

Analisa Tahapan *Thermal* Tangki Pada Kondensor AC Sebagai *Water Heater*

A.P. Dermawan, F. Ariskyawan, G.L. Rahino, P.W. Utama, R.K. Allo, Syarifudin, F.M. Habibi, T.A. Prasetyo, W. Sujana

Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417634 Malang

E-mail: anandasaputra148@gmail.com

Abstrak

Sistem pendingin merupakan sistem pengondisian udara yang mana dari sistem tersebut mensirkulasikan udara dalam ruangan, dalam sistem tersebut terdapat kondensor yang melepaskan energi panas dari sirkulasi sistem pendingin tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pemanas air, guna menghemat energi. Dalam penelitian ini tangki kondensor yang digunakan untuk menampung sekaligus tempat pemanas air akan diteliti dengan ketebalan tangki 1cm, pemberian lapisan gasbul 0,5 cm dan polyurethane 1 cm. dari penelitian ini menemukan bahwa perbandingan antara tangki tanpa lapisan dan dengan pemberian lapisan, yaitu tangki dengan lapisan cenderung lebih baik dalam menghambat energi panas yang terbuang dan panas air bisa lebih awet dan juga bisa membuat air dalam tangki lebih cepat panas karena tidak ada energi yang terbuang, dan dalam waktu 130 menit bisa membuat air dengan kapasitas 30 liter bisa mencapaisuhu 43 °C yang mana dari suhu tersebut dapat dimanfaatkan sebagai water heater. dan dari penelitian ini pemberian lapisan pada tangki kondensor air yang mencapai suhu tertinggi 43 °C lebih tahan lama dan membutuhkan waktu 18 jam 10 menit untuk kembali ke suhu ruang.

Kata kunci : *system pendingin, tahanan thermal, kondensor, water heater, gasbul, polyurethane*

Abstract

The cooling system is an air conditioning system in which the system circulates indoor air, in this system there is a condenser which releases heat energy from the circulating cooling system which can be used as a water heater, in order to save energy. In this study, the condenser tank which is used to accommodate and place the water heater will be examined with a tank thickness of 1cm, giving a gasbul layer of 0.5 cm and polyurethane 1 cm. from this study found that the comparison between tanks without layers and with coating, that is, tanks with layers tend to be better at inhibiting wasted heat energy and water heat can last longer and can also make the water in the tank heat faster because no energy is wasted , and within 130 minutes can make water with a capacity of 30 liters can reach a temperature of 43 0C from which temperature can be used as a water heater. and from this research, the coating on the water condenser tank which reaches the highest temperature of 43 0C is more durable and takes 18 hours 10 minutes to return to room temperature.

Keywords: *cooling system, thermal resistance, condenser, water heater, gasbul, polyurethane*

1 PENDAHULUAN

Mesin pendingin adalah suatu alat pengkondisian udara untuk gedung atau bangunan yang berukuran kecil sampai sedang. Umumnya mesin tersebut menggunakan mesin refrigerasi jenis terpisah (*AC split*) dengan kapasitas pendinginan

yang tidak terlalu besar. Sedangkan penggunaan mesin refrigerasi sebagai pengkondisian udara untuk gedung atau bangunan dengan ukuran sedang dan besar, biasanya menggunakan mesin refrigerasi jenis terpusat (*AC central*) yang memiliki kapasitas pendinginan yang cukup besar. Pada umumnya baik mesin refrigerasi dengan kapasitas pendinginan

kecil, sedang maupun besar kalor yang dibuang di sisi kondensor yang bertemperatur tinggi, biasanya dibiarkan terbuang percuma. Kalor ini bisa dimanfaatkan untuk pemanas air secara bersamaan pada saat proses penyerapan kalor untuk menciptakan nyaman ruangan yang dihuni, sehingga di dapat air panas secara gratis tanpa perlu lagi menggunakan elemen pemanas listrik untuk memanaskan air. Pemanfaatan kalor yang di buang pada kondensor, akan menghemat penggunaan energi listrik untuk keperluan air panas. (Cengel, 2011, Stoecker, 1996, Aziz, 2005, Ambarita, 2001).

