

UJI PERFORMANSI PEMANFAATAN PANAS DISCHARGE KOMPRESOR SISTEM KOMPRESI UAP MENGGUNAKAN REFRIGERAN R-22 TERHADAP SISTEM ABSORBSI

Haryanto¹,Baiti Hidayati¹

¹Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu

E-mail:bayy10@ymail.com

ABSTRAK

AC digunakan untuk keperluan kenyamanan manusia. Jenis AC yang banyak beredar di masyarakat yaitu AC dengan sistem pendingin kompresi uap. Pada sistem ini akan terjadi pembuangan kalor pada keluaran kompresor melalui kondensor untuk merubah fase uap tekanan dan suhu tinggi menjadi cairan dengan suhu dan tekanan yang sedikit lebih rendah. Dengan adanya proses pembuangan kalor uap keluaran kompresor, penulis bermaksud untuk memanfaatkan kalor tersebut tersebut untuk proses penguapan refrigeran pada alat Absorption Refrigeration Trainer . Kapasitas AC yang digunakan untuk pemanfaatan panas kondensor sebesar 1 HP dengan sistem kompresi uap dan akan digunakan untuk proses penguapan pada mesin pendingin absorpsi. Pengambilan data dilakukan setiap 15 menit. Dari pengujian dapat disimpulkan bahwa dengan memanfaatkan panas kondensor sistem kompresi uap 1 HP menggunakan R-22, ternyata tidak mampu membangkitkan sistem absorpsi. Dengan kata lain belum mampu menguapkan refrigeran amonia pada sistem absorpsi dan tidak mampu mendinginkan kabin evaporator.

Kata Kunci: *Performance*, sistem absorpsi, sistem kompresi uap dan kondensor.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Absorption Refrigeration Trainer with Solar Cell Panel Unit yaitu sistem yang menggunakan energi panas bukan energi mekanik untuk membuat perubahan dalam kondisi yang diperlukan untuk menyelesaikan siklus pendinginan. Sistem penyerapan dapat menggunakan gas alam, LPG, minyak tanah, uap atau elemen pemanas listrik sebagai sumber panas. Prinsip kerjanya yaitu adanya dua tingkat tekanan yang bekerja pada sistem, yaitu tekanan rendah yang meliputi proses penguapan (di evaporator) dan penyerapan (di absorber), dan tekanan tinggi yang meliputi proses pembentukan uap (di generator) dan pengembunan (di kondensor). Siklus absorpsi juga menggunakan dua jenis zat yang umumnya berbeda, zat pertama disebut penyerap sedangkan yang kedua disebut refrigeran. Selanjutnya, efek pendinginan yang terjadi merupakan akibat dari kombinasi proses pengembunan dan penguapan kedua zat pada kedua tingkat tekanan tersebut. Proses yang terjadi di evaporator dan kondensor sama dengan pada siklus kompresi uap. Sistem pembangkit dari Absorption Refrigeration Trainer with Solar Cell Panel Unit dirubah dengan memanfaatkan panas kondensor sistem kompresi uap 1 HP menggunakan refrigeran R-22. Panas kondensor ini merupakan energi yang dihasilkan dari perubahan energi listrik dan kalor yang diserap di evaporator yang terbuang sia-sia kelingkuangan.

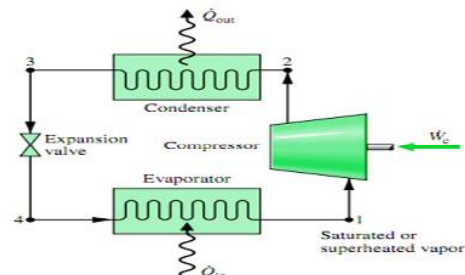
1.2. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui nilai performa pada alat *Absorption Refrigeration Trainer with Solar Cell Panel Unit* dengan memanfaatkan kalor yang terbuang dari kondensor AC split 1 PK.

