

PERFORMANSI *RESIDENTIAL AIR CONDITIONING* HIBRIDA DENGAN *STANDBY MODE* MENGGUNAKAN REFRIGERAN HCR-22 UNTUK PENDINGIN DAN PEMANAS RUANGAN

Eko Prasetyo¹, Azridjal Aziz², Rahmat Iman Mainil³

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

¹eko_prasetyour@yahoo.com, ²azridjal@yahoo.com, ³rahmat.iman@gmail.com

Abstract

The hybrid of Residential Air Conditioning (RAC) is a cooling system that utilizes cooling effect and warming effect of refrigeration simultaneously to improve machine performance. Chiller is one of cooling system that used to cool liquid (brine or water) by using HCR-22 refrigerant as the cooling medium and the brine serves as a secondary refrigerant to cooling the room indirectly. Standby mode is a cooling method without using ice or cooling methods from the chiller directly. In this study, the RAC with standby mode is done without cooling load so resulting in a performance with Coefficient of Performance average is 2.46, Factor of Performance average is 3.42, and Total of Performance average 5.88. Then, the average temperature of cooler room is 22.54 °C. The average temperature of warmer room is 38.87 °C was able to contribute both as warming and it can stability of refrigeration system during process.

Keywords : Hybrids RAC, Chiller, Standby mode, Performance, Temperature

1. Pendahuluan

Salah satu hambatan yang telah mempengaruhi pengkondisian udara dan sistem dispenser (pemanas air dan pendingin air) yaitu biaya produksi. Jika pengkondisian udara dan sistem dispenser dapat dikombinasikan maka hanya dengan satu set komponen utama (kompresor, alat penukar kalor, dan lain-lain) dapat dimanfaatkan untuk memenuhi dari kebutuhan-kebutuhan tersebut, sehingga biaya produksi akan sangat berkurang. Jika dibandingkan dengan menggunakan 2 unit yang terpisah maka biaya produksi menjadi sangat mahal^[1].

Bagian yang menarik adalah pengkondisian udara dan sistem dispenser air dapat menghasilkan air panas dan air dingin serta udara panas dan udara dingin. Pendingin udara dan sistem pemanas air dapat beroperasi untuk menghasilkan pemanasan air saja, pendinginan ruangan dan pemanas air, pemanas ruangan dan pemanas air, pendinginan ruangan, serta pemanasan ruangan^[1].

RAC hibrida ialah suatu sistem pendingin yang berfungsi untuk meningkatkan kinerja mesin refrigerasi dengan memanfaatkan efek pendinginan dan efek pemanasan secara bersamaan^[3].

RAC hibrida dengan *standby mode* memiliki prinsip kerja pendinginan yang sama dengan prinsip kerja dari sistem pendinginan *chiller*.

Chiller adalah salah satu jenis sistem pendingin yang digunakan untuk mendinginkan cairan (umumnya air atau *brine*) dengan menggunakan refrigeran HCR-22 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 dibandingkan dengan titik

beku yang terdapat pada 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^[4].

Pada sistem refrigerasi, refrigeran menyerap kalor dari suatu ruang melalui proses evaporasi dan membuang kalor ke ruang lain melalui proses kondensasi. Refrigeran adalah fluida kerja yang digunakan untuk mentransfer panas di dalam siklus refrigerasi. 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*))^[2].

Refrigeran hidrokarbon merupakan salah satu refrigeran alternatif pengganti refrigeran halokarbon (*CFC*). Refrigeran hidrokarbon memiliki beberapa kelebihan sebagai refrigeran alternatif pengganti R-22, yaitu lebih ramah lingkungan (tidak merusak lapisan ozon ($ODP = 0$) dan tidak menimbulkan efek pemanasan global (*GWP* kecil)), pengganti langsung (*drop in substitute*) (tanpa perubahan komponen mesin), lebih hemat energi antara 5%-25%,

pemakaian refrigeran lebih sedikit, sifat mampu nyalanya (*flammability*) dapat dikurangi dengan penambahan *LFS (Low Flammable Substance)*^[5].

