

ANALISA VARIASI BEBAN PENDINGIN UDARA KAPASITAS 1 PK PADA RUANG INSTALASI UJI DENGAN PEMBEBANAN LAMPU

Mustaqim, Rusnoto, Slamet Subedjo

ABSTRACT

Faculty Of Technique, University Pancasakti Non irrigated dry field. This Research aim to to know air cooler burden variation influence to prstasi work cooler machine (AC) 1PK. This research its nucleus;core do with its it lamp burden test installation space will have an effect on to achievement coefficient This research use installation space test and appliance test that is column cooler machine (AC) 1 PK which consist of compresor, ekspansi kondensor,katup, and evaporator by using R 22. To make burden variation , in test space attached lamp which its burden variation of 100 watt, 200 watt, 600 watt. From done/conducted by research is menunjukan that is ever greater of given burden, hence done/conducted by job/activity is ever greater kompresor. With the level of done/conducted by job/activity is kompresor , yielded achievement coefficient progressively mount. burden 100 watt, 400 watt, 600 watt alternately yielded COP 16,51438, 17,83301, and 21, 2554, while required time in course of refrigeration column until temperature 18° progressively increase.

Keyword: Machine Cooler, Burden Lamp, R-22, Kompresor, COP

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang beriklim tropis, mempunyai kondisi udara dengan temperatur dan kelembaban yang cukup tinggi. Keadaan kondisi udara ini dirasakan kurang nyaman, sehingga diperlukan suatu alat yang dapat mengubah kondisi udara dari temperatur dan kelembaban yang tinggi menjadi kondisi udara yang bertemperatur dan kelembaban yang rendah, yaitu dengan peralatan pengkondisian udara (*Air Conditioning*).

AC (*Air Conditioning*) sudah banyak dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari dan sudah menjadi kebutuhan yang harus dipenuhi, salah satunya adalah pada ruang dosen Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal, karena selain untuk mendapatkan kondisi udara yang nyaman, juga dapat

meningkatkan efisiensi dan efektifitas para dosen dan karyawan.

Dalam pemasangan sistem tata udara memerlukan biaya yang tidak sedikit. Pemakaian tata udara yang tidak tepat dengan kebutuhannya akan mengakibatkan pemborosan, terutama dalam hal pemakaian energi listrik.

Setiap bangunan atau ruangan selain mempunyai kondisi beban pendinginan puncak juga mempunyai beban total pendinginan ruangan, yang biasanya berubah- ubah setiap jamnya. Berdasarkan hal tersebut, suatu gedung atau ruangan yang akan dikondisikan dengan memasang sistem tata udara maka perlu diketahui terlebih dahulu beban maksimum dan beban parsial yang ada dan harus ditanggulangi dengan tepat agar dapat dipakai peralatan yang tepat untuk dipasang, sehingga tidak terjadi pemborosan energi dan

biaya, serta kemungkinan kurangnya kapasitas mesin yang menyebabkan tidak tercapainya kondisi yang diinginkan.

Teknik refrigerasi saat ini berkembang semakin maju dan digunakan dalam berbagai bidang kehidupan manusia, yaitu digunakan untuk kenyamanan manusia maupun sebagai proses di industri, misalnya untuk mengawetkan makanan dan pemrosesan makanan.

Untuk kenyamanan manusia, pengkondisian udara digunakan pada kendaraan, rumah, toko, kantor dan sebagainya. Pengkondisian udara untuk kenyamanan merupakan proses terhadap udara dan mengatur temperatur, kelembaban, kebersihan sekaligus distribusinya secara serentak untuk mendapatkan kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni di dalamnya.

Pada suatu bangunan atau ruangan, mesin pengkondisian udara diperlukan untuk menyerap panas yang berasal dari sumber-sumber panas baik dari dalam ruangan maupun dari luar ruangan. Dengan adanya mesin pengkondisian udara, keadaan temperatur di ruangan akan menjadi sejuk sehingga tubuh manusia dalam lingkungan kerja akan terasa lebih nyaman.

Perkembangan dan penerapan sistem refrigerasi pada ruangan mengalami peningkatan yang sangat pesat. Banyaknya kantor, rumah bahkan pasar swalayan dengan AC (air conditioner) bertujuan untuk menyegarkan udara ruangan.

