

LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Termometer kaca, resolusi 0,5 °C, range -30 °C -100 °C, akurasi 1°C
2. Termokopel tipe K, range -270 °C - 1372°C, error 1,1 °C.
3. Termometer digital Sanfix, range -50 °C - 70 °C, resolusi 0,1 °C, akurasi ± 1 °C.
4. Hygrometer digital Sanfix, range 20 % RH - 90% RH, resolusi 1%, akurasi 5% RH.
5. Multimeter digital, volmeter dan ammeter, resolusi 1 V dan 0,01A.
6. Pressure Gauge, bourdon Type, resolusi 1 psi, akurasi 5 psi
7. Termometer digital Luxtron, untuk termokopel tipe K range -199,9 °C - 1370 °C, resolusi 0,1 °C
8. Lighmeter Tenmars, range 0 W/m² - 2000 W/m², resolusi 0,1 W/m², akurasi 10 W/m².

Lampiran 2. Personalia Tenaga Peneliti beserta kualifikasinya

No	Nama /NIDN	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Ir. Herisiswanto, MT NIDN. 0005026608	Universitas Riau	Teknik Mesin	16 Jam/minggu	Ketua peneliti, koordinator tim, bertanggung jawab penuh terhadap semua kegiatan penelitian, mengkoordinasikan pelaksanaan penelitian, analisis hasil, membuat laporan akhir, membuat makalah untuk seminar dan publikasi di jurnal serta mengikuti pertemuan ilmiah .
2	Dr. Eng. Azridjal Aziz, ST. MT NIDN. 0019057103	Universitas Riau	Teknik Mesin	Anggota 10 jam per minggu	Anggota peneliti, membantu ketua tim dalam rancangan dan disain alat, bertanggung jawab pada pelaksanaan penelitian dalam pembuatan alat, pengujian kebocoran, pengujian dan pengambilan data pengujian alat, dan analisis dan summary hasil penelitian, membuat laporan

Lampiran 3. Produk Penelitian



Gambar 11. Sistem refrigerasi hibrida dengan thermal storage



Gambar 12. Ruang Uji Mesin refrigerasi Hibrida



Gambar 13. Bagian dalam ruang uji mesin pendingin hibrida

Lampiran 4. Publikasi

No	Luaran yang Direncanakan	Capaian
1	Prototipe RAC hibrida dengan <i>Thermal Energy Storage</i> (TES) untuk penyejuk udara ruangan dengan <i>Cold Thermal Energy Storage</i> (CTES) dan untuk pemanas air dengan <i>Heating Thermal Energy Storage</i> (HTES).	Sudah terealisasi dan dilakukan penyempurnaan pada penelitian tahun ke - 2.
2	Teknologi tepat guna dengan penerapan TES pada RAC dengan TES	Belum diterapkan masih dalam bentuk prototipe
3	Publikasi berupa artikel ilmiah pada pertemuan ilmiah di Seminar / Konferensi Nasional / International bereputasi dan publikasi di Jurnal Nasional Terakreditasi atau Jurnal International bereputasi.	<p>- Publikasi di Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV di Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin. Judul Publikasi: <i>Penggunaan Thermal Energy Storage sebagai Penyejuk Udara Ruangan dan Pemanas Air pada Residential Air Conditioning Hibrida.</i></p> <p>- Draft untuk Jurnal Internasional dengan judul: <i>Improving Energy Efficiency on Hybrid Residential Air Conditioning With Thermal Energy Storage As Air conditioner and Heating Water or Dryer</i>, di <i>Journal of Mechanical Engineering and Science</i></p>
4	Menghasilkan 1 orang Sarjana Teknik Mesin dan 2 orang Diploma Teknik Mesin.	<p>- 2 orang Sarjana Teknik Mesin: Eko Saputra (sudah selesai Seminar Skripsi, akan sidang) dan Eko Prasetyo (sudah lulus)</p> <p>- 2 orang Diploma Teknik Mesin: Rizki Saputra dan Daniel Jefisa Sianipar (sudah selesai Seminar Skripsi, akan sidang)</p>

dst.

Publikasi pada Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV di Univ. Lambung Mangkurat, Banjarmasin, 7-8 Oktober 2015.

Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)
Banjarmasin, 7-8 Oktober 2015

Penggunaan *Thermal Energy Storage* sebagai Penyejuk Udara Ruangan dan Pemanas Air pada Residential Air Conditioning Hibrida

Azridjal Aziz^{a*}, Herisiswanto^{2,b}, Rahmat Iman Mainil^{3,c},
Eko Prasetyo^{4,d}

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Jl. Subrantas km 12,5, Pekanbaru, 28293, Indonesia

^aazridjal@yahoo.com, ^bheri_ft_unri@yahoo.ac.id, ^crahmat.iman@gmail.com,
^deko_prasetyour@yahoo.com

