimbulkan efek rumah kaca.

Pada penelitian ini bertujuan mengetahui nilai COP, TP, PF, temperature pada ruang pendingin dan ruang pemanas serta daya kerja kompresor pada alat uji ini. Dengan menggunakan HCR-22 sebagai fluida kerja, untuk pengambilan data menggunakan metode *standby mode* beban pendinginana 1000 Watt.

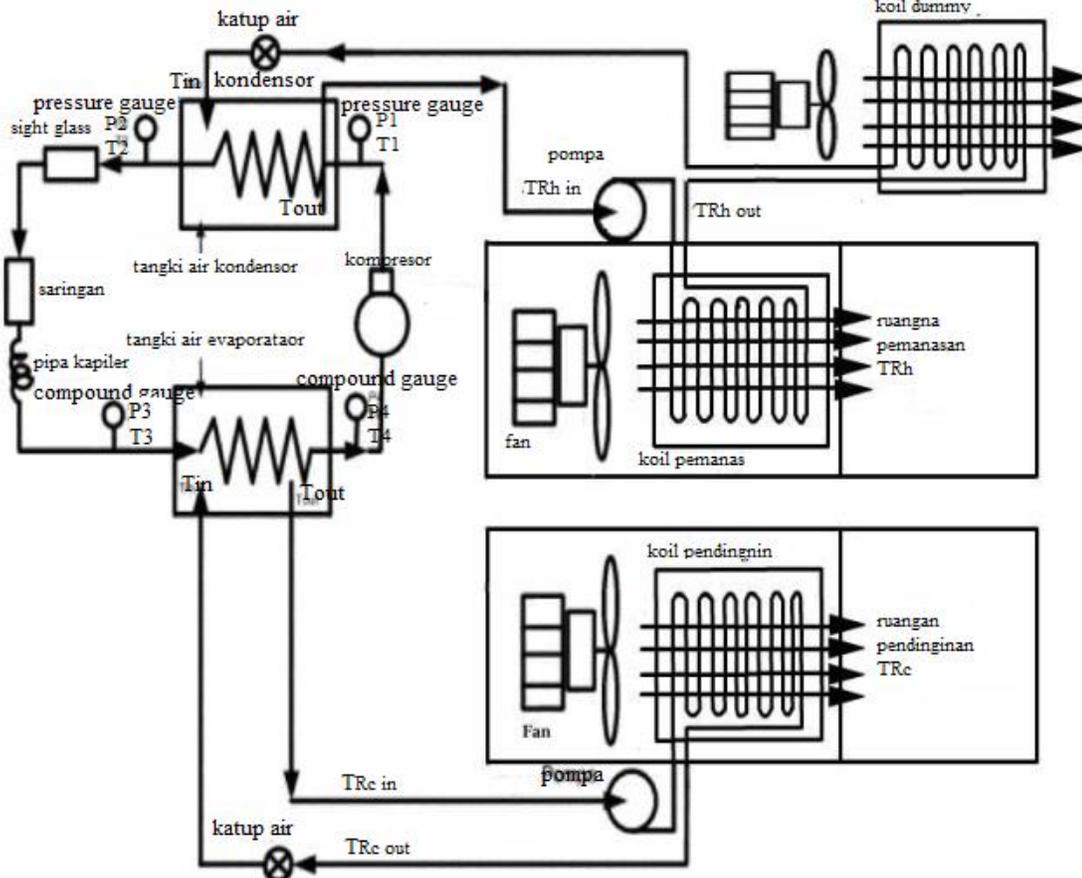
## 2. Metodologi

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *standby mode*. Pada *standby mode* cairan *brine* yang telah didinginkan oleh evaporator dialirkan langsung keruang pendinginan yang memakai bebabn pendinginan 1000 Watt, dapat dilihat pada Gambar 1.



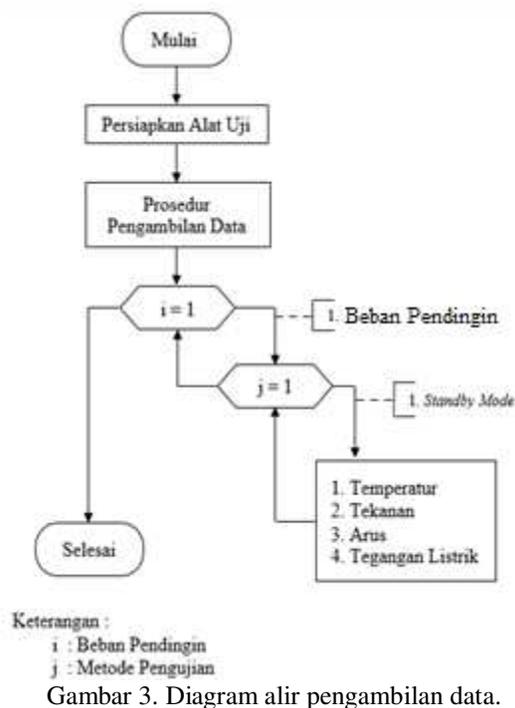
Gambar 1. Skematik *standby mode*.