Sistem pengkondisian udara merupakan suatu proses yang berlangsung secara kontinu antar berbagai komponen seperti : kompresor, kondensor, *receiver tank*,

expansion valve dan evaporator. (Dwi Basuki Wibowo, Muhammad Subri 2006).

Dengan dasar tersebut penulis mencoba melakukan uji eksperimental terhadap beban lampu pada ruang instalasi uji. Lampu di gunakan karena menghasilkan panas yang memproyeksikan beban yang kemungkinan ada pada ruangan yang di pasang mesin pendingin, seperti manusia, komputer, tv dan sebagainya. Oleh karena itu kami melakukan penelitian dengan judul " ANALISA VARIASI BEBAN PENDINGIN UDARA KAPASITAS 1PK PADA RUANG INSTALASI UJI DENGAN PEMBEBANAN LAMPU " dengan mengambil datanya secara langsung pada alat dan ruang uji di Laboratorium FT Universitas Pancasakti Tegal.

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah tersebut di atas, kami merumuskan masalah sebagai berikut :

Adakah pengaruh yang ditimbulkan dari energi panas lampu dengan daya 100 Watt, 400 Watt, dan 600 Watt terhadap prestasi kerja mesin pendingin (COP)

3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi pembebanan menggunakan lampu dengan daya 100 Watt, 400 Watt, 600 Watt, sedangkan untuk putaran kompresornya tetap.

4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui pengaruh variasi beban daya lampu terhadap prestasi kerja mesin pendingin (COP)

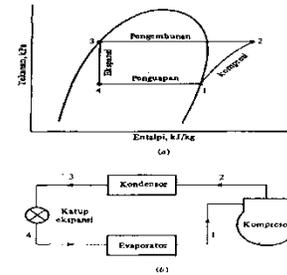
B. LANDASAN TEORI

1. Mesin Pendingin

Mesin pendingin modern digunakan diantaranya sebagai pengawet makanan, pengkondisi udara ruangan dan pembuat es. Sebelum ditemukan mesin pendingin modern, orang telah menggunakan mesin pendingin sederhana, untuk menghasilkan temperatur rendah (dingin), dengan menggunakan es alami yang didapat dari danau, kolam sungai pada musim dingin atau awal musim semi. Dengan berkembangnya informasi dan teknologi sekarang ini, manusia telah merasakan dampak positif dari teknologi sistem pendingin. Sehingga diciptakanlah mesin pendingin modern, diantaranya sebagai penyejuk udara ruangan.

2. Prinsip Kerja Mesin Pendingin

Prinsip kerja mesin pendingin adalah refrigeran keluar dari katup ekspansi, masuk ke dalam pipa-pipa evaporator. Di dalam evaporator refrigeran mulai menguap, hal ini disebabkan karena terjadi penurunan tekanan yang mengakibatkan titik didih refrigeran menjadi lebih rendah sehingga refrigeran menguap. Dalam evaporator terjadi perubahan fase refrigeran dari cair menjadi gas. Kemudian refrigeran dalam bentuk gas tersebut di alirkan kedalam kompresor. Didalam kompresor refrigeran dikompresikan kemudian di alirkan ke dalam kondensor. Refrigeran yang mengalir ke kondensor mempunyai tekanan dan temperatur tinggi. Di kondensor refrigeran didinginkan oleh udara luar yang mengelilingi kondensor sehingga refrigeran menjadi cair kembali. Siklus ini berlangsung terus menerus sehingga di dapat temperatur yang diinginkan.



3. Persamaan Matematika Siklus Uap

$$m \left[h_1 + \frac{V_1^2}{2} + gz_1 \right] + q - m \left[h_2 + \frac{V_2^2}{2} + gz_2 \right] - W = \frac{dE}{d\theta}$$

h = Entalpi [J/kg]

v = Kecepatan [m/s]

z = Ketinggian [m]

g = Percepatan gravitasi = [9,81m/s²]

Q = Laju aliran energi dalam bentuk kalor[W]

W = Laju aliran energi dalam bentuk kerja [W]

E = Energi dalam sistem [J]

a. Proses kompresi

Proses kompresi dianggap berlangsung secara adiabatik artinya tidak ada panas yang dipindahkan baik masuk ataupun keluar sistem.

