

## ANALISA EFEKTIFITAS PENAMBAHAN MEDIA AIR KONDENSAT PADA AC SPLIT 1,5 PK TERHADAP RASIO EFISIENSI ENERGI (EER)

**Ahmad Farid\* dan Moh. Edi.S. Iman**

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pancasakti Tegal

Jl. Halmahera km 1, Tegal

\*Email: mesinfups@gmail.com

### Abstrak

Tujuan Penelitian ini yaitu memodifikasi sistem AC agar dapat meningkatkan kinerja dan menurunkan konsumsi daya listrik. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu dengan melakukan rancang bangun AC 1,5 PK dengan penambahan media bak air kondensat yang dipasang setelah kondensor. Data yang diperoleh dari percobaan dengan variasi waktu pengambilan data dari menit ke 1 sampai ke-30, kemudian diukur tingkat konsumsi listriknya dan rasio efisiensi energinya (EER). Hasil pengujian yang dilakukan pada AC dengan memanfaatkan air kondensat sebagai media pendingin berpengaruh pada konsumsi daya listrik dengan minimal 601,86 Watt, maksimal 612,99 Watt dan rata-rata 609,018 Watt sedangkan yang tidak menggunakan media pendingin kondensat konsumsi daya listriknya minimal 570,72 Watt, maksimal 663,85 Watt dan rata-ratanya 637,991 Watt. Dengan demikian yang menggunakan media pendingin konsumsi listriknya lebih rendah atau lebih hemat. Dengan demikian AC dengan media tambahan air pendingin lebih efektif digunakan dari segi efisiensi energy.

**Kata kunci :** *air kondensat, EER, efektivitas.*

### PENDAHULUAN

Usaha untuk meningkatkan performance suatu mesin pendingin dan menurunkan konsumsi daya listrik terus dilakukan seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Memanfaatkan sesuatu yang tidak terpakai atau terbuang sebagai solusi dari permasalahan adalah upaya yang tepat untuk dilakukan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan air kondensat dari evaporator yang biasanya terbuang melalui saluran drain. Air tersebut ditampung di bak yang kemudian digunakan untuk mendinginkan refrigerant yang keluar dari kondensor.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka pada penelitian ini dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut

- Bagaimanakah pengaruh penambahan media pendingin air kondensat pada AC Split 1,5 PK terhadap laju aliran massa, kapasitas refrigerasi, kerja kompresi dan konsumsi listriknya?
- Bagaimanakah efektifitas tingkat penggunaan energy pada AC dengan penambahan media pendingin air kondensat?

Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan variabel pada konsumsi daya listrik pada pemakaian AC split 1,5 PK terhadap tingkat penggunaan energi.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini selain untuk mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi daya listrik terhadap pengaturan pemakaian AC split 1,5 PK, manfaat lain adalah untuk dapat mempelajari materi perkuliahan lebih lanjut khususnya Teknik Refrigerasi & AC dan perpindahan kalor. Selain itu kami menjadi lebih mengerti tentang kondisi sistem AC yang sebenarnya, sehingga diharapkan mampu meningkatkan fungsi alat yang telah ada dan dapat menciptakan kondisi yang nyaman bagi orang yang berada didalam ruangan tersebut.

### Dampak Refrigerasi

Jumlah kalor yang diserap oleh evaporator per satuan massa pada saat terjadi penguapan disebut dampak refrigrasi, pada perancangan ini menggunakan R-22. Besarnya dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$q_r = h_1 - h_4 \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

$h_1$  = entalpi pada awal proses kompresi, kJ/kg

$h_4$  = entalpi pada awal proses penguapan, kJ/kg

**Daya spesifik dan daya total kompresor**

Kerja spesifik adalah kerja yang setara dengan perubahan entalphi selama proses kompresi dan dirumuskan sebagai berikut :

$$w = h_1 - h_2 \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

- w = kerja spesifik kompresor kJ/kg
- h<sub>1</sub> = entalpi pada awal proses kompresi, kJ/kg
- h<sub>2</sub> = entalpi pada akhir proses kompresi, kJ/kg