Skema alat uji *residential air conditioning hibrida* ini dapat dilihat pada Gambar 2 Temperatur panas air yang yang dihasilkan oleh kondesor dapat disirkulasikan keruang uji pemanas yang dapat dimanfaatkan kembali untuk pemanas air/pengering



Gambar 2. Skematik Alat uji *Residential Air Conditioning Hibrida* [8].

Adapun diagram alir pengambilan data pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Untuk kaji eksperimental dalam penelitian ini dengan menggunakan *standby mode* beban pendinginan 1000 Watt, prosedur pengambilan data dilakukan setiap 5 menit selama 120 menit. Kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan *microsoft excel* sehingga *output* yang didapatkan berbentuk grafik dengan perbandingan:

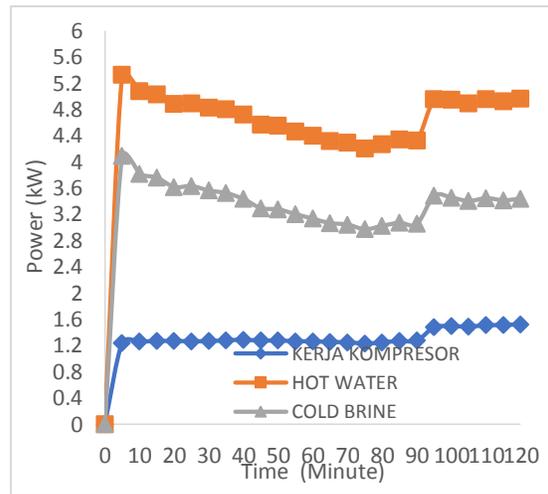
- Kapasitas air tangki kondensor, kapasitas cairan *brine* tangki evaporator, dan daya kerja kompresor.
- *Coefficient of performance (COP)*, Faktor Prestasi (PF), dan Total Prestasi (TP).
- Tekanan kondensor dan tekanan evaporator.
- Temperatur tertinggi air tangki kondensor dan temperatur ruang pemanasan.
- Temperatur terendah cairan *brine* tangki evaporator.
- Temperatur ruang pendinginan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada hasil dan pembahasan dari performansi *residential air conditioning hibrida* dengan *standby mode* beban pendinginan 1000 Watt ini dilakukan setelah pendinginan terlebih dahulu pada cairan *brine* di tangki evaporator sampai temperatur cairan *brine* 5 °C. Setelah itu cairan *brine* disirkulasikan ke koil *cold room*. Metode pengujian *standby mode* ini dilakukan

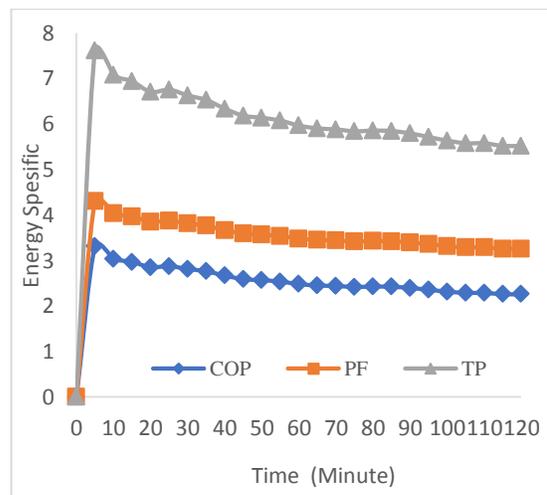
selama 120 menit, dengan data yang diambil setiap 5 menit.

Pada Gambar 4. dapat dilihat, kapasitas panas air pada kondensator rata-rata dari HCR-22 adalah 4,5155 kW, kapasitas dingin cairan *brine* pada evaporator rata-rata adalah 3,2475 kW dengan daya kerja kompresor rata-rata 1,2680 kW.