$$W_c = m_{ref} (h_2 - h_1)$$

$$m_{ref} = \frac{W_c}{(h_2 - h_1)}$$

Dimana :

W_c : Daya kompresor (KW)

h_1 : Entalpi refrigeran pada titik 1 (kJ/kg)

h_2 : Entalpi refrigeran pada titik 2 (kJ/kg)

m_{ref} : Laju aliran massa refrigeran (kg/s)

b. Proses Evaporasi dan Kondensasi

Pada proses evaporasi dan kondensasi perubahan energi kinetik dan energi potensial diabaikan

sehingga harga $v^2/2$ dan $g.z$ pada titik 1 dan titik 2 dianggap 0.

$$Q_e = m_{ref}$$

Dimana :

Q_e : Laju perpindahan kalor evaporasi (kapasitas pendinginan) [kW]

h_1 : Entalpi refrigeran pada titik 1 (kJ/kg)

h_4 : Entalpi refrigeran pada titik 4 (kJ/kg)

m_{ref} : Laju aliran massa refrigeran (kg/s)

$$Q_k = m_{ref}$$

Dimana :

Q_k : Laju perpindahan kalor kondensasi (kapasitas pengembunan) [kW]

h_1 : Entalpi refrigeran pada titik 1 (kJ/kg)

h_3 : Entalpi refrigeran pada titik 3 (kJ/kg)

m_{ref} : Laju aliran massa refrigeran (kg/s)

c. Efek Refrigenerasi

Efek refrigerasi adalah besarnya kalor yang diserap oleh refrigeran dalam evaporator pada proses evaporasi menurut (Wibowo, Subri 2006:4)

$$RE = h_1 - h_4$$

Dimana :

RE : Efek refrigerasi (kJ/kg)

h_1 : Entalpi refrigeran pada titik 1 (kJ/kg)

h_4 : Entalpi refrigeran pada titik 4 (kJ/kg)

d. Koefisien Prestasi (COP)

Koefisien prestasi dari sistem refrigerasi adalah perbandingan besarnya panas dari ruang pendingin

(*efek refrigerasi*) dengan besarnya kerja yang dilakukan kompresor.

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

Dimana :

h_1 : Entalpi keluar evaporator

h_2 : Entalpi keluar kompresor

h_4 : Entalpi masuk evaporator

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu metode untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua factor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti, dengan mengurangi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu.

2. Obyek Penelitian

Dalam penelitian ini subyek penelitian adalah mesin pendingin ruangan (AC) dengan kapasitas 1PK. Sedangkan obyek penelitiannya adalah lampu bohlam dengan daya maksimal 600 watt.

3. Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah kondisi yang mempengaruhi munculnya suatu gejala. Dalam penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah pemvariasian beban daya lampu.

b. Variabel Terikat

Adalah segala peristiwa atau gejala yang muncul pada saat pelaksanaan. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah perbedaan efek refrigerasi dan COP pada masing-masing beban yang diberikan pada ruang uji dengan mesin pendingin ruangan (AC) kapasitas 1PK.

D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

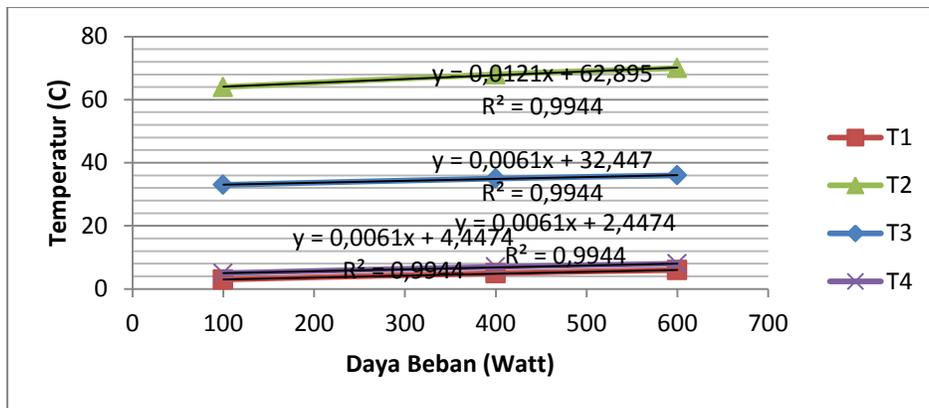
Data dari tabel diambil pada saat suhu dalam ruang kabin 18° C, Karena keterbatasan alat maka preasure pada

masing-masing titik (P1,P2,P3,P4) didapat dari tabel karakteristik refrigeran.