Kebutuhan daya total kompresor adalah laju aliran massa kerja spesifik kompresor selama proses kompresi isentropik.

$$W = m.( h_1 - h_2 )\dots\dots\dots(3)$$

dengan, W = daya total, W

m = laju aliran massa

**Laju Aliran Masa Refrigeran**

Laju aliran masa ini menggambarkan besarnya massa tiap satuan waktu.

$$\dot{m} = \frac{Q_e}{q_r} \dots\dots\dots(4)$$

dengan,

- Q<sub>e</sub> = adalah beban pendinginan (Watt)
- q<sub>r</sub> = efek refrigerasi, (kJ/kg)
- $\dot{m}$  = laju aliran massa (kg/s)

**Panas buang kondensor**

Panas refrigeran yang dibuang kondensor disebut panas buang kondensor, besarnya adalah :

$$q_k = h_2 - h_3 \dots\dots\dots(5)$$

dengan,

- q<sub>k</sub> = panas buang kondensor, kJ/kg
- h<sub>2</sub> = entalpi pada awal desuperheating, kJ/kg
- h<sub>3</sub> = entalpi pada akhir kondensasi, kJ/kg

**Kalor buang total kondensor**

Kalor buang total kondensor adalah kalor yang dibuang kondensor dikalikan dengan laju aliran massa refrigeran. Besarnya adalah :

$$Q_k = m . q_k \dots\dots\dots(6)$$

dengan,

Q<sub>k</sub> = kalor buang total kondensor, W

**COP (Coefficient Of Performance)**

COP dipergunakan untuk menyatakan perfoma ( unjuk kerja ) dari siklus refrigerasi. Semakin tinggi COP yang dimiliki oleh suatu

mesin refrigerasi maka akan semakin baik mesin refrigerasi tersebut. COP tidak mempunyai satuan karena merupakan perbandingan antara dampak refrigerasi dengan kerja spesifik kompresor :

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \dots\dots\dots(7)$$

dengan,

- COP = prestasi kerja mesin refrigerasi
- h<sub>1</sub> = entalpi masuk kompresor, kJ/kg
- h<sub>2</sub> = entalpi keluar kompresor, kJ/kg
- h<sub>4</sub> = entalpi masuk evaporator, kJ/kg
- (Stoecker, Wilbert F., Jerold W. J., 1996)

**EER ( Energy Efficiency Ratio)**

Dalam penelitian kadek A Yasa dan I Dewa Susila, 2011 di jelaskan bahwa dalam pertimbangan pemilihan suatu mesin refrigerasi nilai EER merupakan sesuatu yang bisa dijadikan dasar untuk mengetahui performance dari mesin refrigerasi tersebut. Nilai EER merupakan perbandingan antara kemampuan kapasitas pendinginan dari mesin pada beban pendinginan (*cooling load*) yang ada dalam satuan Btu/h dengan konsumsi energy listrik yang diperlukan oleh kompresor dalam satuan watt. Semakin tinggi EER suatu mesin refrigerasi maka semakin baik performa mesin refrigrasi tersebut.

Untuk mengetahui kinerja dan besarnya konsumsi listrik pada mesin refrigerasi dapat dilakukan dengan menguji mesin tersebut untuk mencapai temperature yang diinginkan (pengaturan dengan remote) pada variasi/berbagai kondisi, dalam ruangan yang sama. Hasil dapat diketahui dimana semakin besar beban pendinginan yang ada maka semakin lama udara ruangan terkondisikan, dengan demikian semakin besar konsumsi energy listrik yang dibutuhkan. (Imam Syahrizal dkk, 2013)