2. Tinjauan Pustaka

2.2. Refrigerasi

Sistem kompresi uap merupakan siklus yang terbanyak digunakan dalam sistem refrigerasi. Pada siklus ini uap ditekan, dan kemudian diembunkan menjadi cairan, lalu tekanannya diturunkan agar cairan tersebut dapat menguap kembali. (Stoecker dan Jones:1982)



Gambar 1. Siklus Kompresi Uap

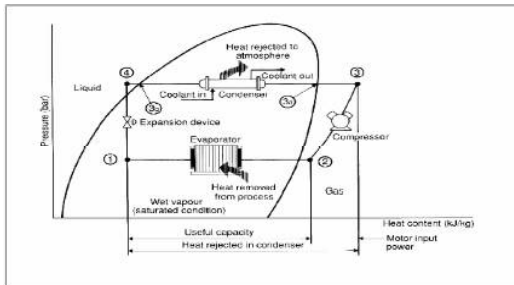
(Sumber : Shapiro,H.N and Moran,M.J.2006)

- 1-2 Kompresi adiabatik dan reversible, dari uap jenuh menuju tekanan kondensor.
- 2-3 Pelepasan kalor reversible pada tekanan konstan, menyebabkan penurunan panaslanjut

(desu perheating) dan penguambun refrigeran.

3-4 Ekspansi tidak- reversible pada entalpi konstan, dari cairan jenuh menuju tekanan evaporator.

4-1 Penambahan kalor reversible pada tekanan tetap, yang menyebabkan penguapan menuju uap jenuh. (Stoecker dan Jones:1982)



Gambar 2. Skematis Siklus Refrigerasi dan Perubahan Tekanannya (Sumber : Arora. C.P. 2000)

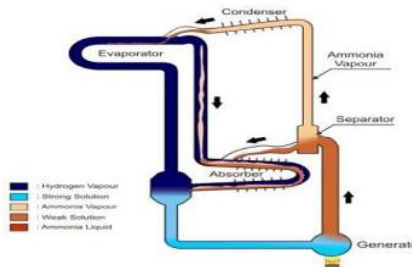
2.2. Komponen Alat Refrigerasi Kompresi Uap

Komponen utama mesin refrigerasi yaitu:

- 2) Kompresor
- 3) Kondensor
- 4) Alat Expansi
- 5) Evaporator

2.3. Komponen Alat Refrigerasi Kompresi Uap

Ferdinand Care, seorang Perancis, menemukan sistem absorpsi dan memperoleh hak paten Amerika Serikat pada tahun 1806. Penggunaan pertama sistem absorpsi di Amerika Serikat mungkin dilakukan oleh Negara-negara Konfederasi selama perang sipil setelah suplai es alam dari utara dihentikan . Sistem absorpsi dalam beberapa hal hampir sama dengan sistem refrigerasi kompresi uap. (Stoecker dan Jones:1982)



Gambar 3. Metode Perubahan Uap Tekanan Rendah menjadi Uap Tekanan Tinggi (Sumber : Althouse,dkk. 2004)

Seperti tampak pada gambar diatas, kerja kompresi yang dilakukan oleh sistem, berada paroh kiri diagram. Uap tekanan rendah dari evaporator diserap oleh larutan cairan (liquid solution) dalam

absorber. Jika proses absorpsi ini dilakukan secara adiabatik, suhu larutan akan dan akhirnya absorpsi uap akan berhenti. Untuk mengekalkan proses absorpsi, absorber didinginkan oleh udara atau air yang kemudian melepaskan kalor ini ke udara bebas. Pompa menerima zat cair tekanan rendah dari absorber, meninggikan tekanan zat cair ,dan mengirimkan zat cair ke generator. Dalam generator, kalor dari sumber suhu tinggi mendorong lepas uap yang telah diserap oleh larutan. Larutan cair dikembalikan ke absorber melalui katup tropel yang maksudnya adalah untuk memberikan penurunan tekanan guna menjaga beda tekanan antara generator dan absorber. Pola aliran ke dan dari empat komponen penukar kalor pada sistem absorpsi yaitu kalor suhu tinggi masuk ke generator sedangkan kalor suhu rendah dari bahan yang hendak didinginkan masuk ke dalam evaporator. Pelepasan kalor dari sistem terjadi pada absorber dan kondensor pada suhu-suhu tertentu sehingga kalor dapat terbuang ke atmosfer. (Stoecker dan Jones:1982)