2 TINJAUAN PUSTAKA

Di dalam sistem ini refrigerant digunakan untuk memindahkan panas. Pada dasarnya, refrigerant menyerap panas karena suhunya lebih rendah daripada suhu sumber panas yang diserap. Oleh karena itu, refrigerant berfungsi untuk menghantarkan panas. Untuk meningkatkan kemampuan kerja alat pendingin COP (*Coefficient Of Performance*) maka kondensor dapat di modifikasi dengan menggunakan pendingin media air, dan blower tidak digunakan lagi sehingga dapat menghemat daya penggerak blower, serta pada *air conditioner* (AC) memiliki beberapa komponen seperti kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. (Gorzelnik .E.F, 1997).

2.1 Siklus Kompresi Uap

- Pendinginan kondensor tabung yang pertama dengan media air ini bertujuan untuk di ambil kalor yang paling tinggi untuk di jadikan sebagai *water heater*, pada temperatur di sini kondensor masih suhu 40-50°C, pada suhu kondensor tersebut lalu di manfaatkan untuk memanaskan air yang digunakan untuk kebutuhan mandi dan lain sebagainya. Bergman,T. L. 2011 menyatakan bahwa “Perpindahan panas secara konduksi adalah perpindahan panas yang disebabkan perbedaan temperatur dan bergantung pada aktivitas level atom atau molekuler.”
- Pada pendinginan kondensor yang ke dua ini bertujuan untuk memastikan *refrigeran* yang mau di *ekspansikan* biar benar-benar

dingin. Jadi efaporator bisa berkerja secara maksimal, kalau tidak ada pendinginan ke dua, kalau air dalam tangki tidak di pakai atau tidak bersirkulasi otomatis kerja kondensor berkurang karena air pendingin suhunya semakin lama akan semakin tinggi dan di pasanginya pendinginan ke dua ini supaya tidak terjadi kurangnya pendinginan kondensor dan berakibat di *efaporator* tidak maksimal. Lavine,A. S., Incropera,F.P., (2011) menyatakan bahwa “perpindahan panas secara konveksi adalah perpindaan panas yang terjadi antara permukaan zat dengan *fluida* yang bergerak dan keduanya mempunyai perbedaan *temperatur*.”

- Pada pendinginan kedua kami memanfaatkan kalor yang masih tersisa pada pipa balik efaporator sebagai pendinginan ulang dengan media pemindahan kalor memiliki *fluida* air, pada *fluida* air ini di ambil dari *efaporator* yang mengembun dan meneteskan air yang dingin utuk membantu jugak pendinginan kondensor ke dua. Pada sistem ini terdapat 3 perpindahan panas yaitu perpindahan panas konduksi, konveksi dan radiasi. Koestoer. 2002 menyatakan bahwa “radiasi adalah proses perpindahan panas melalui gelombang *elektromagnet* atau paket- paket energi (*photon*) yang dapat dibawa sampai jarak yang sangat jauh tanpa memerlukan interaksi dengan medium.”

2.2 Rumus Perhitungan Kondensor

a. Konduksi Tangki

$$q = K \cdot A \frac{\Delta T}{L} \dots \dots \dots 2.1)$$

q = laju perpindahan panas konduksi (w)

K = Konduktivitas thermal bahan (w/m.k)

A = Luas Permukaan Perpindahan panas (m²)

L = Lebar Lapisan tabung (m)

$\Delta T = T_1 - T_2$ (°C)

b. Konveksi Tangki

$$q = h \cdot A \cdot \Delta T$$

Dimana :

q = Laju perpindahan panas konveksi (w)
 h = Koefisien perpindahan panas konveksi ($w/m^2.k$)
 A = Luas Permukaan Perpindahan panas (m^2)
 $\Delta T = T_1 - T_2$ ($^{\circ}C$)

c. Radiasi Tangki

$q = e \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4$
 Dimana :
 q = Energi dilepaskan persatuan luas (w)
 e = Emisivitas suatu benda (0/1)
 σ = Stefan-Boltzman Constant ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} w/m^2.k^4$)
 A = Luas Permukaan Perpindahan panas (m^2)
 T^4 = Temperatur Benda ($^{\circ}C$)