Disamping itu faktor kenaikan temperature udara luar/ lingkungan juga berpengaruh terhadap besarnya konsumsi energy listrik dan juga kinerja secara keseluruhan. Setiap kenaikan temperatur udara luar 1<sup>o</sup>F dapat menurunkan kemampuan daya pendinginan (*Efek refrigerasi*) dan menurunkan sirkulasi refrigerasi serta menurunkan kinerja mesin

atau CoP (*Coeffisien of Performace*). (Kamin Sumardi, 2011)

**METODOLOGI PENELITIAN**

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu dengan melakukan pembuatan rancang bangun dan uji pengaruh penggunaan media air kondensat untuk mendinginkan laju aliran refrigerant setelah kondensor terhadap performance dan rasio efisiensi energi (EER). Data yang diperoleh dari percobaan kemudian dibandingkan guna menghasilkan pengaruh terhadap terhadap COP dan efisiensi energi / EER



Gambar 1. Alat Pengujian AC

**Keterangan:**

- T<sub>1</sub> : Temperatur refrigeran setelah evaporator
- T<sub>2</sub> : Temperatur refrigeran setelah kompresor
- T<sub>3</sub> : Temperatur refrigeran setelah kondensor
- T<sub>4</sub> : Temperatur refrigeran setelah pipa kapiler
- T<sub>5</sub> : Temperatur refrigeran sebelum bak pendingin
- T<sub>6</sub> : Temperatur refrigeran setelah bak pendingin
- T<sub>7</sub> : Temperatur air di bak pendingin
- T<sub>8</sub> : Temperatur udara masuk evaporator

**Prosedur Pengujian:**

**Pengujian dengan media air pendingin**

- a. Sebelum power AC dinyalakan, kondisikan dahulu setting keran A<sub>1</sub>terbuka dan A<sub>2</sub>tertutup. Yaitu untuk mengalirkan refrigerant system AC melalui media pendingin.
- b. Masukkan kabel power ke sumber arus.
- c. Tarik tuas power ke posisi ON.
- d. Setelah mesin bekerja, posisikan remot control AC pada setting temperature 20<sup>0</sup>C.
- e. Tunggu sekitar 15 menit untuk memastikan AC bekerja normal.

- f. Cek pengembunan pada pipa masuk dan keluar kondensor.
- g. Setelah semua bekerja normal, siapkan table data, catat setiap 5 menit dari alat ukur yang sudah terpasang yaitu thermometer dan manometer. Lakukan pencatatan data setiap 5 menit setelah AC bekerja normal.

Lakukan setting A<sub>1</sub> tertutup dan A<sub>2</sub> terbuka untuk pengujian tidak menggunakan media pendingin. Sedangkan prosedur lainnya sama.

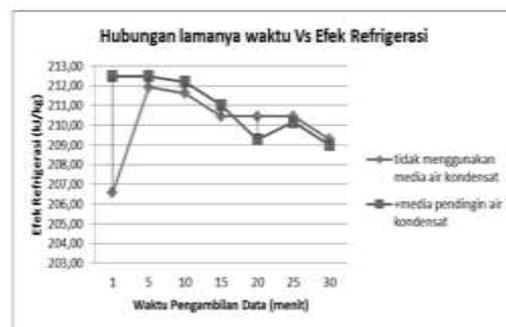
Berikut adalah table hasil pengujian:

Data Pengujian tidak memanfaatkan air kondensat											
No	Waktu (min)	T <sub>1</sub> °C	T <sub>2</sub> °C	T <sub>3</sub> °C	T <sub>4</sub> °C	T <sub>5</sub> °C	T <sub>6</sub> °C	T <sub>7</sub> °C	T <sub>8</sub> °C	T <sub>9</sub> °C	T <sub>10</sub> °C
1	1	22	50,4	33,4	5	33,4	32,7	27,1	32,1	218	2,08
2	5	20	52,2	31,3	0,3	31,5	31,4	27	32,7	220	3,37
3	10	18,6	53,7	31,6	0,5	31,5	31,6	27,7	32,3	220	3,41
4	15	18,6	54	31,8	0,6	32,6	32,2	27,5	32,3	220	3,45
5	20	18,6	57,7	32,4	1,3	32,4	32,1	27,4	32,9	220	3,5
6	25	19	59,8	32,5	1,4	32,4	32	27,7	32,4	220	3,55
7	30	18,8	60	32,5	1,5	32,3	32	27,6	32,4	220	3,55
Rata-rata		19,37	55,40	32,21	1,51	32,30	32,00	27,43	32,43	219,71	3,27

Data Pengujian dengan memanfaatkan air kondensat											
No	Waktu (min)	T <sub>1</sub> °C	T <sub>2</sub> °C	T <sub>3</sub> °C	T <sub>4</sub> °C	T <sub>5</sub> °C	T <sub>6</sub> °C	T <sub>7</sub> °C	T <sub>8</sub> °C	T <sub>9</sub> °C	T <sub>10</sub> °C
1	1	21,7	41,5	31,4	0,1	31,5	27,5	20,8	32,5	217,2	3,26
2	5	21,4	42,6	31,5	0,2	31,5	28,5	21,8	32,4	219,3	3,29
3	10	20,6	43,5	31,6	0,4	31,5	29,4	22,2	32,7	217,4	3,31
4	15	20,5	45,3	31,8	1,3	32,6	29,6	23,4	32,1	216,6	3,32
5	20	18,6	46,4	31,8	1,5	32,8	29,8	24,5	32,7	216,7	3,31
6	25	18,3	50,1	32,6	1,3	32,9	30,2	24,8	32,4	216,7	3,3
7	30	18,1	50,5	32,8	1,5	32,9	30,3	25	32,5	216,7	3,3
Rata-rata		19,93	45,7	31,93	0,9	32,24	29,33	23,21	32,47	217,214	3,3

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

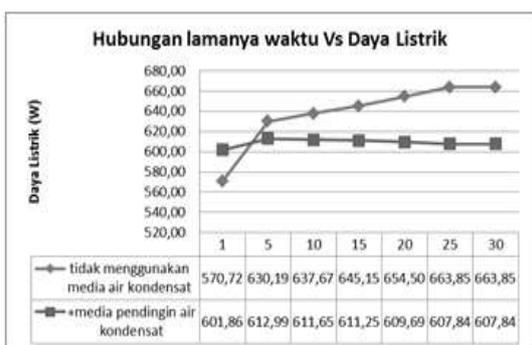
Dengan selesainya melakukan pengujian dan pengolahan data pada AC Split 1,5 PK dengan penambahan media pendingin air kondensat yang dipasang setelah kondensor maka diperoleh data-data pada kinerja AC Split 1,5 PK yang kemudian dianalisa dengan grafik sebagai berikut :



Gambar 2 Hubungan waktu pengujian dengan efek refrigerasi

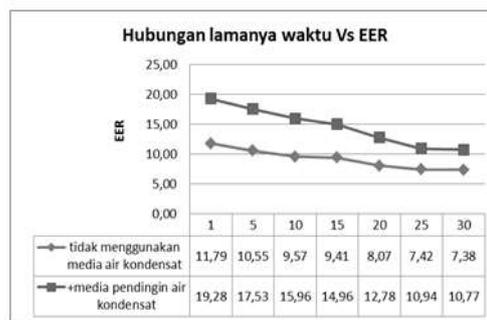
Dari Gambar diatas menjelaskan bahwa untuk efek refrigerasi dari menit ke- 1 sampai menit ke- 30 rata-rata terjadi penurunan baik yang menggunakan media air pendingin

