

5. PENUTUP

Dari hasil desain pintu bendungan otomatis dapat disimpulkan bahwa PLD dengan program VHDL dapat mengendalikan kerja motor dc sehingga pintu bendungan dapat bergerak naik dan turun berdasarkan kerja sensor. Sebagai pengendali digunakan IC GAL22V10D, dimana di dalamnya berisi program VHDL hasil desain. Dari hasil simulasi pada Active-HDL SIM motor dapat bekerja sesuai dengan hasil perancangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adhisuwigno, Supriatna, 2012. Otomasi Mesin Pemotong Kayu Berbasis PLD Menggunakan VHDL, Prosiding Seminar Nasional Embedded System, LIPI.
- Pedroni, Volnei, 2004. A Circuit Design With VHDL, MIT Press, England.
- Syahputra, 2009. Pintu Kanal Banjir Otomatis Pada Bendungan Menggunakan Mikrokontroler Sebagai Pusat Kendali, Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara.

STUDI PERBANDINGAN PEMAKAIAN ENERGI AIR CONDITIONER INVERTER DENGAN AIR CONDITIONER KONVENSIONAL

Ruwah Joto¹⁰

Abstrak

Dalam kehidupan ini semua pasti tidak lepas dari teknologi antara lain adalah Air Conditioner. Pada aula, kantor maupun sekolah pasti sudah memakai Air Conditioner. Untuk pemakaian Air Conditioner ini pasti tidak lepas dari biaya pemakaian energinya oleh karena itu sekarang sudah ada Air Conditioner Inverter yang dapat menghemat pemakaian energi daripada Air Conditioner Konvensional. Untuk itu, diperlukan studi perbandingan antara kedua Air Conditioner. Dari hasil pemeriksaan dan analisa dapat disimpulkan sebagai berikut : bahwa besarnya arus dan daya yang dihasilkan lebih besar Air Conditioner Konvensional daripada yang dihasilkan oleh Air Conditioner Inverter dengan pemakaian suhu ruangan yang ditentukan itu sama. Dengan demikian untuk pemakaian energi pasti lebih hemat Air Conditioner Inverter daripada Air Conditioner Konvensional.

Kata-kata kunci: air conditioner, inverter

Abstract

Our life cannot be separated from technology. One of examples is the use of air conditioner. Air conditioner are usually used hall, offices or schools. Using air conditioner needs some cost for the energy it consumes. therefore, inverter air conditioner is produced today to save more energy compared to conventional air conditioner. Due to this reason, a study to compare both air conditioner is needed. From the test and analisis resulted that conventional air conditioner consumes more current and power in similar room temperature. Consequently, inverter air conditioner saves more energy compared to conventional air conditioner.

Keywords: air conditioner, inverter

¹⁰Ruwah Joto. Dosen Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Kota Malang.

1. PENDAHULUAN

Secara umum AC (*Air Conditioner*) sendiri adalah suatu alat yang digunakan untuk proses pendinginan ruangan, udara dingin yang dikeluarkan oleh AC tersebut merupakan output dari sistem yang terdiri dari berbagai komponen yaitu: kompresor, kondensor, orifice tube, evaporator, katup ekspansi, thermostat.

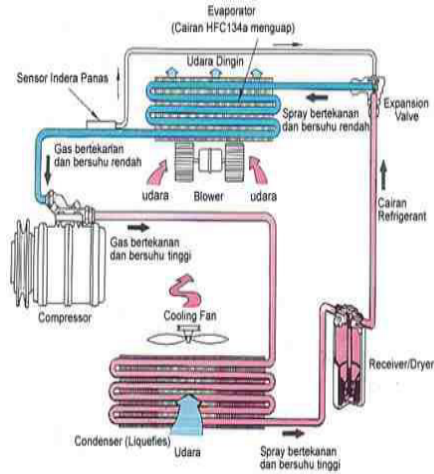
Pemakaian energi listrik, seperti yang terjadi di Politeknik Negeri Malang memiliki daya besar pada pemakaian AC yang belum menggunakan teknologi inverter yang dapat menghemat energi pemakaian listrik dengan kerja pendinginan yang maksimal. Jika di siang hari yang panas dipilih suhu 25°C pada AC tanpa inverter, air conditioner otomatis akan mati sendiri ketika suhu ruangan sudah dibawah 25°C , dan akan hidup lagi pada saat suhu naik diatas 25°C . Hal ini akan terus berulang dan akan menyebabkan banyak energi listrik menjadi boros. Selain itu gangguan oleh adanya suara air conditioner yang hidup dan mati berulang-ulang dapat dihindari. Pada AC inverter, dimungkinkan untuk menjaga ruangan pada suhu tertentu tanpa air conditioner harus hidup dan mati berulang-ulang.