Dasar siklus absorpsi disajikan pada gambar dibawah. Pada gambar ditunjukkan adanya dua tingkat tekanan yang bekerja pada sistem, yaitu tekanan rendah yang meliputi proses penguapan (di evaporator) dan penyerapan (di absorber), dan tekanan tinggi yang meliputi proses pembentukan uap (di generator) dan penguambun (di kondensor). Siklus absorpsi juga menggunakan dua jenis zat yang umumnya berbeda, zat pertama disebut penyerap sedangkan yang kedua disebut refrigeran. Selanjutnya, efek pendinginan yang terjadi merupakan akibat dari kombinasi proses penguambun dan penguapan kedua zat pada kedua tingkat tekanan tersebut. Proses yang terjadi di evaporator dan kondensor sama dengan pada siklus kompresi uap (Stoecker dan Jones:1982)

2.4. Komponen Alat Refrigerasi Sitem Absorpsi

Komponen utama mesin refrigerasi yaitu:

- 1) Generator
- 2) Absorber
- 3) Rerigeran

2.5. Coefficient of Performance (COP)

COP untuk sistem refrigerasi kompresi uap adalah:

$$COP = \frac{(h_1-h_4)}{(h_2-h_1)} = \frac{Q_{in}}{w_k} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

COP = Coefficient of Performance

- h_1 = Enthalpy Suction Compressor (kJ/kg)
- h_2 = Enthalpy Discharge Compressor (kJ/kg)
- h_3 = Enthalpy Output Condenser (kJ/kg)
- h_4 = Enthalpy Output Expansion Valve (kJ/kg)

COP pada sistem absorpsi

$$COP_{abs} = \frac{q_e}{q_g} = q_g \frac{T_g-T_o}{T_g} \geq q_e \frac{T_o-T_e}{T_e} - W_p \dots\dots\dots(2.2)$$

$$q_e = \frac{T_o - T_e}{T_e} - W_p \dots \dots \dots (2.3)$$

$$q_g = \frac{T_g - T_o}{T_g} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

COP = *Coeffisien of Performance*

q_e = Kerja yang termanfaatkan(K)

q_g = Kerja dilakukan(K)

T_e = T4 (temperatur masuk evaporator) (K)

T_g = Temperatur keluar kompresor(K)

T_o = T8 (temperatur lingkungan) (K)

3. Metodologi Penelitian

Pengambilan data dilakukan pada dua sistem pendinginan yaitu pada sistem kompresi uap dan pada sistem absorpsi. Pengambilan data dilakukan setiap 15 menit sebanyak dua kali. Dengan parameter yang diukur yaitu:

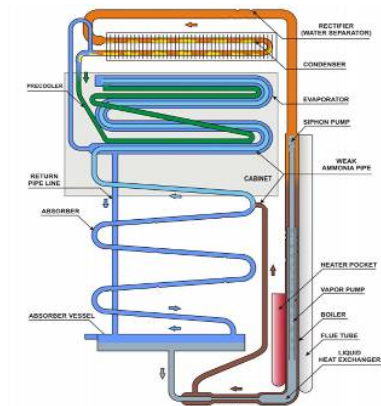
Sistem kompresi uap:

- 1) Tin Evaporator
- 2) Tout Evaporator
- 3) Tin Condensor
- 4) Tout Kompresor
- 5) Psuction
- 6) Pdischarge

Sistem absorpsi:

- 1) T1: Temperatur Keluar Absorber Vessel (°C)
- 2) T2: Temperatur Masuk Kondensor (°C)
- 3) T3: Temperatur Keluar Kondensor (°C)
- 4) T4: Temperatur Masuk Evaporator (°C)
- 5) T5: Temperatur Keluar Evaporator (°C)
- 6) T6: Temperatur Udara Balik (°C)
- 7) T7: Temperatur Kabin (°C)
- 8) T8: Temperatur Lingkungan (°C)

Dari data yang didapat maka akan diperoleh nilai COP masing-masing setiap sistem.