maupun yang tidak, hal ini dapat dianalisa kerja mesin pendingin berarti mengalami kinerja yang baik, karena efek refrigerasi itu sendiri adalah kemampuan dari sistem untuk melakukan penyerapan panas dari lingkungan. Dari grafik dapat dilihat bahwa pada menit-menit awal efek refrigerasinya tinggi karena memang banyak panas yang diserap karena ruangnya masih panas, setelah beberapa menit kemudian panas yang diserap cenderung menurun karena memang ruangan sudah mulai dingin, sehingga panas yang diserap sudah mulai sedikit. Sehingga hal demikian dapat dianalisa bahwa pengujian AC yang dilakukan baik yang menggunakan media air pendingin maupun tidak, efek refrigerasinya semakin menurun pada saat dioperasikan selama 30 menit. Sedangkan perbandingan antara menggunakan air kondensat dan yang tidak dapat dilihat bahwa yang menggunakan air kondensat pada



Gambar 3. Hubungan waktu pengujian dengan Konsumsi daya listrik

Dari Gambar diatas menjelaskan bahwa konsumsi daya listrik pada masing-masing perlakuan pada menit ke- 1 sampai menit ke- 30 bahwa yang menggunakan media pendingin konsumsi daya listriknya stabil dengan min 601,86 Watt, maksimal 612,99 Watt dan rata-rata 609,018 Watt sedangkan yang tidak menggunakan media pendingin kondensat konsumsi daya listriknya min 570,72 Watt, maksimal 663,85 Watt dan rata-ratanya 637,991Watt. Dengan demikian yang menggunakan media pendingin konsumsi listriknya lebih rendah atau lebih hemat.



Gambar 4. Hubungan waktu pengujian dengan Rasio Efisiensi Energi (EER)

Dari Gambar diatas dapat dilihat bahwa tingkat efisiensi energy dari kedua perlakuan tersebut, AC dengan menggunakan media pendingin air kondensat nilai EER'nya rata-rata lebih tinggi yaitu 14,60 kJ/kg, dibandingkan yang tidak yaitu 9,17 kJ/kg. Dengan demikian AC dengan media tambahan air pendingin lebih efektif

### KESIMPULAN

Dari hasil pengujian alat, pengambilan data, dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

Pada awal pengoperasian efek refrigerasinya lebih tinggi dan mulai pada menit ke-20 lebih rendah. Pada pengujian AC dengan memanfaatkan air kondensat sebagai media pendingin yang dipasang setelah evaporator berpengaruh pada konsumsi daya listrik dengan minimal 601,86 Watt, maksimal 612,99 Watt dan rata-rata 609,018 Watt sedangkan yang tidak menggunakan media pendingin kondensat konsumsi daya listriknya min 570,72 Watt, maksimal 663,85 Watt dan rata-ratanya 637,991Watt. Dengan demikian yang menggunakan media pendingin konsumsi listriknya lebih rendah atau lebih hemat

Tingkat efisiensi penggunaan energy dari kedua perlakuan, yaitu AC dengan menggunakan media pendingin air kondensat nilai EER nya lebih tinggi dibandingkan yang tidak. Dengan demikian AC dengan media tambahan air pendingin lebih efektif.

### DAFTAR PUSTAKA

Imam Syahrizal, Seno Panjaitan, Yandri, 2013, Analisis Konsumsi Energi Listrik pada Sistem Pengkondisian Udara Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan, *Jurnal ELKHA* Vol.5 No.1 Maret,

- Kadek A Yasa, I Dewa M Susila, 2011, Analisis Energy Efficiency Ratio (EER) AC Split Ditinjau Dari Kapasitas Refrigerasi, *Jurnal Logic* Vol.11 No.2 Juli,
- Kamin Sumardi, 2011, Analisis Kenaikan Temperatur Lingkungan Terhadap Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Tata Udara, *Jurnal TORSI*, Volume IX, No. 2, Juli
- Stoecker, Wilbert F., Jerold W. J., 1996. *Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara*. Alih bahasa Supratman Hara. Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.