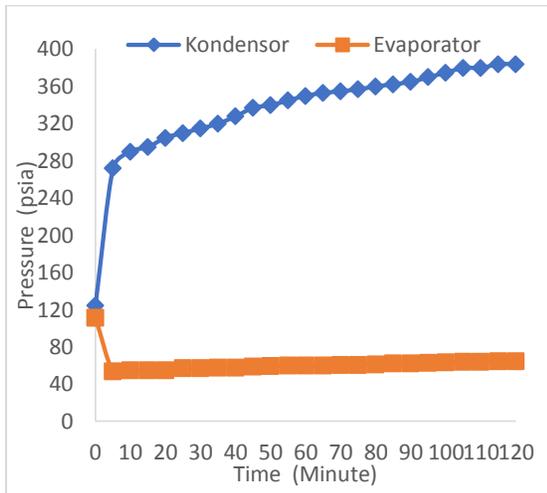
Gambar 4. Kapasitas Panas Air, Kapasitas Dingin Cairan *Brine*, dan Kerja Kompresor.

Dari proses metode pengujian *standby mode* beban pendinginan 1000 Watt ini didapatkan COP rata-rata sebesar 2,471 dengan COP tertinggi 3,308 pada waktu 5 menit pengujian sedangkan COP terendah 2,259 pada waktu 110 menit sampai 120 menit pengujian. Untuk PF rata-rata sebesar 3,43, sedangkan TP rata-rata sebesar 5,90.



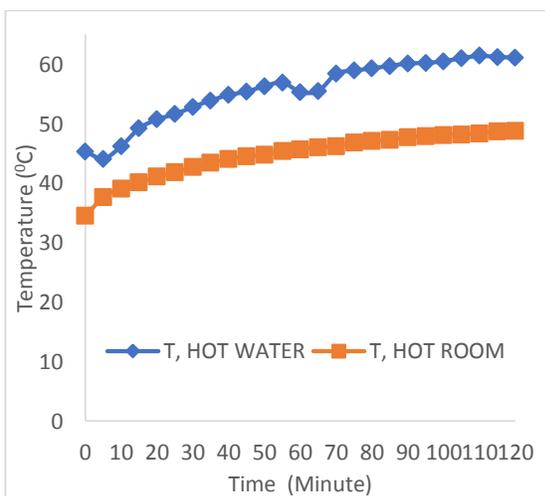
Gambar 5. COP, PF, dan TP.

Pada Gambar 6. dapat dilihat, untuk tekanan kondensor rata-rata sebesar 333,8 psi dan tekanan evaporator sebesar rata-rata 61,7 psi. Tekanan evaporator cenderung stabil.



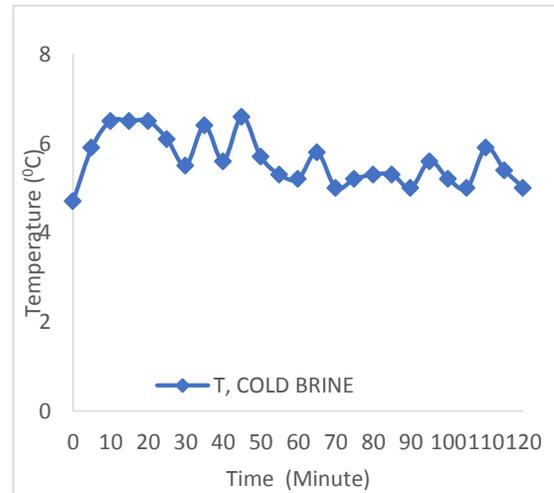
Gambar 6. Tekanan Kondensor dan Tekanan Evaporator.

Pada Gambar 7 dapat dilihat, temperatur panas air kondensor rata-rata sebesar 56,04 °C dengan temperatur hot room sebesar 44,64 °C. Dari temperatur panas air kondensor dan temperatur hot room terjadi selisih sebesar ±12 °C, hal ini terjadi karena adanya rugi-rugi kalor/panas proses pertukaran kalor saat distribusi panas air ke koil pemanas di hot room.