d. Distribusi panas pada semua lapisan

$R_1 = 1/h_1 \cdot 2\pi \cdot r_1 \cdot L$
 $R_2 = \ln(r_2/r_1)/2\pi \cdot k_a \cdot L$
 $R_3 = 1/h_2 \cdot 2\pi \cdot r_3 \cdot L$
 Dimana :
 R_1 = Stainless steel ($^{\circ}C/W$)
 R_2 = Lapisan gasbul ($^{\circ}C/W$)
 R_3 = Lapisan Polyurethane ($^{\circ}C/W$)
 h_1 = Koefisien perpindahan panas konveksi (w)
 r_1 = Jari-jari tabung stainless steel (m)
 r_2 = Jari-jari lapisan gasbul (m)
 r_3 = Jari-jari lapisan polyurethane (m)
 L = Lebar lapisan pada tabung kondensor (m)
 K_a = konduktivitas termal dari lapisan gasbul ke lapisan polyurethane (W)
 h_2 = Radiasi dari gasbul ke udara (w)

e. Rugi panas Seluruh Tangki :

$Q_{loss} = \Delta T/R_{tot} = \Delta T/R_1 + R_2 + R_3 + R_4$
 Dimana :
 Q_{loss} : Rugi Panas Seluruh Tangki

Tabel 1. Variabel Penelitian

Nomor	Variabel Penelitian	Keterangan Besaran
1	Variabel bebas	- Tabung tanpa lapisan - Tabung dengan

2	Variabel terikat	lapisan - lapisan gasbul - lapisan polyurethane
3	Variabel kontrol	- laju thermal pada tiap lapisan - losses serta efisiensi lapisan thermal

3 METODE PENELITIAN

Pada Penelitian ini pengambilan data dilakukan 2 kali pengulangan dengan pengamatan 10 menit sekali, masing-masing setiap variasi tabung selama 130 menit, kemudian dilakukan validasi nilai rata-rata dengan hasil pengumpulan data dituangkan dalam bentuk table dan grafik data hasil penelitian. Pada proses ini dilakukan pengambilan data dengan 3 tahapan. Tabung kondensor tanpa lapisan, tabung kondensor dengan lapisan dan ketahanan panas air kondensor, dengan prosedur sebagai berikut :

1. Mengisi pipa sistem pendingin dengan freon
2. Mengisi air pada tangki sebanyak 30 liter dan menutup tabung.
3. Menyalakan tombol power pada penak untuk menyalakan kompresor dan thermometer suhu.
4. Mencatat data hasil pengamatan setiap 10 menit selama 130 menit dan memasukkan data pada tabel yang sudah disusun.
5. membuat grafik dan tabel pengujian.
6. menghitung rata-rata data tabel dan menganalisa pengujian.

Proses pengambilan data ketahanan panas tangka kondensor yaitu dengan suhu air mencapai suhu tertinggi dan kompresor mencapai ketahanan 130 menit dan kompresor akan off, maka dilakukan pengambilan data sampai suhu ruang.

1. mencatat setiap 10 menit sekali pada suhu tabung berpelapis.
2. membuat grafik dan tabel pengujian.
3. menghitung losses dan efisiensi dari penggunaan lapisan thermal kondensor.
4. menganalisa pengujian.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Kekerasan

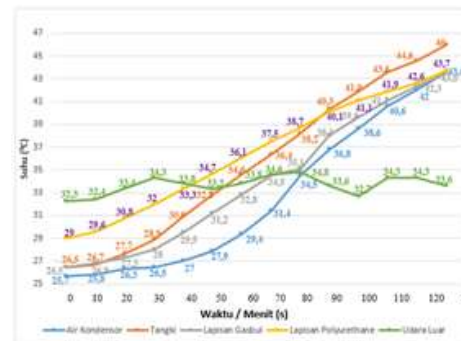
Dari data pengujian kondensor AC tanpa lapisan sebagai *Water Heater* dilakukan selama 130 menit dan dilakukan pengambilan data selama 10 menit sekali, dan setelah dilakukan pengujian didapatkan data hasil pengujian dari lapisan tangki kondensor AC sebagai *Water Heater*.