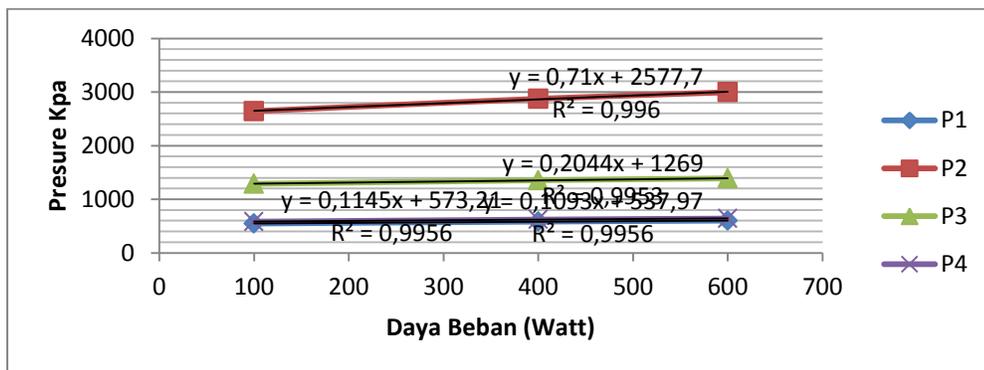
1. Hasil Penelitian

Daya Watt	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	P1 Kpa	P2 Kpa	P3 Kpa	P4 Kpa
100	3	64	33	5	548.06	2643.5	1287.8	583.78
400	5	68	35	7	583.78	2874.7	1354.8	621.22
600	6	70	36	8	602.28	2995.9	1389.2	640.59

Pengambilan Data R 22



Grafik 4.1. Hubungan daya beban (watt) terhadap temperatur.



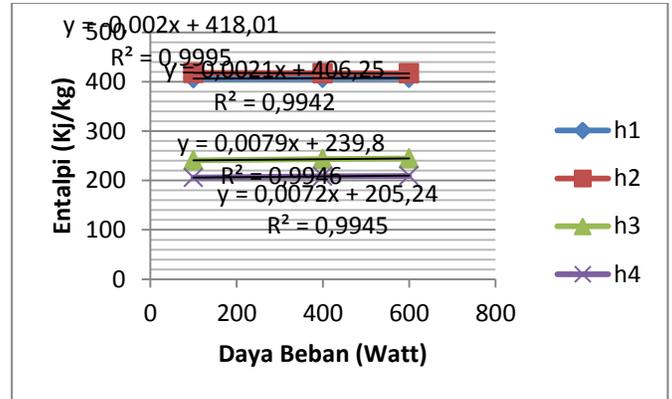
Grafik 4.2. Hubungan daya lampu (watt) terhadap tekanan

Untuk mencari nilai entalpi pada masing-masing titik menggunakan tabel karakteristik refrigeran dengan

berpatokan pada suhu, preasure dan bentuk refrigeran yang terdapat pada sistem. Harga enthalpi yang

Daya (watt)	h1 (KJ/kg)	h2 (KJ/kg)	h3 (KJ/kg)	h4 (KJ/kg)
100	406.440	417.802	240.520	205.897
400	407.143	417.226	243.114	208.281
600	407.493	416.809	244.418	209.477

didapatkan kemudian digunakan dalam perhitungan untuk mencari kapasitas evaporator, kerja kompresor koefisien prestasi mesin (COP)