Penelitian efisiensi kebutuhan energi teknologi inverter tentang perbandingan pemakaian energi AC inverter dengan AC konvensional. Nantinya dapat bermanfaat untuk proses penghematan energi akan mengemat biaya operasional pemakaian listrik.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 AC (*Air Conditioner*)

Komponen, yaitu; kompresor AC, kondensor, orifice tube, evaporator, dan katup ekspansi. AC dirancang mempergunakan bagian unsur pendingin yang mempunyai sifat mekanis dimana kedalam suatu sistem peredaran udara kembali, yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat menghisap suhu panas udara didalam suatu ruangan dan memindahkan suhu panas keluar ruangan.



Gambar 1. Sirkulasi Pendingin

Kompresor AC yang ada pada sistem pendingin dipergunakan sebagai alat untuk memampatkan fluida kerja (refrigent), jadi refregent yang masuk ke dalam kompresor AC dialirkan dan dimampatkan ke kondenser.

Di bagian kondenser ini refregent yang dimampatkan akan berubah fase dari refregent fase uap menjadi refregent fase cair, maka refregent mengeluarkan kalor yaitu kalor penguapan yang terkandung di dalam refregent. Adapun besarnya kalor yang dilepaskan oleh kondenser adalah jumlahan dari energi kompresor yang diperlukan dan energi kalor yang diambil evaporator dari substansi yang akan didinginkan.

2.2 Cara Mengetahui PK dan BTU AC

Tiga faktor menentukan kebutuhan PK (Paard Kracht/Daya Kuda/Horse Power (HP) AC, yakni daya pendinginan AC (BTU/hr – British Thermal Unit per hour), daya listrik (watt), dan PK kompresor AC. . PK adalah satuan daya pada kompresor AC bukan daya pendingin AC. PK lebih dikenal daripada BTU/h. Cara menghitung dan menyesuaikan daya pendingin air

conditioner, dengan me-konversi PK – BTU/h – luas ruangan (m2).

1 PK = 9.000-10.000 BTU/h

1 m2 = 600 BTU/h

3 mx = 10 kaki —> 1 m = 3.33 kaki

Daya Pendingin AC berdasarkan PK AC

Tabel 1. Perhitungan BTU/h

BTU/h	PK
±5.000	½
± 7.000	¾
± 9.000	1
±12.000	1½
±18.000	2

Untuk menghitung kebutuhan BTU digunakan rumus:

$$(W \times H \times I \times L \times E) / 60 = \text{kebutuhan BTU} \quad (1)$$

Keterangan :

W=panjang ruang (dalam feet)

H=tinggi ruang (dalam feet)

I=nilai 10 jika ruang berinsulasi (berada di lantai bawah, atau berhimpit dengan ruang lain). Nilai 18 jika ruang tidak berinsulasi (di lantai atas).

L=lebar ruang (dalam feet)

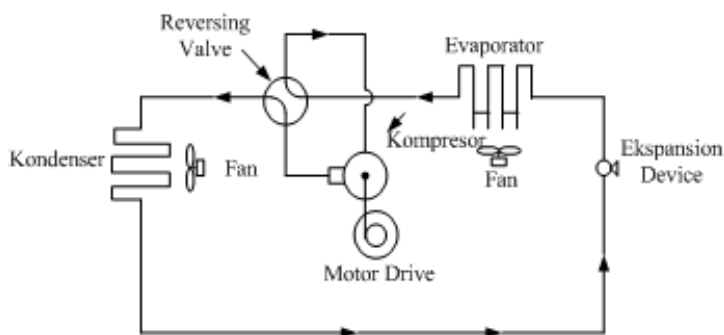
E=nilai 16 jika dinding terpanjang menghadap utara; nilai 17 jika menghadap timur; nilai 18 jika menghadap selatan; dan nilai 20 jika menghadap barat.

2.3 Air Conditioner Teknologi Inverter

AC yang menggunakan teknologi inverter bisa menghemat hingga 50% penggunaan energi listrik. Setelah mengetahui hal ini, mungkin banyak dari Anda yang mulai tertarik dan ingin tahu apa penyebabnya. Yang membedakan AC berteknologi inverter dengan AC konvensional biasa, bedanya terletak pada kerja kompresornya.