Tabel 4.1 Data hasil Pengujian Kondensor

Hasil Perhitungan Penelitian			
Tangki Kondensor Tanpa Lapisan		Tangki Kondensor Dengan Lapisan	
Konduksi	-345,51 watt	Konduksi	-356,430 watt
Konveksi	11,062 watt		-1.524,68 watt
Radiasi	295,261.10 ⁻⁸ watt		-515,56 watt
		Konveksi	7,809 watt
		Radiasi	77,024.10 ⁻¹² watt
		Distribusi	-0,0242 °C/W
		Panas	0,0414 °C/W
		Semua	29,015 °C/W
		Lapisan	
		Rugi	44,494 °C/W
		Panas	
		Seluruh	
		Tangki	

kondensor dari menit 10 sampai menit ke 70 mengalami kenaikan yang stabil dan pada menit ke 80 kenaikan suhu air disebabkan oleh kenaikan tegangan listrik yang kurang stabil sehingga kenaikan air menjadi drastic sampai pada menit 130 dengan suhu 41,2°C. Grafik tangki kondensor mengalami kenaikan sampai pada menit ke 60 dan pada menit ke 70 suhu tangki mengalami penurunan dan naik lagi pada menit ke 80 dikarenakan tegangan pada kompresor yang tidak stabil karena kompresor tidak menggunakan Thermokopel untuk menjaga tegangan dan suhu pada kompresor agar stabil. Disini tangki bisa lebih panas karena stainless steel sebagai media penghantar panas yang baik yang menyebabkan tangki lebih panas dari suhu air.

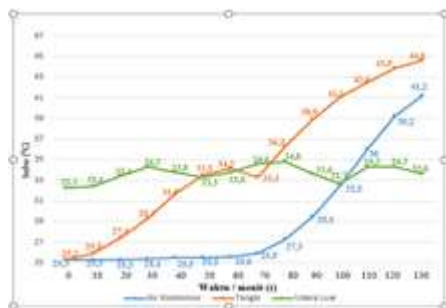
b. Tangki Dengan Lapisan



Gambar 4.2 Tangki Dengan Lapisan

4.2 Hasil Pengujian Tangki Kondensor

a. Tanpa Lapisan



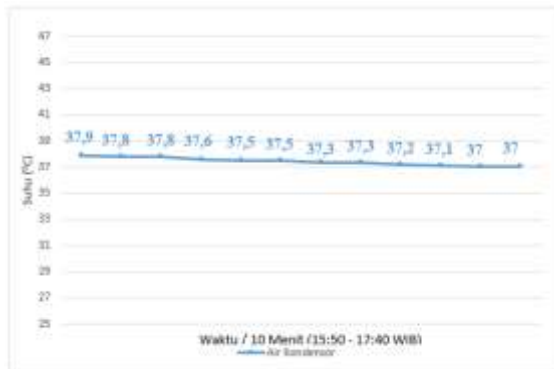
Gambar 4.1 Tangki Tanpa Lapisan

Analisa Tangki Kondensor Tanpa Lapisan
Dari grafik 4.1 dapat dilihat dari grafik bahwa air

Dari grafik 4.2 dapat dilihat bahwa air kondensor terus mengalami kenaikan suhu hingga suhu tertinggi mencapai 43,6°C. kemudian pada menit 80 sampai 90 suhu mengalami kenaikan yang signifikan sebesar 3°C selama dalam kurun waktu 10 menit. Tangki kondensor terus mengalami kenaikan yang stabil sampai pada suhu tertinggi yaitu mencapai 46°C, adanya kenaikan yang stabil dikarenakan material stainless steel yang memiliki sifat penghantar panas yang baik serta posisi spiral kondensor juga berdekatan dengan tangki dan juga tangki dalam keadaan tertutup. Ketika tangki pada suhu 38,2 menuju suhu 40,3 mengalami kenaikan sebesar 2°C Xberbanding lurus dengan peredam pertama berupa gasbul yang juga mengalami kenaikan pada suhu 35,1°C menuju suhu 38°C sebesar 3°C. lapisan polyurethane mengalami kenaikan suhu yang stabil hingga mencapai suhu

tertinggi pada 46°C, hal tersebut di pengaruhi oleh perubahan udara luar yang berfruktusi serta lapisan polyurethane memiliki thermal conductivity yang kecil yaitu 0.020 W/m⁰K yang mampu meredam panas dan suara pada suatu material.

c. Analisa Ketahanan Suhu Tangki Kondensor Berpelapis



Gambar 4.3 Ketahanan Panas Tangki Kondensor.