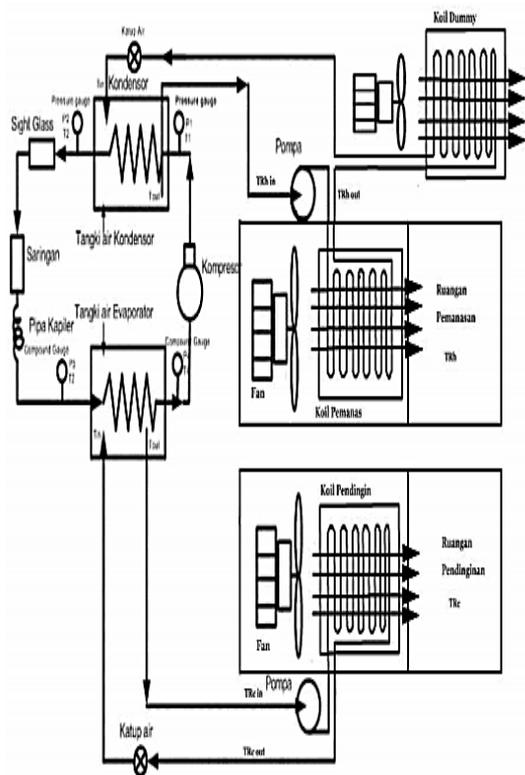
Standby mode merupakan suatu metode dalam proses pendinginan berfungsi untuk mendinginkan ruangan agar penghuni dari ruangan tersebut merasakan kenyamanan. Cara pendinginan yang digunakan dalam *standby mode* ini hampir sama dengan sistem pengkondisian udara lainnya, hanya saja media yang digunakan untuk menyerap kalor didalam ruangan tersebut bukan refrigeran pada evaporator, melainkan cairan *brine*.

Untuk menghasilkan temperatur rendah dari cairan *brine* digunakan komponen dari sistem refrigerasi, yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Dari sistem refrigerasi, untuk temperatur rendah dihasilkan oleh evaporator. Sehingga kalor dari cairan *brine* diserap oleh hasil dari temperatur rendah evaporator. Untuk proses ini lebih sering dikenal dengan istilah *chiller*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performansi *RAC* hibrida dengan *standby mode* menggunakan refrigeran HCR-22 untuk penyejuk dan pemanas ruangan. Dimana pada penelitian *RAC* hibrida dengan *standby mode* tanpa beban pendinginan dan pemanasan.

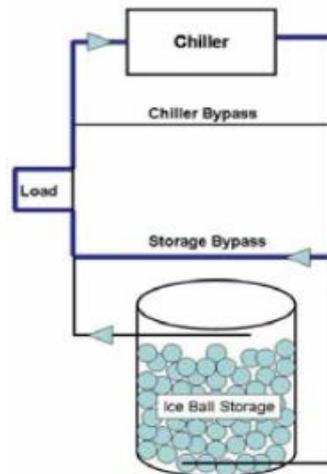
2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Untuk skematik alat uji *RAC* hibrida yang digunakan pada penelitian ini, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



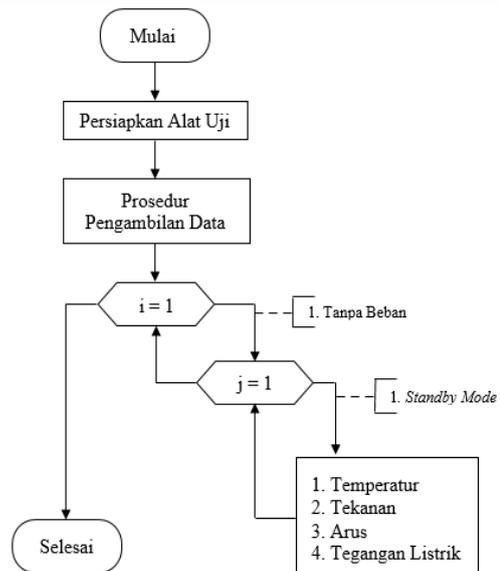
Gambar 2. 1 Skematik Alat Uji *RAC* Hibrida^[3]

Standby mode yaitu metode pendinginan tanpa penggunaan es atau cara pendinginan langsung dari *chiller* untuk mendinginkan cairan *brine* kemudian disirkulasikan untuk penyejuk ruangan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Skematik *Standby mode*^[6]

Adapun diagram alir penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut:



Keterangan :
i : Beban Pendingin
j : Metode Pengujian

Gambar 2. 3 Diagram Alir Penelitian

Untuk kaji eksperimental dengan *standby mode* tanpa beban pendinginan dan pemanasan, prosedur pengambilan data dilakukan setiap 5 menit selama 120 menit.

