

Pengaruh Laju Aliran Udara Masuk Evaporator Terhadap Kapasitas Pendinginan (*Coefficient Of Performance*) Dan Kelembapan Udara Pada Sistem Refrigerasi *Air Condition*

M. Almaududi¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
Kampus Sekaran, Gunung Pati, Semarang, 50229, Indonesia
almaududi31@gmail.com¹

Abstrak— Dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai banyak yang menggunakan mesin pendingin ruangan AC menginginkan kondisi ruangan dingin, sejuk dan nyaman. Banyak dari konsumen yang tidak puas dari hasil pemasangan unit akibat kurang mengerti teori dasar teknik refrigerasi. Kondisi ini mungkin dapat diwujudkan dengan mengatur putaran blower pada AC sehingga dapat meningkatkan laju kecepatan udara sebelum masuk evaporator dan kelembapan udara. Fenomena ini menarik untuk dikaji apakah kecepatan aliran udara sebelum masuk evaporator akan mempengaruhi kapasitas pendinginan. Secara analitis muncul dugaan bahwa peningkatan aliran udara masuk sebelum evaporator akan mempercepat pertukaran kalor yang terjadi sehingga menghasilkan COP (*Coefficient of Performance*) yang lebih baik. Untuk itu faktor faktor inilah yang akan diangkat penulis agar dapat diselesaikan dengan baik. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh dari variasi kecepatan aliran udara masuk evaporator dalam hal ini dengan mengatur kecepatan blower terhadap perubahan suhu yang terjadi pada evaporator dan perubahan suhu pada kondensor. Serta pengaruhnya terhadap nilai kelembapan udara pada ruangan kabin dan nilai indeks kapasitas pendinginan (COP). Tujuan penelitian yang hendak dicapai adalah merencanakan eksperimen untuk mengetahui dampak perubahan suhu pada evaporator, suhu pada kondensor, perubahan nilai kelembapan udara, serta nilai indeks kapasitas pendinginan (COP) akibat dari variasi kecepatan laju aliran udara masuk evaporator. Hasil penelitian eksperimen yang dicapai bahwa laju aliran udara masuk evaporator mempengaruhi perubahan suhu pada evaporator dan kondensor. Kelembapan udara ruangan juga terpengaruh akibat variasi kecepatan udara masuk evaporator. Kesimpulan lain yaitu bahwa semakin besar kecepatan aliran udara masuk evaporator maka nilai COP akan semakin meningkat. Hal ini terjadi karena peningkatan kecepatan aliran udara masuk pada evaporator akan mempercepat pertukaran kalor sehingga akan meningkatkan indeks kapasitas pendinginan (COP).

Kata kunci— Laju Aliran Udara, Kapasitas Pendinginan (COP), Kelembapan Udara, Sistem Refrigerasi, *Air Condition*.

Abstract— In everyday life, it is often found that many people use air conditioning machines, which want a cold, cool and comfortable room. Many consumers are dissatisfied with the results of the unit installation due to their lack of understanding of the basic theory of refrigeration techniques. This condition may be realized by adjusting the blower rotation on the air conditioner so as to increase the air speed before entering the evaporator and air humidity. This phenomenon is interesting to study whether the velocity of air flow before entering the evaporator will affect the cooling capacity. Analytically, there is an assumption that increasing the intake of air before the evaporator will accelerate the heat exchange that occurs, resulting in a better COP (*Coefficient of Performance*). For this reason, the writer will raise these factors so that it can be resolved properly. The problem in this research is how is the effect of variations in air flow velocity into the evaporator in this case by adjusting the blower speed to the temperature changes that occur in the evaporator and temperature changes in the condenser. And its effect on the value of air humidity in the cabin space and the value of the cooling capacitance index (COP). The research objective to be achieved is to plan an experiment to determine the impact of temperature changes on the evaporator, temperature on the condenser, changes in the value of air humidity, and the value of the cooling capacity index (COP) due to variations in the velocity of the air flow rate into the evaporator. The results of experimental research are that the air flow rate into the evaporator affects temperature changes in the evaporator and condenser. Room air humidity is also affected due to variations in the speed of air entering the evaporator. Another conclusion is that the greater the air flow velocity into the evaporator, the COP value will increase. This happens because an increase in the speed of the incoming air flow in the evaporator will accelerate the heat exchange so that it will increase the cooling capacity index (COP).