Gambar 4. Absorption Refrigeration Trainer with Solar Cell Piping Diagram (Sumber : Labtech. 2013)

3.1. Diskripsi Perangkat Uji

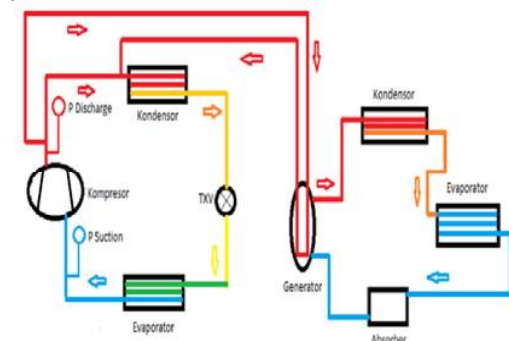
Pada deskripsi perangkat pengujian harus dipersiapkan beberapa komponen perangkat pengujian:

- 1) Seperangkat alat refrigrerasi kompresi uap 1 HP
- 2) Seperangkat alat Absorption Refrigeration Trainer
- 3) Refrigeran 22
- 4) Alat ukur suhu

Alat refrigerasi kompresi uap dimodifikasi dengan *Absorption Refrigeration Trainer* sehingga refrigeran keluaran kompresor dapat dimanfaatkan untuk menguapkan regrigeran yang ada pada *Absorption Refrigeration Trainer*. Setelah dilakukan perakitan alat maka dilakukan pengecekan kebocoran, pemvakuman dan pengisian reffrigeran terakhir dilakukan pengambilan data.

3.2. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian terdiri dari langkah-langkah persiapan dan pengujian/pengambilan data. Langkah persiapan meliputi perakitan, yang merupakan gabungan alat antara mesin pendingin sistem kompresi uap dan sistem absorpsi hasil pemipaan dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 5. Piping Diagram Penggabungan Sistem Kompresi Uap dan Absorpsi

Setelah dilakukan penggabungan antara mesin pendingin sistem kompresi uap dengan mesin pendingin sistem absorpsi dilakukan pemvakuman, pengisian refrigeran dan tes kebocoran pada masing-masing mesin pendingin baik mesin pendingin sistem kompresi uap maupun mesin pendingin sistem absorpsi.

Setelah alat dipersiapkan maka dapat dilakukan pengambilan data untuk setiap 15 menit, pada masing-masing mesin pendingin dan dapat diperoleh nilai performansi.

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian pemanfaatan uap panas pada mesin pendingin sistem kompresi uap untuk mendapatkan nilai performansi pada mesin pendingin sistem absorpsi didapat data sebagai berikut:

Tabel 1. Mesin Pendingin Sistem Kompresi Uap

Parameter	15 menit	30 menit	Satuan
P_{suc}	4,1	4,1	Bar
P_{dis}	22,19	21,5	Bar
$T_{out\ evap}$	25,2	25,4	$^{\circ}C$
$T_{out\ komp}$	101,2	114,7	$^{\circ}C$
$T_{out\ kond}$	53	50	$^{\circ}C$
h_1	424,8	423,4	kJ/kg
h_2	461,6	475,4	kJ/kg
h_3	267,5	263,2	kJ/kg
COP	4,27	3,08	-

Tabel 2. Mesin Pendingin Sistem Absorbsi

Parameter	15 menit	30 menit	Satuan
T_o	302,15	305,55	K
T_g	385,15	389,45	K
T_e	300,25	303,25	K
q_e	0,006	0,007	-
q_g	0,219	0,215	-
COP	0,027	0,032	-

5. Kesimpulan

Dari pengujian dapat disimpulkan bahwa dengan memanfaatkan panas kondesor sistem kompresi uap 1 HP menggunakan R-22, ternyata tidak mampu membangkitkan sistem absorpsi. Dengan kata lain belum mampu menguapkan refrigeran amonia pada sistem absorpsi dan tidak mampu mendinginkan kabin evaporator.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, C.P. 2000. *Refrigeration and Air Conditioning 2nd Edition*. New Delhi: Tata Mc. Graw-Hill Education.
- F. Stoecker, Wilbert., Jerold W. Jones. 1982. *Refrigeration and Air Conditioning*. United States : McGraw – Hill Companies
- Labtech. 2013. *Industrial Ice Block Maker Trainer(RCO-ICM-C)*. Batam: Labtech International LTD.
- Shapiro, H.N. and Moran, M.J. 2006. *Fundamentals Engineering Thermodynamics*. England: John Wiley and Sons, Inc.