

HUBUNGAN TEGANGAN INPUT KOMPRESOR DAN TEKANAN REFRIGERAN TERHADAP COP MESIN PENDINGIN RUANGAN

Eko Budiyo

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro

Jl. KH. Dewantara No. 116 Metro Telp. (0725) 45932-42445 Kode Pos 34111

eko_budiyanto99@yahoo.com

Abstrak

Listrik merupakan sumber energi utama pada peralatan elektronik terutama pada AC (*air conditioner*), sehingga besar kecilnya tegangan listrik sangat mempengaruhi kinerja mesin. Selain tegangan listrik, kerja mesin pendingin juga dipengaruhi oleh tekanan refrigeran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan tegangan input kompresor dan tekanan refrigeran terhadap COP serta untuk mengetahui perubahan temperatur yang terjadi pada evaporator dan kondensor karena pengaruh tegangan input kompresor dan tekanan refrigeran. Penelitian dilakukan dengan cara melakukan pengambilan data pada AC split dengan tegangan input kompresor yang divariasikan 200V, 210V, 220V, dan 230V (tekanan refrigeran 70 Psi). Selain memvariasikan tegangan input kompresor juga memvariasikan pada tekanan refrigeran yaitu pada tekanan refrigeran 30 Psi, 50 Psi, dan 70 Psi (tegangan input kompresor 220V). Dari hasil perhitungan data diperoleh nilai COP pada tegangan input kompresor 200V, 210V, 220V, dan 230V masing-masing adalah 16,87; 17,855; 19,865; dan 18,23. COP pada tekanan refrigeran 30 Psi, 50 Psi, dan 70 Psi masing-masing adalah 14,980; 17,296; 19,865. Dari besarnya nilai COP pada beberapa varian percobaan didapatkan hasil bahwa tegangan input kompresor yang paling baik adalah 220V dan tekanan refrigeran yang paling baik adalah 70Psi.

Kata Kunci : AC, kompresor, tekanan, refrigeran , COP

PENDAHULUAN

Sekarang ini penggunaan mesin pendingin semakin luas pada masyarakat dari rumah tinggal, perkantoran, hotel, mobil, rumah sakit, dan industri. Pemakaian mesin pendingin bervariasi dari yang berkapasitas kecil, sedang, hingga besar.

Mesin pendingin adalah pengaplikasian dari hukum termodinamika yang kemudian muncul istilah refrigerasi dan pengkondisian udara. Bidang refrigerasi dan pengkondisian udara saling berkaitan, tetapi masing-masing mempunyai ruang lingkup yang berbeda. Pengkondisian udara berupa pengaturan suhu, pengaturan kelembaban dan kualitas udara sedangkan refrigerasi digunakan untuk kebutuhan proses tertentu seperti pendinginan untuk rumah tangga, keperluan umum, dan industri antara lain meliputi : *cold storage*, *ice scating rinks*, *desalting*, pemrosesan makanan dan minuman, industri kimia, dan industri manufaktur.

Dalam proses pendinginan diperlukan input energi dari luar. Input energi ini berupa energi listrik. Daya listrik berperan penting sebagai sumber energi dan besarnya daya listrik dipengaruhi oleh besar tegangan listrik yang terjadi sehingga besar tegangan listrik dapat

berpengaruh terhadap putaran kompresor yang tentu saja berpengaruh pula terhadap kualitas pendinginannya.

Mesin pendingin adalah sebuah sistem dengan siklus kerja tertutup, karena berhubungan dengan tekanan fluida yang berada di dalamnya yaitu refrigeran. Refrigeran memiliki banyak jenis, berbeda jenis refrigeran akan berbeda pula besar tekanan yang dibutuhkan dalam proses pendinginan. Selain tegangan listrik, besar tekanan refrigeran juga memberikan pengaruh terhadap hasil pendinginan. Semakin rendah tekanan refrigeran akan membuat kerja kompresor menjadi ringan tetapi hasil pendinginannya akan menurun.