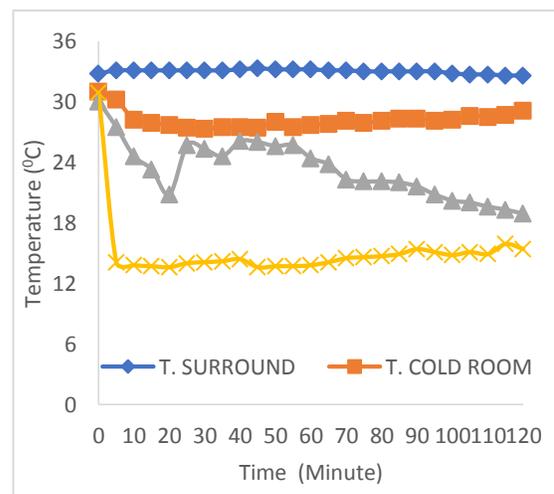
Gambar 7. Temperatur Panas Air Kondensor dan Temperatur Hot Room.

Pada temperatur dingin cairan brine rata-rata di evaporator yaitu 5,61 °C dengan temperatur terendah pada 4,70 °C. dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Temperatur Dingin Cairan Brine Evaporator.

Untuk temperatur cold room rata-rata sebesar 28,20 °C, temperatur lingkungan rata-rata sebesar 33,01 °C, temperatur dingin cairan brine masuk koil rata-rata sebesar 15,08 °C, sedangkan temperatur dingin cairan brine keluar koil rata-rata sebesar 23,29 °C. Selisih antara temperatur dingin cairan brine masuk koil dengan keluar koil sebesar ± 8,20 °C, adanya selisih ini dikarenakan cairan brine menyerap kalor dari cold room, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Temperatur Cold Room.

Dari metode pengujian standby mode beban pendinginan 1000 Watt yang dilakukan, maka konsumsi energi listrik (E) dihitung dengan persamaan 2.42, yaitu sebagai berikut:

$$E = P \cdot t$$

Di mana:

$$P = \text{Average } W_{\text{net,in}}$$

t = lama waktu pengujian

Maka:

$$E = \text{Average } W_{\text{net,in}} \cdot t$$

$$E = 1,2680 \text{ kW} \cdot 120 \text{ min} \left( \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \right)$$

$$E = 2,536 \text{ kWh}$$

Jadi, untuk konsumsi energi listrik selama pengujian *standby mode* beban pendinginan 1000 Watt sebesar 2,536 kWh.

#### 4. Simpulan

Kesimpulan dari penelitian Kaji *Eksperimental Standby Mode* beban pendinginan 1000 Watt Pada *Residential Air Conditioning Hibrida* Sebagai Penyejuk Udara Ruangan Dan Pemanas Air/Pengering menggunakan refrigerant hidrokarbon HCR-22 sebagai fluida kerja adalah sebagai berikut:

1. COP rata-rata 2,47, PF rata-rata 3,43, TP rata-rata 5,90
2. Daya kerja kompresor rata-rata dengan beban pendinginan 1000 Watt adalah 1,2680 kW
3. Temperatur *hot room* rata-rata 44,64 °C, temperatur rata-rata ruang pendinginan 28,20 °C
4. Konsumsi energi listrik selama pengujian 2,536 kWh.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Aziz, Azridjal dan Mainil, Afdhal, K. (2010) *Penggunaan Encapsulated Ice Thermal Energy Storage Pada Residential Air Conditioning Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22 Yang Ramah Lingkungan*, Jurnal Teknik Mesin, 7 92-98.
- [2] Stoecker, W.F. and Jones, J.W. 1996. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Jakarta: Erlangga.
- [3] Amrul, *Kaji Eksperimental Karakteristik Mesin Refrigerasi Hybrid Kompresi Uap Susunan Seri Dan Paralel Dengan Menggunakan Refrigerant Hidrokarbon HCR-12*, Tesis, Jurusan Teknik mesin, ITB, Bandung, 2001.
- [4] Aziz, Azridjal., dan Hanif. 2008. *Penggunaan Hidrokarbon Refrigerasi Pada Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap Hibrida Dengan Memanfaatkan Panas Buang Perangkat Pengkondisian Udara*. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 5. No. 1. ISSN: 1829-8958.
- [5] *Thermal Energy Storage Used for Office Expansion*. CADDET Energy Efficiency. 2000.
- [6] Indriyani, Deni., dan Sumardi, Karmin. 2014. *Performa Unit Water Chiller Untuk Aplikasi*

*Heat Recovery*. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 7. No. 1.

- [7] Aziz, Azridjal. 2009. *Studi Eksperimental Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22 Pada Kondisi Transient*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 2 No. 2 ISSN 1829-8958.
- [8] Aziz, Azridjal., dan Rosa, Yazmendra. 2010. *Performansi Sistem Refrigerasi Hibrida Perangkat Pengkondisian Udara Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 7 No. 1 ISSN 1829-8958.