Abstrak

Penggunaan *Thermal Energy Storage* (TES) pada *Residential Air Conditioning* (RAC) di instalasi *chiller* dan pemanfaatan panas buang di kondensor untuk pemanasan air akan mempengaruhi kinerja mesin pengkondisian udara. Berbeda dengan sistem konvensional, brine (cairan pendingin sekunder) akan didinginkan di *chiller* dan kemudian disirkulasikan sebagian menuju TES, sebelum digunakan (proses *charging*), selanjutnya brine di TES akan disirkulasikan ke koil pendingin di ruangan yang dikondisikan (proses *discharging*). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan TES hibrida sebagai penyejuk udara ruangan dan pemanas air terhadap kinerja mesin pengkondisian udara. Hasil penelitian menunjukkan, terjadi penghematan energi pada penggunaan TES sebagai penyejuk udara ruangan (*discharging*) dibanding proses konvensional, sekaligus pemanfaatan panas buang kondensor untuk kebutuhan air panas selama proses *charging*. Penerapan sistem TES dan pemanas air pada mesin pengkondisian udara memungkinkan untuk dilakukan, namun terjadi biaya awal investasi yang lebih besar dibanding sistem AC konvensional (standar).

Kata kunci : *Thermal Energy Storage, Residential Air Conditioning, discharging, chiller*

Pendahuluan

Air Conditioning (AC) adalah suatu mesin pendingin sebagai sistem pengkondisi udara yang digunakan dengan tujuan untuk memberikan rasa nyaman bagi penghuni yang berada dalam suatu ruangan/gedung. AC tidak hanya berfungsi untuk memberikan perasaan dingin tetapi yang lebih penting adalah memberikan rasa kenyamanan (*comfort air conditioning*) yaitu suatu proses perlakuan termodinamik terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembaban, kebersihan, dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang berada di dalamnya [1].

Pada umumnya sistem pengkondisi udara sentral menggunakan sistem *chiller*. Sistem *chiller* adalah suatu sistem pendingin yang menggunakan cairan sebagai media pendingin (umumnya air) pada sistem sekunder dimana evaporator pada sistem primer mendinginkan cairan (*chilled water*) pada siklus sekunder

yang akan digunakan untuk mendinginkan ruangan melalui AHU (*Air Handling Unit*). Pada sistem *chiller* terjadi proses pengeluaran dan penyerapan panas. Air yang masuk ke *chiller* akan didinginkan, dan disirkulasi oleh pompa menuju AHU. Di unit ini terjadi proses pertukaran kalor antara udara dengan air dingin. Udara dingin yang keluar dari unit ini akan disirkulasi oleh fan menuju ruangan yang dikondisikan, *chiller* harus tetap hidup selama unit pengolah udara dijalankan.

Penggunaan energi listrik untuk sistem AC pada bangunan gedung berkisar 45% – 66% energi listrik. Jelas bahwa biaya pemakaian energi listrik sangat tinggi, sesuai dengan kenaikan beban pendinginannya. Penggunaan *thermal energy storage* pada sistem *chiller* akan membantu penghematan pemakaian energi listrik untuk keperluan AC rumah. Berbeda dengan sistem *chiller* pada umumnya, *brine* (cairan pendingin sekunder) yang mengalir ke sistem *chiller* akan didinginkan dan kemudian disirkulasikan



Publikasi di Jurnal Online Mahasiswa, oleh mahasiswa bimbingan yang telah lulus Sarjana Teknik Mesin a.n. Eko Saputra.

<http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/7635>

PENGARUH PENGGUNAAN KATUP EKSPANSI JENIS KAPILER DAN TERMOSTATIK TERHADAP TEKANAN DAN TEMPERATUR PADA MESIN PENDINGIN SIKLUS KOMPRESI UAP HIBRIDA

Eko Saputra¹, Azridjal Aziz², Rahmat Iman Mainil³

Laboratorium Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang baru, Pekanbaru 28293

¹eko_cewi@yahoo.co.id, ²azridjal.aziz@gmail.com, ³rahmat.iman@gmail.com

Abstract

Research conducted into 4 variation is varied using capillary expansion valve standard conditions, thermostatic expansion valves standard conditions, capillary expansion valve with additional hotspot water heater, and thermostatic expansion valve with additional hotspot water heater. Data is collected every five minutes during the 120 minutes of testing. The research aimed to find out the performance of the engine coolant when the use of capillary expansion valve, thermostatic water heater and additional Hotspot Water Heater (HWH). Performance cooling machine includes pressure and temperature. The test results demonstrate the use of standard conditions thermostatic expansion valve compressor working pressure lower at 322.37 Psia thermostatic and 323.2 Psia capillary compared to 0.26% while the condition with the use of thermostatic valves HWH lower at 274.03 psia thermostatic compared to the capillary 287.37 psia amounted to 4.64%. To pressure thermostatic expansion valve using standard conditions and with the use of HWH lower than that of thermostatic capillary than the capillary are 92.12 Psia and 105.95 Psia at 13.05% and thermostatic 67.28 Psia and 94.45 Psia compared capillary amounted 28.77%, Compressors temperature for use thermostatic standard conditions and with the use of HWH higher than the capillaries are 90.85°C thermostatic compared capillary 83.74 °C at 7.83% and 91.31 °C thermostatic compared to the capillary 79.77 °C at 12.64%. For the hotspot temperature in the water heater using thermostatic higher than the capillaries are 87.26 °C thermostatic compared capillary 77.34 °C at 11.37% while the hotspot temperature of the water heater out thermostatic more likely the same that thermostatic capillary 46.95°C than 48.44 °C of 3.07%.