Keywords— *Air Flow Rate, Cooling Capacity (COP), Air Humidity, Refrigeration System, Air Condition*

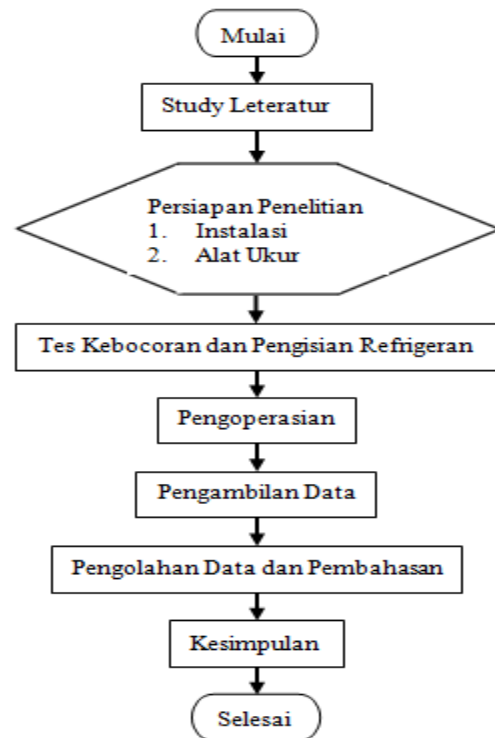
I. PENDAHULUAN

Pengkondisian udara merupakan salah satu aplikasi penting teknologi refrigerasi. Teknologi refrigerasi dapat menghasilkan dua hal esensial yang diperlukan dalam pengkondisian udara yakni pemanasan (heating) dan pendinginan (cooling). Pengkondisian udara lengkap meliputi pemanasan (heating), pendinginan (cooling), pengaturan kelembaban (humidifying dan dehumidifying), dan pertukaran udara (ventilating). Sedangkan pengkondisian udara skala kecil umumnya dilakukan tanpa mengikutsertakan pengaturan kelembaban. Pengkondisian udara saat ini telah menjadi standard bangunan, publik ataupun privat dalam berbagai skala diberbagai penjuru dunia. Untuk daerah yang mengalami empat musim terjadi perubahan fungsi pengkondisian udara dari pemanasan pada musim dingin dan menjadi pendinginan saat musim panas. Pada daerah khatulistiwa seperti Indonesia, pada umumnya fungsi pengkondisian udara adalah pada mode pendinginan saja. Mesin refrigerasi yang bekerja sebagai pemanasan disebut sebagai pompa kalor (heat pump) sedangkan sebagai pendingin biasanya disebut sebagai AC (Air Conditioning). Kedua fungsi tersebut bisa menyatu dalam satu mesin (mesin refrigerasi), bisa juga terpisah menjadi dua bagian tergantung pada mekanisme yang digunakan.

Dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai banyak yang menggunakan mesin pendingin AC menginginkan kondisi ruangan dingin, sejuk dan nyaman. Kondisi ini dapat diwujudkan dengan mengatur putaran blower pada AC sehingga dapat meningkatkan laju kecepatan udara sebelum masuk evaporator dan kelembaban udara. Fenomena ini menarik untuk dikaji apakah kecepatan aliran udara sebelum masuk evaporator akan mempengaruhi kapasitas pendinginan. Secara analitis muncul dugaan bahwa peningkatan aliran udara masuk sebelum evaporator akan mempercepat pertukaran kalor yang terjadi sehingga menghasilkan COP (Coefficient of Performance) yang tinggi. Berdasarkan penelitian tersebut, maka dilakukan penelitian tentang pengaruh laju aliran udara masuk pada evaporator dan kelembaban udara terhadap kapasitas pendinginan pada sistem refrigerasi AC ruangan berkapasitas 1 PK.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan melakukan pengamatan secara langsung untuk memperoleh data sebab akibat melalui eksperimen guna mendapatkan data empiris. Dalam hal ini objek penelitian yang diamati adalah pengaruh variasi kecepatan udara pada evaporator terhadap kelembaban udara dan kapasitas pendinginan (COP) pada AC ruangan kapasitas 1 PK



Gambar 1. Diagram alur penelitian

III. HASIL PENELITIAN

TABEL I. DATA HASIL PENGUKURAN

Putaran Blower	T_{D1} °C	T_{D2} °C	T_{W1} °C	T_{W2} °C	T_{EVAP} °C	T_{CON} °C
Kecepatan 1 376	31,2	12,4	30,5	10	2	33
Kecepatan 2 488	29,6	10,2	28,2	8,4	-1	34,8
Kecepatan 3 521	27,3	9,8	26	7,4	-6	36