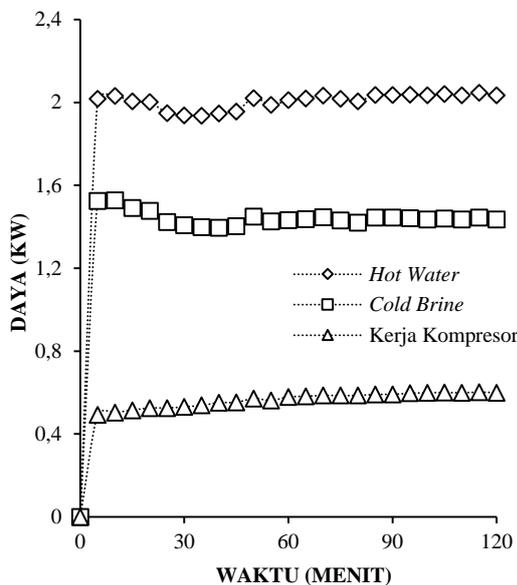
Kemudian data tersebut diolah dengan *microsoft excel* sehingga *output* yang didapatkan berbentuk grafik dengan perbandingan:

- 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

Hasil dan pembahasan dari performansi RAC dengan *standby mode* tanpa beban pendinginan dan pemanasan dapat dilihat pada Gambar 3.1-Gambar 3.6. *Standby mode* tanpa beban pendinginan dilakukan setelah pendinginan terlebih dahulu pada cairan *brine* di tangki evaporator sampai temperatur cairan *brine* 5 °C. Kemudian cairan *brine* disirkulasikan ke *cold room*.

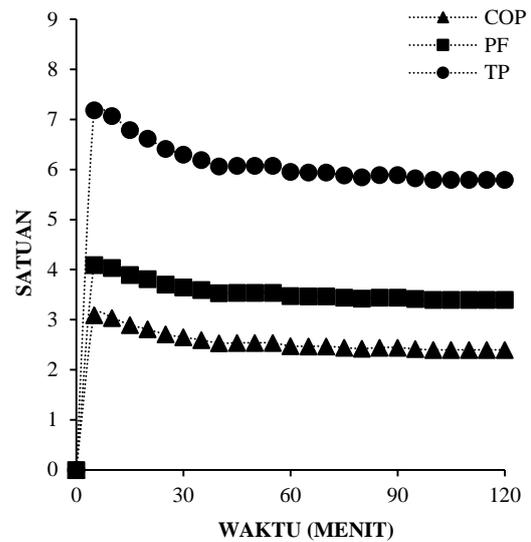
Dari Gambar 3.1, kapasitas air tangki kondensor dan kapasitas cairan *brine* tangki evaporator merupakan kemampuan dari sistem refrigeran melepaskan kalor dari koil kondensor ke air dan koil evaporator ke cairan *brine*. Sehingga hasil kapasitas air tangki kondensor rata-rata sebesar 1,9278 kW, kapasitas cairan *brine* tangki evaporator rata-rata sebesar 1,3849 kW dengan daya kerja kompresor rata-rata dari sistem refrigerasi sebesar 0,5429 kW.



