

EXPERIMENT TEST ON CONDENSER SPLIT AIR CONDITIONING (AC) CAPACITY OF 1PK USING CONDITIONED WATER AS COOLING CONDENSER

Ade Suryatman Margana¹⁾, Sunardi²⁾, Rahmi Irna Mulyani³⁾

¹ Politeknik Negeri Bandung
email: adesmargana@polban.ac.id

² Politeknik Negeri Bandung
email: masnardie@yahoo.co.id

³ Politeknik Negeri Bandung
email: rahmiirna@gmail.com

Abstract

Split Air Conditioning (AC) capacity of 1pk generally used a vapour compression system, consisting of four main components, namely compressor, condenser, expansion valve and evaporator. Usually this type of condenser using air cooled condenser where heat transfer from condenser to the surrounding forcibly carried out by the fan. There is another type of condenser namely water cooled condenser where heat transfer using water as media to cooled condenser. The use of a Water Cooled Condenser will get better results of the Coeffisien Of Performance (COP) and efficiency or increased performance in a vapour compression refrigeration system compared to the use of an Air Cooled Condenser. This research will apply split AC condenser immersed in a water bath with conditioned water temperature. From the results of measurements and data processing carried out in previous studies using conditioned water obtained COPactual 4.6 to 4.8, and efficiency of 61,63% to 64,56%. System performance is strongly influenced by ambient temperature.

Keywords: Water Cooled Condenser, COP, Efficiency

1. PENDAHULUAN

Air Conditioning (AC) atau alat pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin. Alat ini dipakai bertujuan untuk memberikan udara yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan bagi tubuh, untuk negara beriklim tropis yang terdiri dari musim hujan dan musim panas, pada saat musim panas suhu ruangan tinggi sehingga penghuni tidak nyaman. Di lingkungan tempat kerja, AC juga dimanfaatkan sebagai salah satu cara dalam upaya peningkatan produktivitas kerja, karena dalam beberapa hal manusia membutuhkan lingkungan udara yang nyaman untuk dapat bekerja secara optimal. Tingkat kenyamanan suatu ruangan juga ditentukan oleh temperatur, kelembapan, sirkulasi dan tingkat kebersihan udara.

Prinsip pendinginan udara pada AC sama halnya dengan siklus refrigerasi, yakni udara panas bertukar dengan udara dingin yang dihembuskan oleh kipas evaporator AC tersebut, kemudian panas udara diserap oleh refrigeran didalam evaporator, panasnya tersebut dapat mengubah fasa dari refrigeran menjadi uap, kemudian refrigeran dihisap oleh kompresor yang didalam kompresor refrigeran dipompa sehingga bertekanan dan bertemperatur tinggi, refrigeran tersebut dialirkan kedalam kondenser, dikondenser refrigeran dilepaskan kalornya sehingga berubah fasa menjadi cair yang setelah melewati kondenser refrigeran masuk kedalam katup ekspansi, di katup ekspansi refrigeran diturunkan temperaturnya sehingga ketika refrigeran masuk kedalam evaporator

refrigeran dalam keadaan bertekanan rendah dan bertemperatur rendah dan dapat mengambil panas udara pada ruangan tersebut.

Pada dasarnya kondenser merupakan tempat penukar kalor (*heat exchanger*), yaitu memindahkan kalor refrigeran pada tekanan dan suhu tinggi ke media lain. Media pembuangan kalor dapat berupa udara maupun air. Pemilihan media pendingin udara atau air pada kondenser merupakan hal yang sangat penting sekali untuk mengetahui performansi sistem AC.

Pada penelitian ini pembuangan panas dari refrigeran di kondenser menggunakan media pendingin udara dan air. Pada media pendingin udara (*air cooled condenser*), pelepasan panas dipaksa dengan menggunakan kipas ke udara sekeliling sedangkan media pendingin air (*water cooled condenser*), kondenser direndam dalam air yang temperaturnya dikondisikan.