Untuk mengetahui pengaruh dari tegangan listrik dan tekanan refrigeran terhadap kinerja mesin pendingin tersebut maka perlu adanya perhitungan data yang menunjukkan hubungan tegangan listrik dan tekanan refrigeran terhadap COP (*s*) mesin pendingin ruangan dengan memvariasikan tegangan input kompresor AC dan menurunkan tekanan refrigerannya.

h_2 = Entalpi refrigeran saat masuk kondensor, (kJ/kg)

h_3 = Entalpi refrigeran saat keluar kondensor, (kJ/kg)

3. Proses ekspansi (3-4)

$$h_3 = h_4 \quad (\text{Ridwan,1994})$$

Dimana :

h_3 = Entalpi refrigeran saat keluar kondensor, (kJ/kg)

h_4 = Entalpi refrigeran saat masuk evaporator, (kJ/kg)

4. Proses evaporasi (4-1)

$$Q_e = h_1 - h_4 \quad (\text{Ridwan,1994})$$

Dimana :

Q_e = Besarnya panas yang diserap di evaporator, (kJ/kg)

h_1 = Entalpi refrigeran saat keluar evaporator, (kJ/kg)

h_4 = Entalpi refrigeran saat masuk evaporator, (kJ/kg)

METODE PENELITIAN

Desain Alat Uji

Unit indoor ac dipasang di dalam ruangan, unit outdoor ac dipasang di luar ruangan, kabel suplai tegangan listrik yang menuju unit outdoor ac dihubungkan dengan input regulator voltase. Output regulator voltase dihubungkan dengan input tegangan listrik unit outdoor ac. Pada tekanan refrigeran standar tegangan listrik divariasikan. Pada tegangan listrik normal tekanan refrigeran divariasikan.

Tahap Pengujian Alat

Siapkan alat ukur dan unit ac, pasang unit indoor ac pada ruangan, pasang unit outdoor ac, pasang 2 buah pipa penghubung antara indoor unit dan outdoor unit, pastikan pipa terpasang dengan benar dan rapat, pasang kabel suplai tegangan listrik dari indoor unit agar terhubung dengan input regulator voltase, hubungkan output regulator voltase dengan input tegangan listrik outdoor unit ac, pasang gauge manifold pada nepel pengisian, sebelum unit ac diisi refrigeran terlebih dulu divakum dengan mesin vakum, isi refrigeran sampai

pada tekanan standar (70 psi), pasang pengukur temperatur pada pipa masuk evaporator, pipa keluar evaporator, pipa masuk kondensor, pipa keluar kondensor, pipa masuk kompresor, hembusan kondensor, hembusan evaporator, dan pada ruangan. Operasikan sistem, dan atur tegangan pada regulator voltase pada level 220v, catat perubahan temperatur yang ditunjukkan oleh alat ukur setiap 10 menit sampai temperatur ruangan pada kondisi nyaman yaitu 23⁰c, lakukan pengukuran yang sama untuk level 200 v, 210 v, 230 v pada regulator voltase, setelah pengambilan data pada variasi tegangan, regulator diatur pada tegangan normal (220 v), turunkan tekanan menjadi 50 psi, lakukan pengambilan data, turunkan tekanan refrigeran pada 30 psi, lakukan pengambilan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Alat

Dari hasil pengujian dan pengukuran diperoleh beberapa data diantaranya adalah : beban pendinginan, hasil pengukuran pada tegangan 200V, hasil pengukuran pada tegangan 210V, hasil pengukuran pada tegangan 220V, dan hasil pengukuran pada tegangan 230 V. Beban pendinginan adalah 2 orang duduk tenang tanpa aktivitas dengan perolehan kalor 2x100 watt = 200 watt, 1 unit laptop 14 “ dengan daya 50 watt, 1 buah lampu neon dengan daya 18 watt. Total beban pendinginan = (200 + 50 + 18) watt = 268 watt. (Supratman Hara,1982).