Gambar 3.1 Kapasitas Air Tangki Kondensor, Kapasitas Cairan *Brine* Tangki Evaporator, Dan Daya Kerja Kompresor

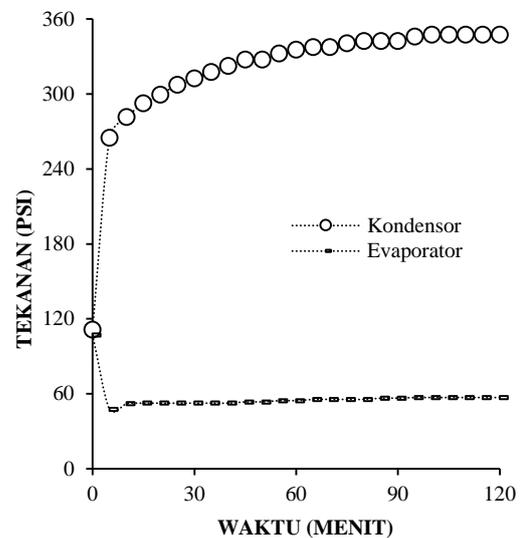
Hasil kinerja mesin *residential air conditioning* pada *standby mode (traditional AC)* tanpa beban pendinginan dan pemanasan, dapat dilihat dari hasil COP rata-rata sebesar 2,46, hasil PF rata-rata sebesar

3,42, dan hasil TP rata-rata sebesar 5,88, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



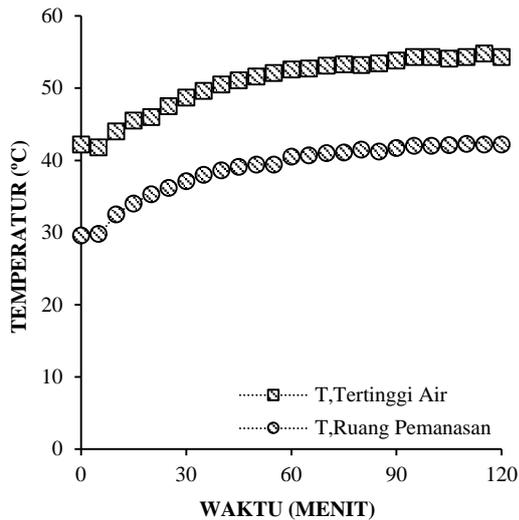
Gambar 3.2 COP, PF, Dan TP

Dari Gambar 3.3, hasil dari tekanan kondensor cenderung naik selama pengujian, hal ini disebabkan oleh pengaruh dari penggunaan refrigeran HCR-22 oleh sistem refrigerasi. Untuk tekanan kondensor rata-rata sebesar 318,4 psi dan tekanan evaporator rata-rata sebesar 56,6 psi.



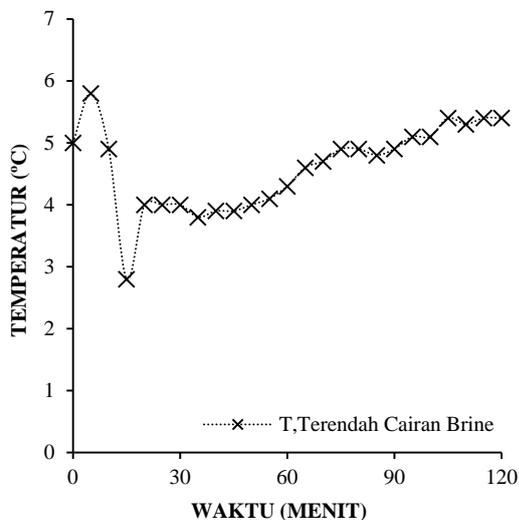
Gambar 3.3 Tekanan Kondensor Dan Tekanan Evaporator

Dari Gambar 3.4, pada koil kondensor yang melepaskan kalor kemudian air yang ada didalam tangki kondensor menyerap kalor tersebut. Untuk hasil temperatur tertinggi air tangki kondensor rata-rata sebesar 50,75 °C dengan temperatur ruang pemanasan rata-rata sebesar 38,78 °C. Jadi, dengan hasil temperatur tertinggi air tangki kondensor tersebut mampu dimanfaatkan sebagai pengeringan.