2. KAJIAN LITERATUR DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Suatu sistem kompresi uap sederhana secara umum terdiri dari empat komponen utama dan terdiri dari empat proses (gambar 1 dan gambar 2) yaitu :

1. Kompresor terjadi proses kompresi, proses yang berlangsung di kompresor secara isentropik adiabatik.

Besarnya kerja kompresi per satuan massa refrigeran dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$q_w = h_2 - h_1 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

q_w = besarnya kerja kompresi yang dilakukan (kJ/kg)

h_1 = entalpi refrigeran saat masuk kompresor (kJ/kg)

h_2 = entalpi refrigeran saat keluar kompresor (kJ/kg)

2. Kondenser terjadi proses kondensasi, proses ini berlangsung di kondenser secara isobar (tekanan konstan).

Besarnya kalor per satuan massa refrigeran yang dilepaskan di kondenser dinyatakan sebagai :

$$q_c = h_2 - h_3 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

q_c = besarnya kalor yang dilepas di kondenser (kJ/kg)

h_2 = entalpi refrigeran saat masuk kondenser (kJ/kg)

h_3 = entalpi refrigeran saat keluar kondenser (kJ/kg)

3. Katup Ekspansi terjadi proses ekspansi, proses ini berlangsung di alat ekspansi (kapiler, TXV, AXV dll) terjadi secara iso-entalpi.

Pada proses ini tidak terjadi penambahan atau pengurangan entalpi tetapi terjadi drop tekanan dan penurunan temperatur

$$h_3 = h_4 \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

h_3 = entalpi refrigeran saat keluar kondenser (kJ/kg)

h_4 = entalpi masukan evaporator (kJ/kg)

4. Evaporator terjadi proses evaporasi, yang ada hubungannya dengan perubahan fasa pada refrigeran yang digunakan, proses ini berlangsung di evaporator secara isobar (tekanan konstan) dan isothermal (temperatur konstan).

Besarnya kalor yang diserap oleh evaporator adalah :

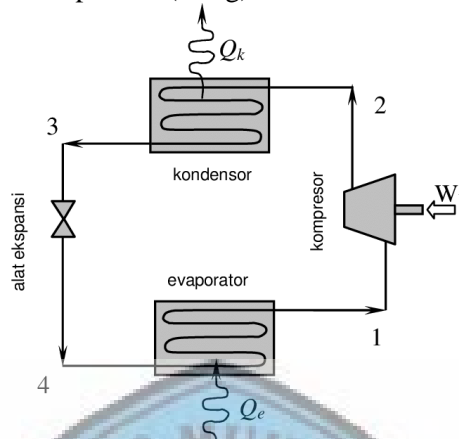
$$q_e = h_1 - h_4 \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

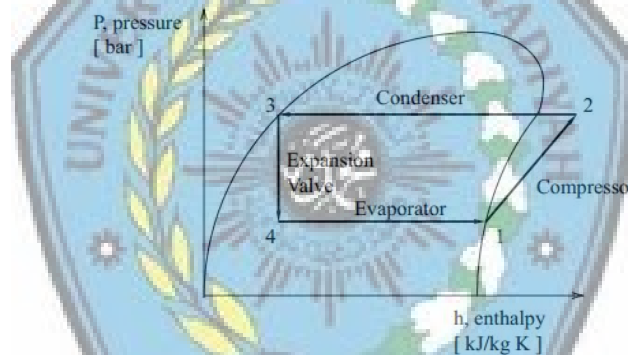
q_e = kalor yang diserap di evaporator (kJ/kg)

h_1 = entalpi keluaran evaporator (kJ/kg)

h_4 = entalpi masukan evaporator (kJ/kg)



Gambar 1 Diagram alir sistem kompresi uap sederhana dengan komponen utama Siklus Refrigerasi digambar pada diagram P-h



Gambar 2 Diagram P-h siklus kompresi uap sederhana

Kinerja Sistem Pendingin (Performansi)

Performansi suatu sistem pendingin disebut dengan *Coefficient Of Performance* (COP). Besaran ini menyatakan kemampuan sistem untuk menarik kalor dari ruangan (di evaporator) per satuan daya kompresor.