Pembahasan

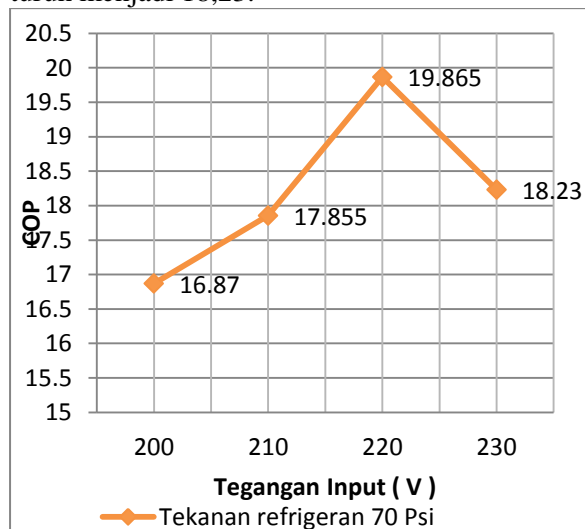
Penyegar udara atau yang biasa disebut *Air Conditioner (AC)* dirancang dengan mempergunakan bahan atau unsur pendingin (Refrigeran) yang mempunyai sifat mekanis yang dimasukkan ke dalam suatu sistem peredaran udara untuk diedarkan melalui komponen-komponen utama penyegar yang telah dibuat sedemikian rupa sehingga dapat menghisap atau menyerap suhu panas udara di dalam suatu ruangan dan memindahkan suhu panas udara tersebut keluar ruangan, sehingga tercapailah suatu penyegar udara yang ideal.

Kompresor sebagai jantung dari sistem tata udara yang berguna untuk menghisap uap refrigeran dari ruang penampung uap. Ketika di dalam penampung uap, tekanannya diusahakan agar tetap rendah, supaya refrigeran senantiasa berada dalam keadaan uap dan bersuhu rendah.

Lalu ketika di dalam kompresor, tekanan refrigeran dinaikkan sehingga memudahkan pencairannya kembali. Energi yang diperlukan untuk kompresi diberikan oleh motor listrik yang menggerakkan kompresor. Maka daya listrik memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap kerja kompresor.

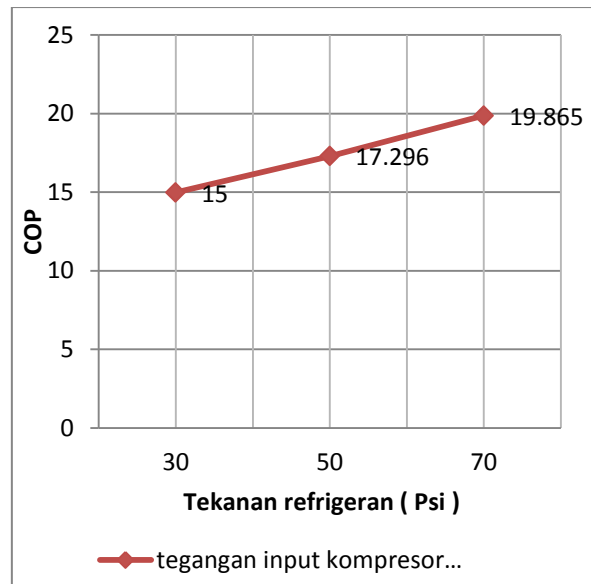
Pada kondisi ideal, besar tegangan listrik adalah 220 V. Namun pada kenyataannya terkadang kondisi tegangan listrik tidak selalu konstan 220 V. Tegangan listrik dibawah 220 V menyebabkan kompresor bekerja terlalu lamban sehingga ketercapaian waktu pendinginan ruangan yang ideal yaitu 23 °C membutuhkan waktu yang lebih lama.

Pada pengolahan data dan perhitungan, tampak bahwa besar tegangan input kompresor memberikan pengaruh yang besar terhadap COP mesin pendingin. Untuk tegangan input kompresor dibawah 220V yaitu 210V dan 200V, semakin kecil tegangan input kompresor membuat nilai COP menurun masing-masing 17,855 dan 16,87. Nilai COP paling tinggi didapat pada input tegangan kompresor 220V yaitu mencapai 19,865; selanjutnya pada tegangan diatas 220V yaitu 230V COP kembali turun menjadi 18,23.



Gambar 3. Diagram nilai COP pada tegangan input kompresor yang berbeda

Selain pada tegangan input kompresor, penurunan COP juga ditunjukkan pada saat terjadi penurunan tekanan refrigeran. Semakin kecil nilai tekanan refrigeran menyebabkan nilai COP menurun. Hasil pengolahan data dan perhitungan menunjukkan nilai COP sebesar 19,865 pada tekanan refrigeran 70Psi, 17,296 pada tekanan refrigeran 50Psi, dan 14,980 pada tekanan refrigeran 30Psi.