Keterangan:

Ft/m : satuan kecepatan blower yang dihasilkan oleh alat penelitian, (ft/m)

T_{D1} : temperatur udara kering sebelum evaporator, (°C)

T_{D2} : temperatur udara kering setelah evaporator, (°C)

T_{W1} : temperatur udara basah sebelum evaporator, (°C)

T_{W2} : temperatur udara basah setelah evaporator, (°C)

T_{EVAP} : temperatur pada evaporator, (°C)

T_{KON} : temperatur pada kondensor, (°C)

A. Perhitungan Data

Disini akan ditunjukkan perhitungan data dari eksperimen dengan kecepatan blower (1) 114,60 m/s.

- T_{D1} : 31,2°C atau 88,16°F

- T_{W1} : 30,5°C atau 86,9°F

- T_{D2} : 12,4°C atau 54,32°F
- T_{W2} : 10°C atau 50°F
- T_{EVAP} : 2°C atau 35,6°F
- T_{CON} : 33°C atau 91,4°F

$$= \frac{71,3 \left(\frac{kJ}{kg}\right)}{12 \left(\frac{kJ}{kg}\right)}$$

$$= 5,9$$

B. Menentukan proses ekspansi

Didapat dari P-h diagram berdasarkan suhu evaporator dan suhu kondensor. Besaran yang didapat dari diagram P-h diagram berdasarkan data-data yang ada, yaitu:

Tekanan : 135 Psi
Suhu : 35,6°F
entalpi (h_A) : 49,7Kj/kg

C. Menentukan proses evaporasi

Didapat dari P-h diagram berdasarkan suhu evaporator dan suhu kondensor. Besaran yang didapat dari diagram P-h diagram berdasarkan data-data yang ada, yaitu:

Tekanan : 135 psi
Suhu: 35,6°F
entalpi (h_C) : 121Kj/kg
efek ref (q_e) : 71,3 kJ/kg

D. Menentukan proses kompresi

Didapat dari P-h diagram berdasarkan suhu evaporator dan suhu kondensor. Besaran yang didapat dari diagram P-h diagram berdasarkan data-data yang ada, yaitu:

Tekanan : 310 psi
Suhu: 91,4°F
entalpi (h_D) : 133 kJ/kg
efek ref (q_w): 12 kJ/kg

E. Menentukan proses kondensasi

Didapat dari P-h diagram berdasarkan suhu evaporator dan suhu kondensor. Besaran yang didapat dari diagram P-h diagram berdasarkan data-data yang ada, yaitu:

Tekanan : 310 psi
Suhu: 91,4°F
entalpi (h_E) : 124 kJ/kg
efek ref (q_C): 83,3 kJ/kg

Bila kapasitas refrigeran dikehendaki sebesar 1 kW, maka masa refrigeran yang harus disirkulasikan didalam sistem kompresi uap adalah:

$$m = Q_e/q_e = (1 \text{ (kW)})/(71,3 \text{ (kJ/kg)}) = 0.014 \text{ kg/det}$$

Kapasitas Kondensasi (Q_C) adalah:

$$Q_c = (m) \cdot (q_c)$$

$$= 0.014 \text{ (kg/det)} \times 83,3 \text{ (kJ/kg)}$$

$$= 1,1662 \text{ kJ/det}$$

Kapasitas Kompresi (Q_W) adalah:

$$Q_w = (m) \cdot (q_w)$$

$$= 0.014 \text{ (kg/det)} \times 12 \text{ (kJ/kg)}$$

$$= 0.168 \text{ kJ/det}$$

F. Menentukan kapasitas pendinginan (COP)

$$COP = \frac{q_E}{q_w}$$

G. Perhitungan data kelembaban udara (RH)

Didapat dari diagram psikometri berdasarkan suhu bola kering dan suhu bola basah. Besaran yang didapat dari diagram osikometri berdasarkan data-dara yang ada, yaitu:

Kelembaban udara sebelum evaporator

w = 28 gr/lb
DP = 30°C
H = 102 kJ/kg
SpV = 0,901 m³/kg
RH = 93 %

Kelembaban udara setelah evaporator

w = 8,2 gr/lb
DP = 7,5°C
H = 28 kJ/kg
SpV = 0,818 m³/kg
RH = 75 %

H. Data hasil perhitungan

TABEL II. DATA HASIL PERHITUNGAN

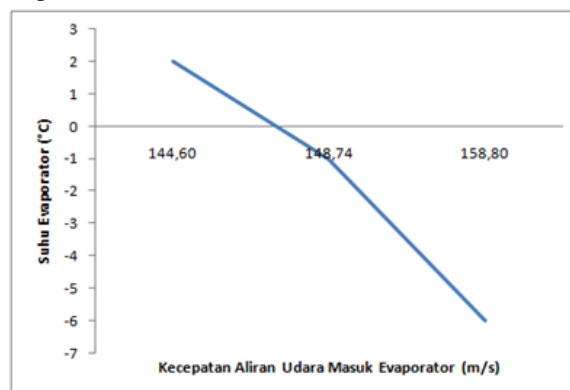
Putaran Blower	Kecepatan	COP	Kelembaban Udara Sebelum	Sesudah
Kecapatan 1	114,60	5,9	93 %	75 %
Kecapatan 2	148,74	5,1	94 %	79 %
Kecapatan 3	158,80	4,2	89 %	74 %

I. Data variasi kecepatan aliran udara

TABEL III. DATA KECEPATAN ALIRAN UDARA MASUK EVAPORATOR

Putaran Blower	Kecepatan Aliran Udara (ft/m)	(m/s)
Kecapatan 1 (pada remot)	376	114,60
Kecapatan 2 (pada remot)	488	148,74
Kecapatan 3 (pada remot)	521	158,80

J. Grafik pengaruh variasi kecepatan udara terhadap suhu evaporator

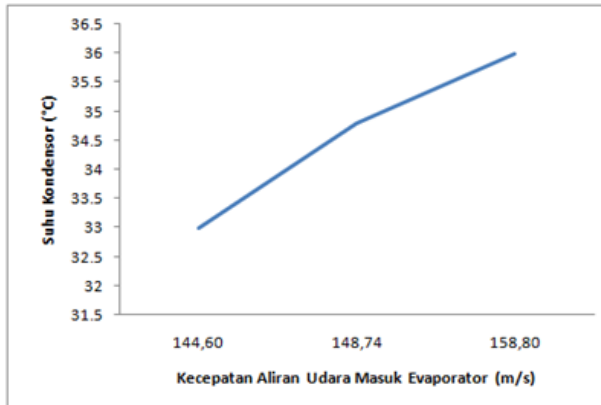


Gambar 2. Pengaruh Variasi Kecepatan udara Terhadap Suhu Evaporator

Grafik diatas menunjukkan adanya pengaruh variasi kecepatan aliran udara masuk evaporator terhadap suhu yang terjadi pada evaporator. Semakin menuingkat

kecepatan aliran udara yang masuk evaporator, maka nilai suhu pada evaporator yang dihasilkan juga semakin kecil.

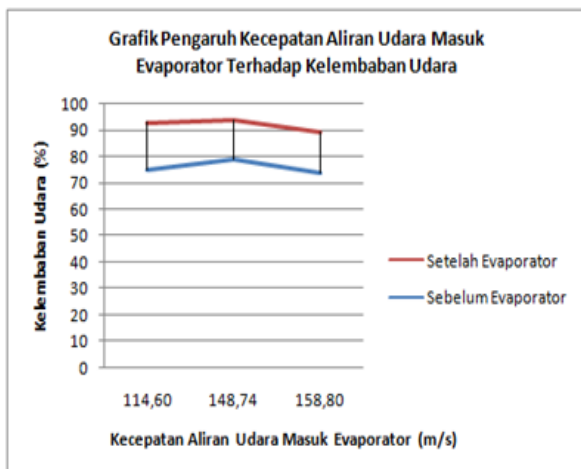
K. Grafik pengaruh variasi kecepatan udara terhadap suhu kondensor