Pada AC biasa kompresor bekerja berdasarkan siklus ON-OFF. Jadi, ketika AC sudah mencapai suhu yang diinginkan, kompresor akan mati. Ketika suhu ruangan mulai meningkat kompresor akan hidup kembali, untuk mendinginkan ruangan, dan seterusnya. Proses mati-hidup seperti ini jelas mengonsumsi energi listrik. Saat menghidupkan AC terjadi lonjakan konsumsi listrik, maka diatur dengan elektronika daya pada AC.

Pada gambar 2. di bawah ini dapat lihat bahwa pada penyejuk udara atau Air Conditioning (AC) terdapat unit bernama motor drive atau kompresor yang diputar menggunakan motor listrik.



Gambar 2. Siklus Dingin Air Conditioning (AC)

3. METODE

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian experimental yang bertujuan menyelidiki kemungkinan saling berhubungan sebab akibat dengan cara mengenakan satu atau lebih kondisi perlakuan kepada satu atau lebih kondisi perlakuan kepada salah satu atau lebih eksperimental dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak dikenai kondisi perlakuan tersebut (Sumadi, 1983:38) Setelah data diperoleh kemudian hasilnya akan dipaparkan secara deskriptif dan pada akhir penelitian dianalisis untuk menguji.

3.2 Identifikasi Variabel

Variabel yang akan diteliti dari jenis AC jenis konvensional serta inverter pada AC tipe window (terpisah antara evaporator dan kondensor)

3.3 Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel

- **Populasi**

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari objek atau subyek yang menjadi kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik simpulan (Sugiyono 2002:57). Populasi sasaran dalam penelitian ini adalah AC jenis konvensional serta inverter pada AC tipe window (terpisah antara evaporator dan kondensor)

- **Teknik Pengambilan Sampel**

Pengambilan sampel dilakukan dengan memakai teknik random sampling (Arikunto 1996:107) mengemukakan apabila subyek kurang dari 100, maka diambil semua, sehingga penelitiannya merupakan penelitian populasi. Selanjutnya jika subyeknya besar, dapat diambil antara 10% dan 15% atau 20% dan 25% atau lebih. Dalam penelitian ini jumlah anggota populasi 2 yaitu AC jenis konvensional serta inverter pada AC tipe window (terpisah antara evaporator dan kondensor).

3.4 Instrumen Penelitian dan Bahan

Yang dimaksud dengan instrumen penelitian adalah alat-alat yang digunakan oleh peneliti yaitu : 1) Flux Analyzer 2) Thermometer

Bahan yang dipakai untuk melakukan penelitian:

1). Air Conditioner Konvensional merek PANASONIC

Unit dalam-luar : CS-C18GKH - CU-C18GKH Kapasitas pendinginan : 1800 BTU/h, 2 PK Sumber Tegangan : 220 – 240 V, 50 HZ, 1 fasa Arus Kerja : 8,4 – 8,7 A

2). Air Conditioner Inverter merk : PANASONIC ENVIO INVERTER Unit dalam-luar : CS-C18MKP-: CU-C18MKPKapasitas Pendinginan 1800 BTU/h, 2 Pk Sumber Tegangan : 220 – 240 V, 50 HZ, 1 fasa Arus Kerja : 6,8 – 6,3 A.

3.5 Data yang Diambil

- 1) Arus (Ampere)
- 2) Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
- 3) Tegangan (V)
- 4) Daya (kW)
- 5) Energi (kWh)
- 6) Cos phi
- 7) KVAR
- 8) KVA

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemakaian Energi Listrik

Dalam studi analisa perbandingan Air Conditioner yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui Air Conditioner mana yang pemakaian energinya yang paling rendah. Pengambilan data yang dilakukan dengan cara menyamakan ruangan yang akan digunakan, selain itu yang dilihat juga kapasitas BTU pada A.C yang digunakan dan berdasarkan energi yang terpakai dengan suhu ruangan yang ditentukan pada Air Conditioner Konvensional ataupun Air Conditioner Inverter. Pengambilan data dilakukan 5 hari dengan suhu berubah-ubah.