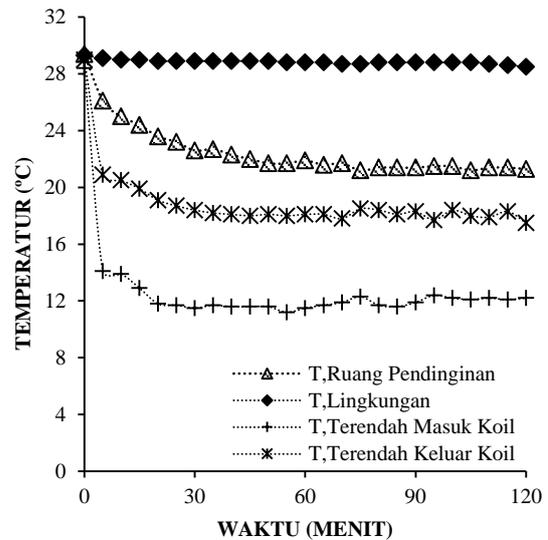
Gambar 3.4 Temperatur Tertinggi Air Tangki Kondensor Dan Temperatur Pemanas Ruangan

Dari Gambar 3.5, bahwa temperatur terendah cairan *brine* di tangki evaporator yang disirkulasikan telah dipengaruhi oleh kalor yang diserap oleh cairan *brine* dari ruang pendinginan selama pengujian, sehingga menjadikan temperatur terendah cairan *brine* rata-rata sebesar 4,60 °C.



Gambar 3.5 Temperatur Terendah Cairan *Brine* Tangki Evaporator

Dari Gambar 3.6, temperatur terendah cairan *brine* masuk koil rata-rata sebesar 12,71 °C, sedangkan temperatur terendah cairan *brine* keluar koil rata-rata sebesar 18,88 °C. Selisih antara temperatur terendah cairan *brine* sebesar 6,20 °C, dimana selisih ini dikarenakan cairan *brine* menyerap kalor dari ruang pendinginan. Sedangkan untuk temperatur ruang pendinginan rata-rata sebesar 22,54 °C, sehingga menjadikan temperatur pendingin ruangan sangat nyaman untuk digunakan oleh penghuninya (terutama orang Indonesia).



Gambar 3.6 Temperatur Pendingin Ruangan

4. Kesimpulan

Penelitian terhadap performansi RAC pada *standby mode* tanpa beban pendinginan dan pemanasan telah dilakukan. Untuk performansi yang dihasilkan pada *standby mode* beban pendinginan dengan COP rata-rata sebesar 2,46, PF rata-rata sebesar 3,42, dan TP rata-rata sebesar 5,88. Dari temperatur pendingin ruangan rata-rata sebesar 22,54 °C mampu memberikan rasa nyaman bagi penghuninya. Sedangkan temperatur pemanas ruangan rata-rata sebesar 38,78 °C sehingga dapat dimanfaatkan dengan baik sebagai pemanas ruangan. Selain pemanfaatan panas buang kondensor untuk pemanasan, dapat juga digunakan untuk menjaga kestabilan kinerja sistem refrigerasi saat proses pendinginan berlangsung.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti dan LPPM Universitas Riau yang telah membiayai penelitian ini melalui Dana Penelitian Hibah Bersaing tahun 2015.

Daftar Pustaka

- [1]. Kongre, U.V., Chiddarwar. A.R., Dhumatkar, P.C., Aris, A.B. 2013. *Testing and Performance Analysis on Air Conditioner cum Water Dispenser*. IJETT Vol. 4 Issue. 4 ISSN 2231-5381.
- [2]. 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.
- [3]. 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.
- [4]. Indriyani, Deni., dan Sumardi, Karmin. 2014. *Performa Unit Water Chiller Untuk Aplikasi Heat Recovery*. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 7. No. 1.
- [5]. Mainil, Afdhal K. 2012. *Kaji Eksperimental Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap dengan Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon (HCR-22) Sebagai Alternatif Refrigeran Pengganti R-12 dengan Sistem Penggantian Langsung (Drop In Substitute)*. Jurnal Mechanical Vol. 3 No. 1.
- [6]. Off Peak Cooling. 2007. *Air Conditioning for The 21st Century*. Innovative Cooling Technologies of Canada Limited.