Gambar 3. Pengaruh Variasi Kecepatan udara Terhadap Suhu Kondensor

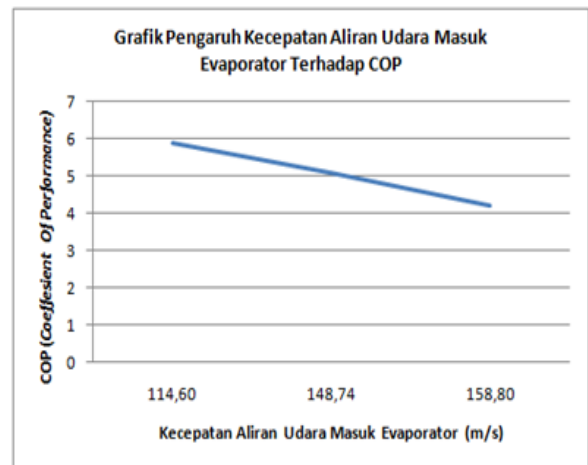
Grafik diatas menunjukkan adanya pengaruh variasi kecepatan aliran udara masuk evaporator terhadap suhu yang terjadi pada kondensor. Perubahan yang terjadi dinamakan uptrend. Semakin meningkat kecepatan aliran udara yang masuk ke evaporator, maka nilai suhu pada kondensor yang dihasilkan juga semakin tinggi.

L. Grafik pengaruh kecepatan aliran udara masuk evaporator terhadap kelembaban udara



Gambar 4. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Udara Masuk Evaporator Terhadap Kelembaban Udara

M. Grafik pengaruh variasi kecepatan aliran udara terhadap COP



Gambar 5. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Udara Masuk Evaporator Terhadap Nilai COP

Indeks kapasitas mesin pendingin (COP) tertinggi yaitu 5,9 terjadi pada variasi kecepatan aliran udara masuk evaporator sebesar 114,60 m/s. Sedangkan nilai COP terendah terjadi pada kecepatan aliran udara 158,80 m/s.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Kecepatan aliran udara sebelum masuk evaporator mempengaruhi perubahan suhu pada evaporator.
2. Suhu pada kondensor juga berpengaruh akibat variasi laju aliran udara masuk evaporator.
3. Variasi laju aliran udara sebelum masuk evaporator mempengaruhi unjuk kerja AC pendingin ruangan 1 PK yang dalam hal ini ditunjukkan oleh perubahan nilai kelembaban udara dan indeks nilai COP.
4. Kelembaban tertinggi yaitu 94% pada kecepatan 148 m/s, sedangkan kelembaban terendah yaitu 74% pada kecepatan 158m/s.
5. Nilai COP tertinggi yaitu 5,9 pada kecepatan 114,60, sedangkan indeks nilai COP terendah pada kecepatan 158,80 yaitu sebesar 4,2

B. Saran

1. Penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan refrigeran selain R.410a atau yang lebih ramah lingkungan.
2. Penelitian masih dapat dikembangkan lagi dengan mengambil rentang batas yang lebih luas, baik untuk kapasitas pendingin ruangan, variasi kecepatan aliran udara, tingkat kelembaban udara maupun penempatan unit atau konstruksi bangunan yang berbeda

REFERENSI

- Abdurrahman, B. (2014). Media Pembelajaran Huruf Latin dan Hijaiyah Braille dengan Output Suara untuk Siswa Tunanetra di SLB A Yaketunis Yogyakarta. Yogyakarta: UNY.
- Arikunto, Suharsimi. 2006. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta : PT.Rineka Cipta.
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan RI. 1988. Pengantar Teori Teknik Pendingin (Refrijerasi). Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan. Jakarta.
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan RI. 2013. Sistem Instalasi Refrigerasi 1. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan RI. 2013. Sistem Instalasi Refrigerasi 2. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Hasan, S. dan W, Sapto. 2008. Sistem Refrigerasi dan Tata Udara Jilid 1. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Hasan, S. dan W, Sapto. 2008. Sistem Refrigerasi dan Tata Udara Jilid 2. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Ir. Syawalludin, MM, MT. dan Muhaemin. Analisa Pengaruh Arus Aliran Udara Masuk Evaporator Terhadap Coeffesient Of Performance. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Mesin. Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jakarta.
- Saputra, Ariffandi. 2012. Air Conditioner (AC): BAB III Pengetahuan Dasar Tentang AC (Air Conditioner). <http://airconditionerariffandisaputra.blogspot.com/2012/03/bab-iii-pengetahuan-dasar-tentang-ac.html>. 22 September 2017 (08.37).
- Suma A, Enang. 2012. Pengaruh Tekanan Kerja Kompresor Terhadap Efek Pendingin. <http://jurnal.upi.edu/1787/view/2534/pengaruh-tekanan-kerja-kompresor-terhadap-efek-pendingin.html>. 22 September 2017 (08.37).