

ANALISA VARIASI DEBIT AIR SEBAGAI REFRIGERAN SEKUNDER PADA BAGIAN INDOOR UNIT AIR CONDITIONER (AC) TERHADAP PERFORMA SISTEM REFRIGERASI

Baiti Hidayati¹, Ferry Irawan¹, Apriyansyah¹

¹Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu, Sekayu 30711, Indonesia

E-mail: bayy10@gmail.com

ABSTRAK

Air Conditioner (AC) Split 1/2 PK menggunakan media air sebagai *secondary refrigeran* merupakan salah satu sistem baru pengkondisian dari AC split biasa yang direnovasi pendistribusiannya. AC split 1/2 PK dimodifikasi menjadi AC yang memiliki dua jenis refrigeran, yaitu refrigeran primer (R-22) dan sekunder (air). Dari permasalahan ini, perlu diketahui hubungan antara performansi AC Split dan variasi debit air yang masuk ke evaporator. Sehingga dapat mengetahui pengaruh debit air keluaran dari *liquid cooler* menuju evaporator terhadap performansi AC split 1/2 PK menggunakan media air sebagai *secondary refrigerant*. Penelitian tentang refrigerasi dan tata udara telah banyak dilakukan untuk mendapatkan performansi terbaik, dengan meninjau dari pengaruh komponen utama mesin itu sendiri atau dari luar komponen utama mesin pendingin. Seperti penambahan refrigerant sekunder sebagai fluida tambahan untuk membantu efektifitas dari sistem pendinginan untuk sekala besar dan jumlah debit air yang akan mengalir pada indoor unit AC. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan performa dan efisiensi yang baik dengan mengatur jumlah debit air yang mengalir. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah memvariasi debit air keluaran dari *liquid cooler* menuju indoor unit. Debit air yang divariasikan adalah debit air pada sudut *valve* dengan bukaan 30°, 60°, dan 90°. Pada tiap bukaan keran diperoleh data berupa suhu kompresor, suhu kondensor, suhu ekspansi, suhu evaporator, tekanan tinggi dan tekanan rendah. Sehingga diperoleh nilai Coefficient of Performance (COP) dan efisiensi. Dari pengolahan data didapatkan COP sebesar 4,8 pada sudut bukaan 90°, 4,9 pada sudut bukaan 60° dan 5 pada bukaan sudut 30°. Dari hasil perhitungan dan analisis dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan COP pada sistem refrigerasi apabila debit air pada keluaran *cooling coil* semakin kecil.

Kata kunci: COP, Efisiensi

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pada era globalisasi ini, segala bentuk perkembangan teknologi sangat berdampak bagi kehidupan. Sehingga industri pun terus melahirkan alat-alat produksi dengan teknologi terbaik dalam skala besar serta benar-benar memperhitungkan efisiensi dari peralatan tersebut. Dampak kemajuan teknologi industri telah banyak kita rasakan dalam kehidupan sehari-hari, di lingkungan sekitar kita telah banyak dipenuhi oleh hasil kemajuan teknologi yang semuanya dibuat demi kebutuhan manusia.

Dewasa ini penggunaan AC (*Air Conditioning*) semakin luas dari rumah tinggal, perkantoran, hotel, mobil, rumah sakit, dan industri. Pemakaian AC bervariasi dari kapasitas kecil, sedang dan besar. Aplikasi pengkondisian udara dimanfaatkan untuk kenyamanan manusia, misalnya : AC split, *window tipe*, AC sentral (*water chiling plant*), *rooftop unit*. Sedangkan untuk industrial proses, misalnya : *spray washer*, ruangan pabrik komponen presisi, industri percetakan, produk fotografis.

Tujuan penggunaan AC bagi tempat tinggal adalah untuk kenyamanan sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan yang dipersyaratkan, sehingga orang yang berada dalam ruangan merasa nyaman (Stoecker, W.F. and Jones, J.W., 1982).

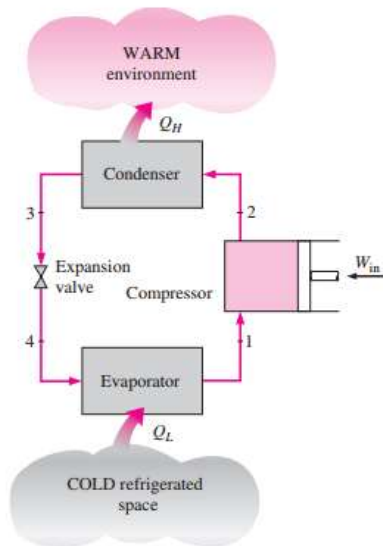
1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