Dari analisa grafik 4.3 dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil Pengamatan pada pengujian kondensor model spiral menggunakan lapisan tangki, suhu air kondensor relatif stabil terlihat ketika suhu mencapai 37 derajat yaitu pada pukul 15:50 sampai 17:40. dengan demikian, maka ketahanan suhu air kondensor setelah dipanaskan dan kemudian didiamkan akan bertahan sekitar kurang lebih 1 jam 50 menit.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat di simpulkan bahwa :

1. Dari Pengujian dan analisa tangki kondensor sebagai water heater tanpa lapisan yaitu pada suhu air 41,2 °C, stainless steel 44,6 °C, sedangkan pada tangki kondensor dengan lapisan yaitu pada suhu air 43,6 °C, stainless steel 46 °C, lapisan gasbul 43,5 °C, dan lapisan polyurethane 43,7 °C.
2. Dari hasil penelitian didapatkan panas dari kondensor tanpa lapisan yang dipindahkan ke air sebagai *water heater* adalah 41,2 °C, dan pada tangki kondensor dengan lapisan adalah sebesar 43,6 °C dari

perbandingan ke 2 suhu tersebut pada suhu tertinggi dari masing-masing kondensor, adalah sesuai dan dapat digunakan sebagai *water heater* guna memanfaatkan energi panas buang dan bisa menghemat energi listrik.

Pada penelitian ini didapatkan hasil *energy losses* pada tabung dengan penggunaan lapisan adalah sebesar 44,494 °C/W. Serta dalam penelitian ini untuk penggunaan lapisan pada tangki yaitu lebih efisien dikarenakan panas buang kondensor suhu air bisa mencapai 43,6 °C yang mana pada suhu tersebut bisa diaplikasikan untuk pemanas air. Serta suhu dalam tangki kondensor dengan lapisan bisa bertahan lama pada titik tertinggi yaitu 43,6 °C dan membutuhkan waktu 18 jam 10 menit untuk mencapai suhu ruang yaitu 25,6 °C. Serta suhu stabil yaitu 37 °C pada pukul 15:50 - 17:40 WIB atau selama 1 jam 50 menit.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Azridjal Aziz, Herisiswanto, Hardianto Ginting, Noverianto Hatorangan dan Wahyudi Rahman, 2013, *Recovery Energi pada Residential Air Conditioning Hibrida sebagai Pemanas Air dan Penyejuk Udara yang Ramah*.
- Cengel, Yunus A., dan Boles, Michael A., 2011. *Thermodynamics An Engineering Approach*, 7th Edition, McGraw Hill Companies, New York.
- Daniel Santoso, F. Dalu Seiaji., 2013, *Pemanfaatan Panas Buang Pengondisian Udara Sebagai Pemanas Air Dengan Menggunakan Penukar Panas Heikal* (129-140).
- E.F. Gorzelnik, 1997, *Heat water with your air-conditioner*, *Electrical World*, vol 188 no 1, 54-55.
- Fei Liu, Hu Huang, Yingjiang Ma dan Rong Zhuang, 2008, *Research on the Air Conditioning Water Heater System*, *Proceeding International Refrigeration and Air Conditioning Conference*, Purdue, July 14-17.
- Incropera, Frank, P., De Witt, David, P., "Fundamentals of Heat and Mass Transfer" John Wiley & Sons, Inc., 1990.

- Koestoer, R. Artono. 2002. Perpindahan Kalor untuk Mahasiswa Teknik. Jakarta:Salemba Teknik.
- Kreith, E and W. Z. Black, Basic Heat Transfer, Harper & Row, New York, 1980. Lingkungan, Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Oleh dan Petrokimia (SNTK TOPI), 27 November, Pekanbaru.
- Mainil, Rahmat Iman., dan Mainil Afdhal Kurniawan., 2011, 'Simulasi Pemanfaatan Panas Buang Chiller untuk Kebutuhan Air Panas di Perhotelan', Jurnal Teknik Mesin, vol. 8, no. 2, pp. 94-103.
- Mehmet Yilmaz, 2003, Performance Analysis of a Vapor Compression Heat Pump Using Zeotropic Refrigerant Mixtures, Energy Conversion and Management, vol 44, 267-282.
- Rasta, I Made., 2009, 'Pemanfaatan Energi Panas Terbuang pada Kondensor AC Sentral Jenis Water Chiller untuk Pemanas Air Hemat Energi', Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM, vol. 3 no. 2, pp.114-120.
- Supratman H. Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1982
- Wirawan IKG, Ngurah Putra Wibawa, Analisa Penggunaan Water Kondensor Pada Mesin Pengodisian Udara Paket (AC Widow), Universitas Udayana,Kampus Bukit Jimbaran, 200