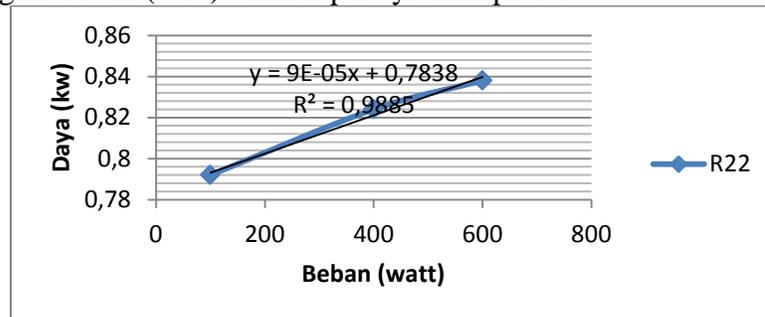
2. Pembahasan

Dari Hasil Penelitian dengan menggunakan perhitungan Laju Aliran Masa Refrigeran, Kapasitas Evaporator, Kapasitas Kondensor, Efek Refrigeransi, Prestasi Kerja Mesin, maka didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.3. data hasil perhitungan R-22

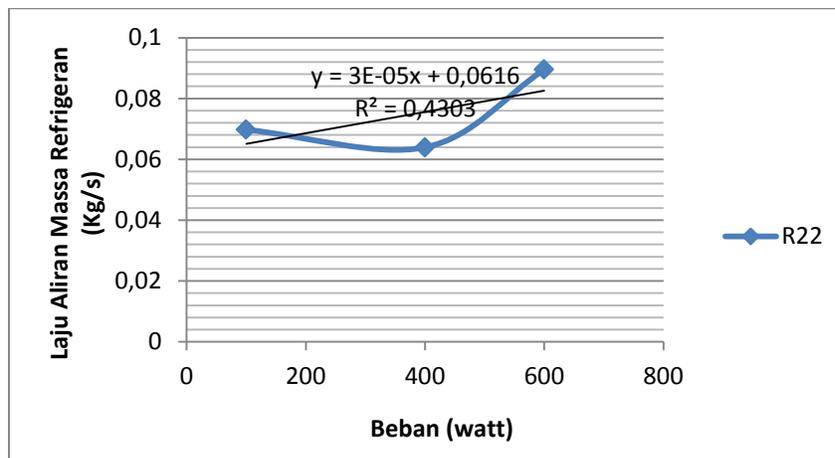
Daya Watt	Wc KW	mref kg/s	Qe kW	Qk kW	RE KJ/kg	COP
100	0.792	0.06972	13.9712	12.3512	200.453	17.6503
400	0.824	0.06395	15.1922	13.3012	198.862	19.7225
600	0.838	0.08952	17.7639	15.4323	198.016	21.2251

a. Perbandingan beban (watt) terhadap Daya Kompresor



Grafik 4.4. Hubungan Beban (watt) terhadap daya kompresor

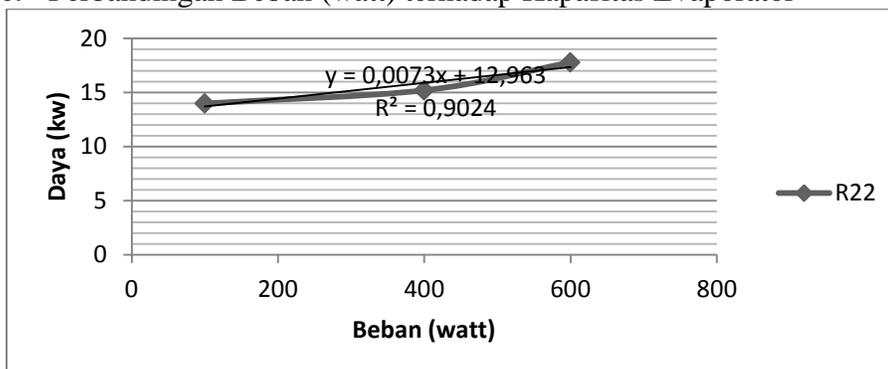
b. Perbandingan Beban (watt) terhadap Laju Aliran Massa Refrigeran



Grafik 4.5. Hubungan beban (watt) terhadap laju aliran massa refrigeran

Pada grafik diatas menunjukkan pada beban 100 watt laju aliran massa refrigeran yang terjadi dalam sistem adalah 0,06972 Kg/s, pada beban 400 watt laju aliran massa refrigeran yang terjadi dalam sistem melonjak menjadi 0,06395 Kg/s dan pada beban 600 watt meski naik tidak terlalu besar tetapi tetap mengalami kenaikan yaitu 0,08952 Kg/s.