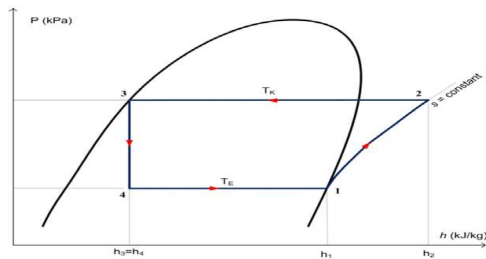
- 1) Mengetahui nilai COP AC split ½ PK pada masing-masing bukaan katup
- 2) Mengetahui pengaruh bukaan katup terhadap COP AC split ½ PK

2. Tinjauan Pustaka

Secara umum refrigerasi merupakan proses perpindahan panas dimasa udara yang diharapkan dibawah temperatur lingkungan (Dossat, R.J., 1981). Siklus kompresi uap terdiri dari empat komponen utama, yaitu kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator. Susunan empat tersebut secara skematik ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Siklus Pendingin Sistem Kompresi Uap. (Cengel, Y.A. and Boles, M.A., 2006)



Gambar 2. Diagram P – h siklus kompresi uap ideal (Stoecker, W.F. and Jones, J.W., 1982)

2.1. Efek refrigerasi

Efek refrigerasi menyatakan jumlah kalor yang diserap oleh refrigeran di dalam evaporator untuk setiap satu satuan massa refrigeran. Efek refrigerasi akan berpengaruh langsung terhadap kapasitas refrigerasi dalam sistem.

$$ER = h_1 - h_4 \text{ (kJ/kg)} \tag{1}$$

(Stoecker, W.F. and Jones, J.W., 1982)

Dimana :

h1 = entalpi uap refrigeran yang meninggalkan evaporator (kJ/kg)

h2 = entalpi cairan + uap refrigeran yang masuk evaporator (kJ/kg)

2.2. Kerja kompresi (Wk)

Untuk mengkompresikan uap refrigeran yang bertekanan rendah menjadi uap refrigeran yang bertekanan tinggi, kompresor memerlukan usaha/kerja. Besarnya usaha/kerja sama dengan selisih entalpi uap refrigeran yang keluar kompresor dengan masuk kompresor.

$$W_k = h_2 - h_1 \text{ (kJ/kg)} \tag{2}$$

(Stoecker, W.F. and Jones, J.W., 1982)

Dimana :

h2 = entalpi uap refrigeran yang keluar kompresor (kJ/kg)

h1 = entalpi uap refrigeran yang masuk kompresor (kJ/kg)

2.3. COP (Coefficient of Performance)

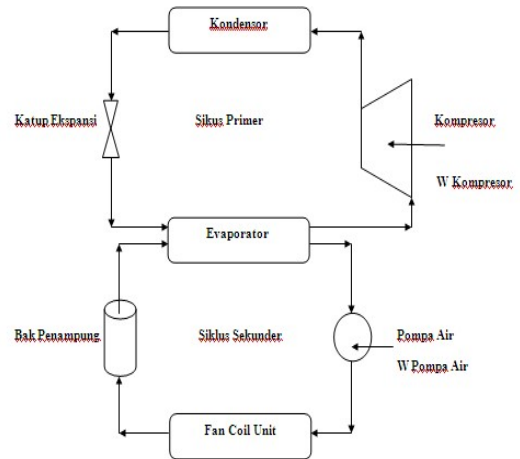
Istilah performansi dalam sistem refrigerasi lebih dikenal dengan COP (*coefficient of performance*). COP merupakan suatu koefisien yang besarnya sama dengan efek refrigerasi dibagi dengan kerja kompresi. Makin tinggi harga COP nya makin baik sistem refrigerasi tersebut. Harga COP ini biasanya lebih besar dari pada satu. COP dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \tag{3}$$

(Arora, C.P., 1981)

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, dengan menyiapkan perangkat uji berupa Air Conditioner ½ PK kemudian memodifikasi menjadi 2 jenis refrigeran dimana pada indoor unit menggunakan refrigeran sekunder.



Gambar 3. Piping alat setelah dilakukan modifikasi

Sistem yang digunakan pada sistem AC split ½ PK menggunakan air (H2O) sebagai *secondary refrigerant* ini adalah sistem refrigerasi yang menggunakan sistem kompresi uap, dengan menggunakan sistem *chiller central* yang di aplikasikan pada AC split. Ketika sistem ingin di jalankan, buka *hand valve* bak penampung untuk mengalirkan air ke evaporator. Setelah air terisi di dalam evaporator, maka langkah selanjutnya hiduppkan MCB. Kompresor bekerja menghisap refrigeran bertekanan rendah dan menekan refrigeran bertekanan tinggi menuju kondensor. Di kondensor terjadi proses kondensasi, dimana refrigeran bertekanan tinggi akan melepaskan kalor dengan bantuan kipas, refrigeran melewati *filter*