COP_{carnot} atau **COP_{ideal}**, merupakan COP maksimum yang dapat dimiliki oleh suatu sistem. COP_{carnot} dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$COP_{carnot} = \frac{T_{evaporasi}}{T_{kondensasi} - T_{evaporasi}} \dots\dots\dots(5)$$

COP_{aktual}, merupakan COP sebenarnya yang dimiliki oleh suatu sistem. COP_{aktual} ini dapat diperoleh dengan dengan persamaan :

$$COP_{aktual} = \frac{q_e}{q_w} \dots\dots\dots(6)$$

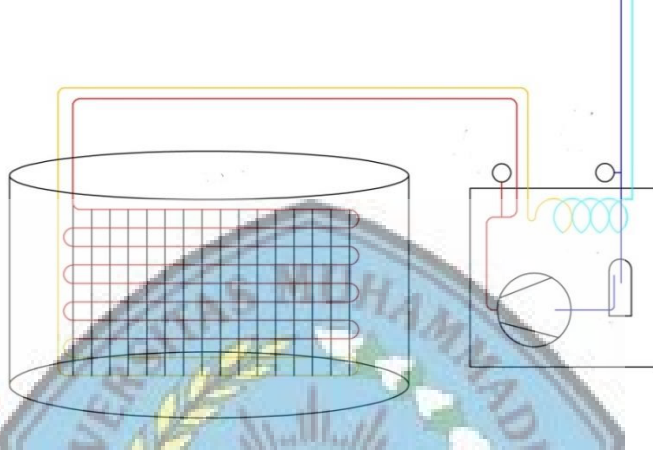
Efisiensi

Perbandingan besaran COP_{aktual} dan COP_{carnot} menunjukkan efisiensi sistem refrigerasi dengan persamaan sebagai berikut :

$$\eta_{ref} = \frac{COP_{aktual}}{COP_{camot}} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

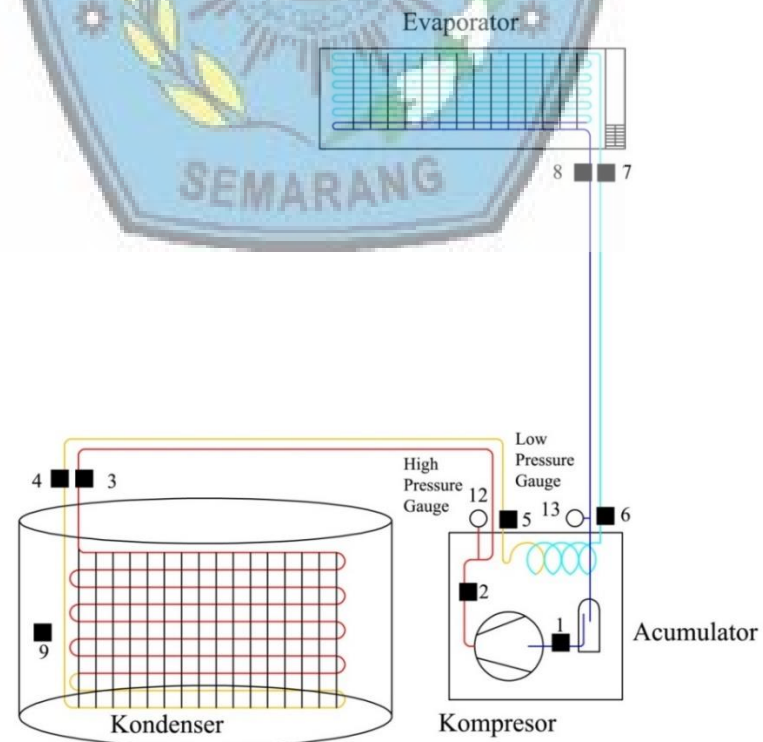
3. METODE PENELITIAN

Investigasi eksperimental dilakukan pada AC tipe split 1 pk yang awalnya menggunakan kondenser media pendingin udara. Setelah eksperimen dan mencatat datanya, AC Split tersebut dirancang ulang dengan membongkar kondensernya (*outdoor condenser unit*) dan merendam kondenser didalam sebuah wadah berisi air (*water cooled condenser*) yang dikondisikan pada temperatur tertentu (gambar 4).