Gambar 4. Diagram nilai COP pada tekanan refrigeran yang berbeda

Pada tegangan input kompresor 200V membutuhkan waktu 62 menit agar tercapai suhu ruangan 23 °C. Kelembaban ruangan hanya mencapai 70%. Sistem bekerja pada suhu pengembunan 52 °C dan suhu penguapan 12°C.

Pada tegangan input kompresor 210V membutuhkan waktu 55 menit agar tercapai suhu ruangan 23 °C. Kelembaban ruangan hanya mencapai 70%. Sistem bekerja pada suhu pengembunan 49 °C dan suhu penguapan 12°C.

Saat mesin pendingin bekerja, temperatur terendah terjadi pada input evaporator dan temperatur tertinggi terjadi pada output kompresor atau input kondensor. Pada sekitar menit ke 20 awal, refrigeran yang ditampung pada accumulator mencapai titik beku sehingga terjadi bunga es pada bagian luar accumulator, namun hal ini tidak berlangsung lama yaitu sekitar 15-20 menit.

Pada tegangan input kompresor 220V membutuhkan waktu 50 menit agar tercapai suhu ruangan 23 °C. Kelembaban ruangan mencapai 68%. Sistem bekerja pada suhu pengembunan 15 °C dan suhu penguapan 50°C.

Pada tegangan input kompresor 230V membutuhkan waktu 48 menit agar tercapai suhu ruangan 23°C. Kelembaban ruangan mencapai 68%. Sistem bekerja pada suhu pengembunan 49 °C dan suhu penguapan 13°C.

Pada tekanan refrigeran 70 Psi membutuhkan waktu 50 menit agar tercapai suhu ruangan 23°C. Kelembaban ruangan

mencapai 68%. Sistem bekerja pada suhu pengembunan 50°C dan suhu penguapan 15°C .

Pada tekanan refrigeran 50 Psi membutuhkan waktu 100 menit agar tercapai suhu ruangan 23°C . Kelembaban ruangan mencapai 68%. Sistem bekerja pada suhu pengembunan 53°C dan suhu penguapan 13°C .

Pada tekanan refrigeran 30 Psi sampai pada waktu 100 menit hanya konstan suhu ruangan 26°C . Kelembaban ruangan hanya mencapai 69 %. Sistem bekerja pada suhu pengembunan 52°C dan suhu penguapan 11°C .

Data dan hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa input tegangan kompresor yang paling baik adalah 220 V dengan menghasilkan COP sebesar 19,865; sedangkan untuk tekanan refrigeran yang paling baik adalah pada tekanan refrigeran 70 Psi dengan menghasilkan COP sebesar 19,865.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin kecil tegangan input kompresor membuat nilai COP menurun masing-masing 17,855 dan 16,87 pada tegangan input kompresor 210V dan 200V. Nilai COP paling tinggi didapat pada input tegangan kompresor 220V yaitu mencapai 19,865; dan pada tegangan 230V COP kembali turun menjadi 18,23. Semakin rendah tekanan refrigeran juga membuat nilai COP menurun. COP sebesar 19,865 pada tekanan refrigeran 70Psi, 17,296 pada tekanan refrigeran 50Psi, dan 14,980 pada tekanan refrigeran 30 Psi,
2. Perubahan temperatur yang terjadi pada evaporator dan kondensor yaitu masing-masing 12°C dan 52°C pada tegangan input kompresor 200V, 12°C dan 49°C pada tegangan input kompresor 210V, 15°C dan 50°C pada tegangan input kompresor 220V, 13°C dan 50°C pada tegangan input kompresor 230V, 15°C dan 50°C pada tekanan refrigeran 70Psi, 13°C dan 53°C pada tekanan refrigeran 50 Psi, dan 11°C dan 58°C pada tekanan refrigeran 30 Psi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar, Wiranto. H.Saito. 1991. *Penyegaran Udara*. Edisi keempat, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

2. Hara, Supratman. Stocker, W.f., Jones, J.W. 1982. *Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta..
3. Reynolds, Wilbert F. dan W. Jones, Jerold. 1991. *Termodinamika Teknik*. Edisi kedua.
4. Terjemahan Filipno Harahap. Penerbit Erlangga. Jakarta.
5. Ridwan. 1994. *Teknik Pendingin*. Gunadarma. Depok.
6. Sudjito, Saifuddin Baedowie, Agung Sugeng, Diktat *Termodinamika Dasar* , Jakarta, Indonesia.