dryer untuk disaring kotoran dan sisa uap air. Refrigeran yang bertekanan tinggi tersebut akan masuk ke dalam pipa kapiler. Di dalam pipa kapiler tekanan dan suhu refrigeran diturunkan serta merubah fasa refrigeran menjadi spray. Di evaporator, refrigeran yang bertekanan dan suhu rendah akan mendinginkan air yang ada di dalam tabung liquid cooler. Begitulah sistem kerja siklus primer secara terus-menerus selama di jalankan. Selanjutnya, air yang telah di dinginkan di dalam liquid cooler di alirkan menggunakan pompa air menuju indoor unit berupa fan coil unit, kemudian uap dingin yang di hasilkan akan di hembuskan menuju ruangan. Setelah melalui fan coil unit air akan mengalir ke bak penampungan dan seterusnya di jalankan dalam siklus sekunder.

3.1. Diskripsi Perangkat Uji



Gambar 4. Alat setelah dilakukan modifikasi

Komponen perangkat uji:

- 1) Seperangkat Air Conditioner ½ PK yang telah di modifikasi menjadi 2 jenis refrigeran
- 2) Refrigeran 22
- 3) Alat-alat ukur: termometer, tang ampere, pressure gauge.

3.2. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian terdiri dari langkah persiapan dan langkah pengujian/pengambilan data. Langkah persiapan meliputi perakitan/setting instalasi uji, pemvakuman, pengisian refrigeran dan tes kebocoran.

Langkah pengujian/pengambilan data dilakukan setelah sistem beroperasi sekitar 30 menit (sampai sistem bekerja normal/steady). Pengambilan data dilakukan dengan merubah sudut putaran manual valve 90°, 60°, 30°. Kemudian setiap perubahan sudut manual valve dilakukan pengukuran data berupa temperatur dan tekanan pada Air Conditioner modification baik ada refrigerant primer maupun sekuneder. Pengukuran dilakukan pada waktu per 5 menit selama 4 kali pada putaran manual valve yang berbeda. Kemudian semua data dicatat pada lembaran data.

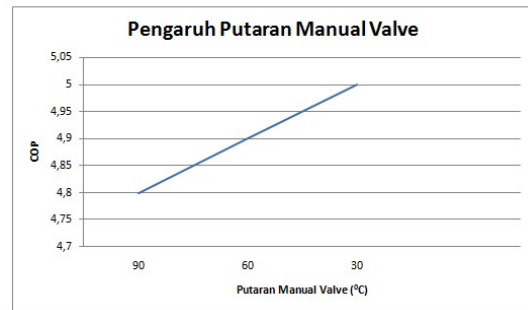
4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian dan Analisa didapat data:

Tabel 1. Data hasil pengujian

No	Bukaan keran	ER (kj/kg)	WK (kj/kg)	COP	Daya (watt)
1	Putaran dengan sudut 90	161	32	4.8	228,8
2	putaran dengan sudut 60	163	33	4.9	228,8
3	putaran dengan sudut 30	164	33	5	228,8

Berdasarkan data hasil pengujian dapat ditampilkan kedalam grafik berikut:



Gambar 5. Pengaruh Terhadap COP

Dari gambar didapatkan bahwa *coefficient of performance* sebesar 4,8 pada sudut bukaan 90°, 4,9 pada sudut bukaan 60° dan 5 pada bukaan sudut 30°.

5. Kesimpulan

Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- 1) COP AC Split ½ PK Menggunakan Media Air Sebagai *Secondary Refrigerant* adalah 4,8 pada sudut bukaan 90°, 4,9 pada sudut bukaan 60° dan 5 pada sudut bukaan 30°.
- 2) Terjadi peningkatan COP pada sistem refrigerasi apabila debit air pada keluaran cooling coil semakin dikurangi, hal ini disebabkan oleh pencapaian temperatur pada *cooling coil* memerlukan waktu yang cukup lama oleh sebab itu terjadinya peningkatan COP refrigerasi pada sistem water chiller tersebut dan pada suhu tidak terjadi peningkatan daya yang dibutuhkan oleh system *Air Conditioner (AC) Split ½ PK* Menggunakan Media Air Sebagai *Secondary Refrigerant*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, C.P. 1981. *Refrigeration and Air Conditioning*. McGraw-Hill.
- Cengel, Y.A. and Boles M.A. 2006. *Thermodynamics An Engineering Approach*. McGraw-Hill.
- Dossat, R.J. 1981. " *Principles Of Refrigeration* ", Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Stoecker, W.F. and Jones, J.W. 1982. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Alih Bahasa Ir.Supratman Hara, Erlangga.