Gambar 3 *Outdoor Unit AC Split* setelah di rancang ulang

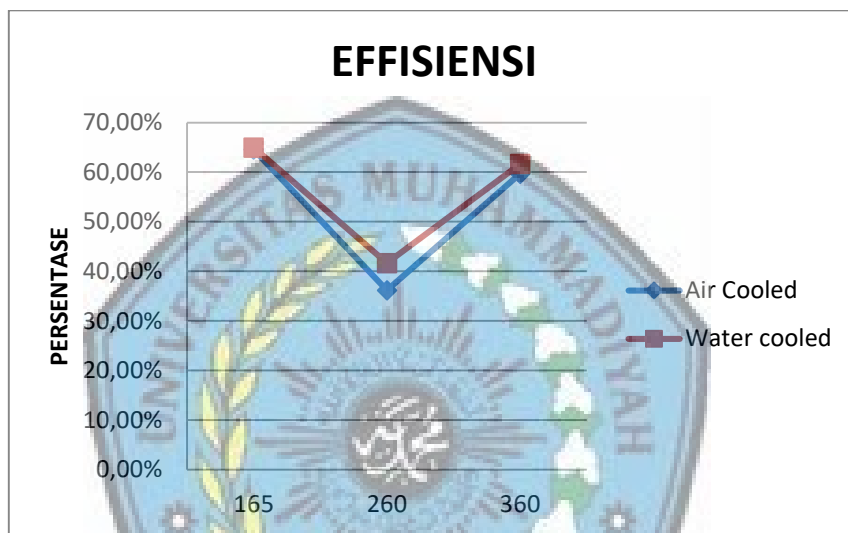
Adapun data yang akan diambil pada saat pengukuran berlangsung meliputi beberapa variabel, diantaranya : temperatur, tekanan, dan arus (gambar 4).



Gambar 4 Skema Penempatan Titik Pengukuran

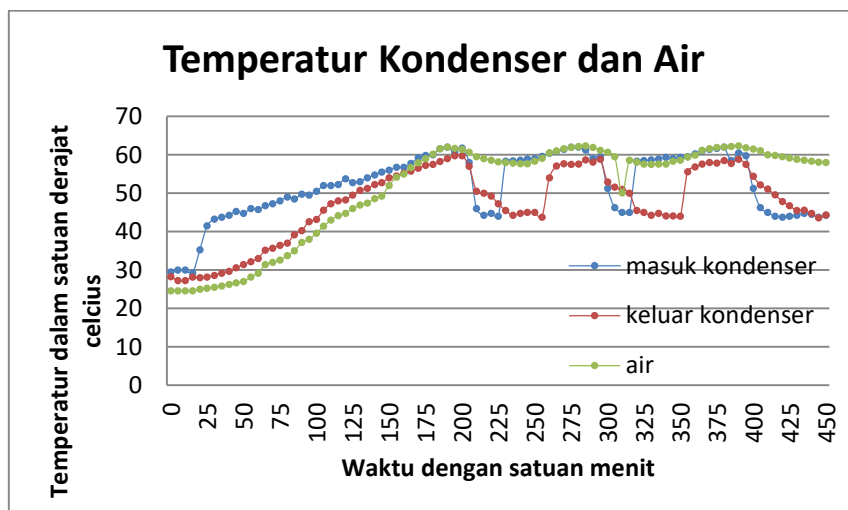
4. HASIL PENELITIAN

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan air sebagai media pendingin kondenser effiseinsi sistem lebih baik dibandingkan dengan kondenser yang menggunakan udara sebagai media pendingin. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5, pada menit 165 efisiensi *Air Cooled Condenser* sebesar 64,53 % dan *water cooled condenser* sebesar 64,56 % , pada menit 260 efisiensi *Air Cooled Condenser* sebesar 36,15% dan *water cooled condenser* sebesar 41,66% dan pada menit 360 efisiensi *Air Cooled Condenser* sebesar 59,67% dan *water cooled condenser* sebesar 61,63%. Pada menit ke 260 terjadi penurunan efisiensi baik pada efisiensi *Air Cooled Condenser* maupun *water cooled condenser* hal ini disebabkan karena pada menit tersebut sistem mengalami *cut Off* yang disebabkan temperatur ruangan tercapai.