Keywords : Thermostatic Expansion Valve, Pressure, Temperature, dan HWH

1. Pendahuluan

Penggunaan katup ekspansi termostatik memerlukan daya kompresor dan COP yang lebih tinggi dibandingkan dengan kapiler [7].

Penggunaan refrigeran MC-22 dengan katup ekspansi termostatik lebih hemat daya listrik dan koefisien prestasi yang dihasilkannya relatif lebih baik daripada penggunaan kapiler [6].

Katup ekspansi termostatik mempunyai performansi yang lebih baik dibandingkan dengan kapiler [4].

Katup ekspansi mempunyai dua kegunaan, yaitu menurunkan tekanan refrigeran cair dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator. Katup ekspansi dari jenis umum yaitu pipa kapiler, katup ekspansi berpengendali-lanjut-panas (*superheat-controlled expansion valve*), katup apung (*floating valve*), dan katup ekspansi tekanan konstan (*constant-pressure expansion valve*) [3].

Draft Jurnal untuk disubmit ke Journal of Mechanical Engineering and Science, publish by Universitas Malaysia Pahang, <http://jmes.ump.edu.my/>, International Journal indexed in Scopus.

Improving Energy Efficiency on Hybrid Residential Air Conditioning with Thermal Energy Storage as Air conditioner and Heating Water or Dryer

Herisiswanto¹, Azridjal Aziz², Eko Prasetyo³, Rahmat Iman Mainil⁴

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

¹heri_ft_unri@yahoo.ac.id, ²azridjal.aziz@gmail.com, ³eko_prasetyour@yahoo.com, ⁴rahmat.iman@gmail.com

Abstract

Residential air conditioning hybrids with thermal energy storage (TES) using hydrocarbon refrigerants HCR-22 is a refrigeration system that utilizes the result of cooling to reduce power usage when peak load conditions so that the selected refrigeration system capacity can be smaller. There are three methods of cooling are performed. Standby mode (traditional AC) power is obtained without the compressor work load average - average 0.5429 kW with average COP - average of 2,460. While the standby mode (traditional AC) load 1000 Watt power compressor work obtained average - average 0.5825 kW with average COP - average of 2,452. Discharging cooling load mode without using a pump to circulate the brine fluid to the cold room obtained average working power station - 0.1067 kW average be saving cooling on ice storage for 170 minutes with the efficiency of energy consumption by 98.25% compared with the charging mode and standby mode (traditional AC) without load for 6 hours. While discharging the cooling load mode 1000 Watt average gained working power station - average of 0.1045 kW happen savings on ice storage cooling for 20 minutes with the efficiency of energy consumption by 98.35% compared with the charging mode and standby mode (traditional AC) load 1000 Watt for 4 hours. For condenser waste heat is used to maintain the stability of the refrigeration system works when the cooling process takes place and for heating purposes.

Keywords : TES, cooling methods, power, COP, energy.

1. Introduction

At this present time, human life could not be separated from the air conditioning systems and refrigeration. Air conditioning and refrigeration systems has been a primary need for humans. Air conditioning and refrigeration systems is a process that is interrelated to one another, but each - each has a different scope - different.

The use of air conditioning systems are increasingly rapidly, nearly all the high rise buildings, office centers, shopping centers, and housing (residential) use this system. Air conditioning system is designed to satisfy a sense of comfort and cool for the occupants in performing work activities. Buildings which have large cooling load and a long service operations generally use a central air conditioning system. This is because consideration of the operational and maintenance costs are cheaper (Aziz and Mainil, 2010).

Air conditioning system not only serves to provide a cooling effect but more important is to give a sense of comfort (comfort air conditioning) is a process of treating the thermodynamics of the air to regulate temperature, humidity, cleanliness, and distribution simultaneously in order to achieve comfortable

conditions required by occupants therein (Stoecker, 1996).

With the resulting chilling effect on the air conditioning machines, on the other hand the presence of heat rejected by the system into the environment to meet the principles - principles of thermodynamics for the machine to function. The waste heat to the environment are usually thrown away without utilization. Likewise on the engine heat pump, the amount of energy needed to produce a warming effect by absorbing heat from the environment. The heat absorbed from the environment can actually be used to cool things, but usually tends to be left wasted.

Basically the principle of working together with the air conditioning refrigeration machine, yet the air conditioning was not functioning as a cooler, but should be able to generate a comfortable air. Refrigeration machine is a type of energy conversion machines, where the amount of energy needed to produce a cooling effect. As for the development of the refrigeration machine is a hybrid refrigeration machine. Where the hybrid refrigeration machine serves to increase engine power by utilizing a cooling effect and warming effect simultaneously on the machine refrigeration and heat pump machines, because most refrigeration machine