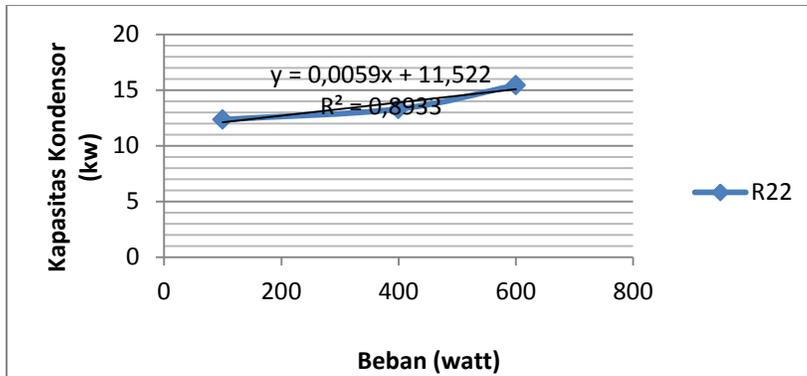
c. Perbandingan Beban (watt) terhadap Kapasitas Evaporator



Grafik 4.6. Hubungan Beban (watt) terhadap kapasitas evaporator

Dari grafik hubungan beban (watt) terhadap kapasitas eevaporator diatas menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan maka nilai kapasitas eevaporator akan semakin besar.

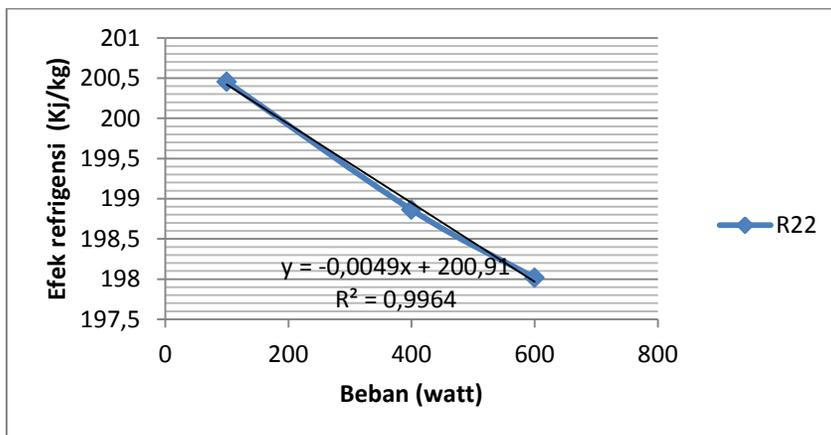
d. Perbandingan Beban (watt) terhadap Kapasitas Kondensor



Grafik 4.7. Hubungan beban (watt) terhadap kapasitas kondensator

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan maka nilai kapasitas kondensornya akan semakin besar. Hal ini berpengaruh kepada kerja kondensator yang semakin ringan sehingga kapasitas kondensornya semakin tinggi.

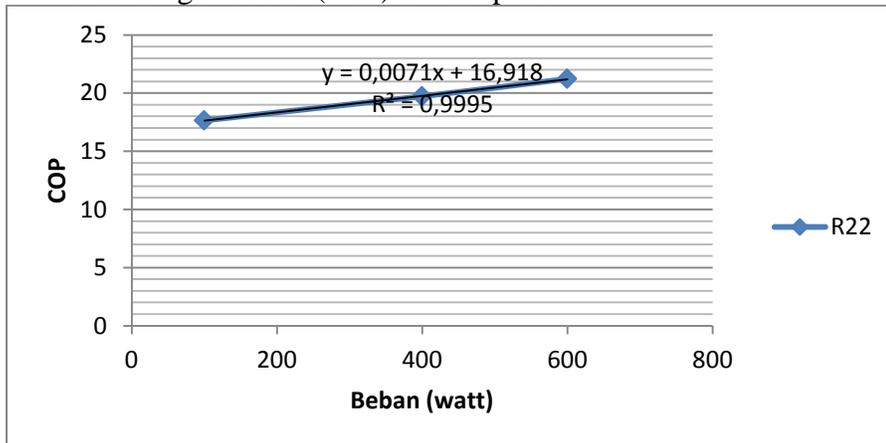
e. Perbandingan Beban (watt) terhadap Efek Refrigensi