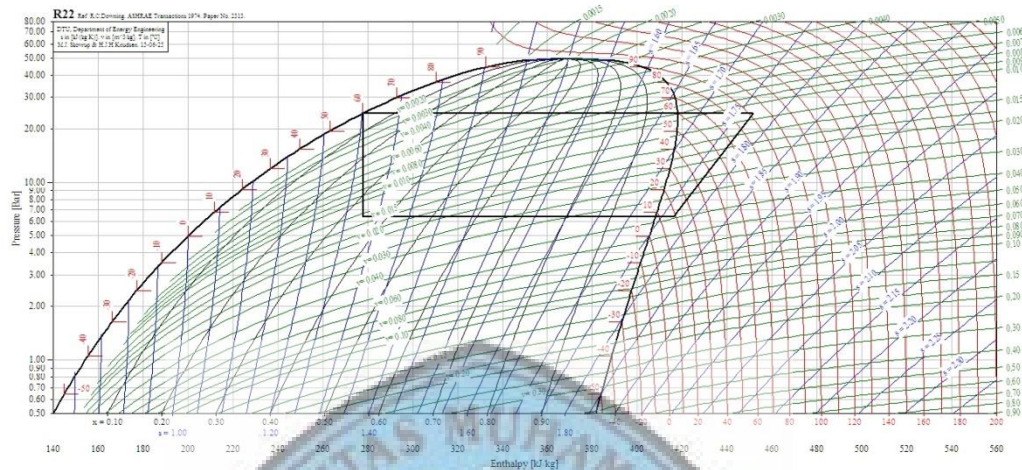
Gambar 5. Efisiensi sistem dengan *air cooled condenser* dan *water cooled condenser*

Pengaruh pelepasan kalor dari refrigerant ke air yang temperturnya dikondisikan dapat menyebabkan kenaikan temperatur keluar dan masuk kondenser tetapi mulai menit ke 190°C temperatur masuk dan keluar kondenser mulai menurun hal ini disebabkan karena temperturnya sudah mendekati temperatur kondensasi (gambar 6).



Gambar 6. Grafik temperatur masuk dan keluar kondenser terhadap waktu

Gambar 7 menunjukkan diagram ph dari sistem yang menggunakan *Water Cooled Condenser*, didalam diagram dapat dilihat efek refrigerasinya (penyerapan kalor) oleh refrigeran dari udara sekelilingnya lebih besar dan terjadi *superheat* sehingga *Coefficient Of Performance (COP)* nya bertambah besar.



Gambar 7. Diagram ph sistem menggunakan *water cooled condenser*.

5. SIMPULAN

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan air sebagai media pendingin kondenser effisiensi sistem lebih baik dibandingkan dengan kondenser yang menggunakan udara sebagai media pendingin seperti terlihat pada tabel berikut :

Kondenser	Menit	COP_a	COP_c	η (Effisiensi)
Air Cooled	165	4.7846915	7.4143401	64.53%
	260	4.8176069	13.325918	36.15%
	360	4.8526816	8.1321121	59.67%
Water Cooled	165	4.6536023	7.1643164	64.96%
	260	4.851301	11.64557	41.66%
	360	4.846173	7.8632536	61.63%

6. REFERENSI

- ASHRAE, 2009, Fundamentals (SI). CoolPack, Software, Danfoss
- Imron Rosadi, 2014, Analisa Waktu Simpan Air Pada Tabung Water Heater Terhadap Kinerja Ac Split 1 Pk. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasakti Tegal
- Kisman Mahmud, 2015, Pengaruh Variasi Temperatur Air Pendingin Kondensor Terhadap Tekanan Pada Beban Tetap, JISI UMJ
- Nishikant Z. Adkane, Saroj V. Borkar , Ramesh D. Bokde, 2017, Comparative Analysis of Domestic Refrigerator by using Water Cooled Condenser with Air Cooled Condenser, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET).
- Stoecker, Wilbert F & Jones, Jerold W. 1992, Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara, Penerbit Erlangga, Jakarta.