Grafik 4.8. Hubungan beban (watt) terhadap efek refrigensi

Dari grafik di atas menunjukkan beban yang rendah efek refrigensi cenderung tinggi karena kabin pada instalasi yang kecil memungkinkan proses penyerapan panas pada ruangan optimal itu di sebabkan karena refrigeran pada sistem dapat menguap sempurna. Sedangkan pada beban 600 watt efek refrigensi semakin turun, ini disebabkan dalam ruang uji suhunya semakin panas .

f. Perbandingan beban (watt) terhadap COP



Grafik 4.9. Hubungan beban (watt) terhadap COP

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa pada beban 100 watt memiliki COP yang terendah yaitu sebesar 17,6503 hal ini disebabkan oleh efek refrigerasi yang rendah dan kapasitas evaporator yang cenderung kecil. COP terbesar didapat pada beban 600 watt yaitu sebesar 21,2251.

Dari grafik hubungan beban lampu terhadap COP di atas menunjukkan bahwa nilai COP besar dikarenakan dalam ruang instalasi uji terdapat suhu yang panas karena diberi beban 600 watt.

E. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan tersebut di atas penulis menyimpulkan bahwa dari grafik hubungan daya beban (watt) terhadap prestasi kerja mesin pendingin (COP) menunjukkan bahwa semakin besar beban diberikan pada ruang instalasi uji, maka kerja yang dilakukan oleh kompresor semakin berat.

Hal ini dapat dilihat dari beban 100 watt, 400 watt, dan 600 watt secara berurutan COP yang dihasilkan sebesar 16.5138, 17.8331, dan 21.2554. Sedangkan waktu yang dibutuhkan dalam proses pendinginan ruangan sampai temperatur 18 derajat semakin bertambah.

2. Saran

- Penelitian selanjutnya dapat dicoba dengan memvariasikan udara luar yang masuk ke dalam ruang uji.
- Dengan mesin pendingin yang sama dapat dicoba mengganti evaporator yang lebih besar dan mengganti kabin dengan kedap udara seperti pada freezer. Diharapkan dengan penelitian selanjutnya dapat memberikan gambaran. Penggunaan mesin refrigensi untuk keperluan lain selain pengkondisian udara ruangan.
- Dengan mesin pendingin yang sama dapat divariasikan dengan massa refrigeran jenis lain.
- Alat ukur harus benar-benar dicek secara teliti dan terkalibrasi

dengan benar agar tidak terjadi kesalahan pada saat pengambilan data.

- e. Pada saat pengisian refrigeran, pastikan instalasi alat pengisian refrigerant terpasang dengan kencang untuk menghindari kebocoran yang berakibat tidak tepatnya massa refrigerant yang diisikan.
- f. Tes kebocoran pada sistem setiap kali akan melakukan pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

Dwi Basuki Wibowo dan Mohammad Subri, 2006, *Pengaruh Variasi Massa Refrigeran R-22 dan Putaran Blower Evaporator terhadap COP Pada Sistem Pengkondisian Udara Mobil*. [Http://mesinimimus.files.wordpress.com](http://mesinimimus.files.wordpress.com)

Dossan J., roy. 1990. *Principles Of Refrigeration SI Version*. Edisi pertama. Penerbit Universitas Of Houston. Texas.

Efendy, Marwan 2005, *Pengaruh Kecepatan Putar Poros Kompresor Terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin*. Tugas Akhir S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta

Michael J., Maron dan Howard N., Shapiro. 2004. *Termodinamika Teknik Jilid I*. Edisi keempat. Terjemahan Yulianto

Sulistyo Nugrofao. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Reynolds, Wilbert F. dan W. Jones, Jerold. 1991. *Termodinamika Teknik*. Edisi kedua. Terjemahan Filipno Harahap. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Stoecker, W.F. dan Jerold, W. J., 1996, *Refrigerasi dan Penyebaran Udara*. Terjemahan Supratman Hara. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Wood D., Bernard. 1987. *Penerapan Termodinamika Jilid 1*. Edisi kedua. Terjemahan Zulkifli Harahap. Penerbit Erlangga. Jakarta