4.2. Perhitungan Beban Pendingin

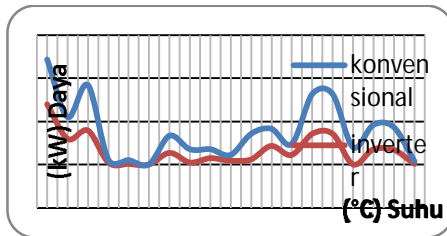
Dalam memilih Air Conditioner yang akan diberikan pengaturan hawa sesuai dengan penggunaannya.

- 1) Pada ruang lantai ini hawa panas yang diperoleh = luas ruangan lantai X faktor = $8 \times 6 \times 32 = 1536 \text{ BTU/h}$
- 2) Kapasitas volume ruangan untuk menghitung hasil pertukaran udara biasa didalam ruangan. Jadi hawa panas yang diperoleh = kapasitas volume ruang X faktor = $8 \times 6 \times 4 \times 20 = 3840 \text{ BTU/h}$
- 3) Jendela yang langsung terkena pancaran sinar matahari, Jadi hawa panas yang diperoleh = $(1 \times 2 \times 4) \times 1200 = 9600 \text{ BTU/h}$
- 4) Jumlah orang adalah 5 orang dan dianggap sama dengan pekerjaan listrik yaitu hawa panas pada faktor ini = 600 BTU/h
- 5) Hawa panas berjumlah = $5 \times 600 = 3000 \text{ BTU/h}$

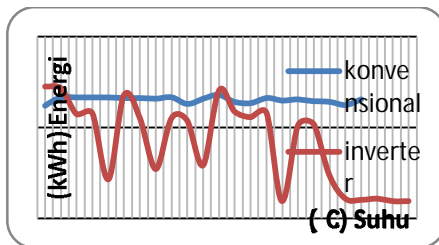
- 6) Jumlah seluruhnya dari beban pendinginnya dengan luas ruangan 8 x 6 x 4 meter. Total perubahan panas = 17976 BTU/h. (perhitungan)

4.3. Perbandingan Data dan Grafik

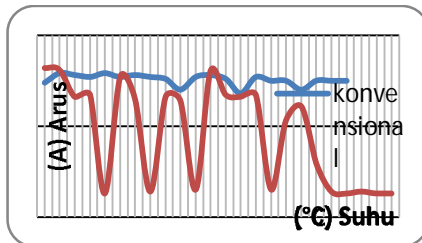
Data-data yang diperoleh dari penelitian selama 5 hari dapat di rata-rata.



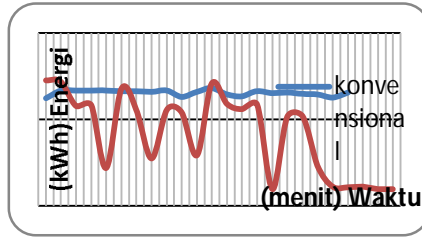
Gambar 3. Grafik Parameter Daya – Suhu



Gambar 4. Grafik Parameter Energi – Suhu



Gambar 5. Grafik Parameter Arus – Suhu



Gambar 6. Grafik Parameter Energi – Waktu

4.4. Analisa Perbandingan

Dari data dan grafik diatas dapat dilihat bahwa Air Conditioner inverter lebih baik dari Air Conditioner konvensional dapat dilihat dari beberapa aspek antara lain :

- 1) Daya, bahwa pada saat starting daya yang dihasilkan A.C inverter tinggi tetapi saat starting saja karena pada kondisi normal atau suhu ruangan sudah memenuhi sehingga daya yang dihasilkan akan menurun sedangkan pada AC konvensional daya startingnya lebih tinggi dari A.C inverter dan pada saat kondisi normalpun daya yang dihasilkan A.C konvensional masih cukup tinggi atau konstan.
- 2) Arus, pada AC inverter arus yang timbul saat starting cukup tinggi akan tetapi pada saat suhu didalam ruangan sudah hampir memenuhi yang ditentukan maka arus perlahan-lahan menurun, itu disebabkan karena adanya pengontrolan pada fan motor. Pada A.C inverter fan motor yang didalam dapat diatur dengan sensor-sensor yang terdapat pada Unit Dalam AC yaitu Econavi yang kemudian akan memerintahkan thermostat bahwa suhu dalam ruangan sudah memenuhi suhu yang ditentukan.
- 3) Energi, begitu pula dengan energi yang dihasilkan oleh AC inverter lebih bagus dari pemakaian A.C konvensional itu disebabkan karena daya dan arus yang dihasilkan oleh A.C inverter lebih baik daripada AC konvensional. Pada AC inverter waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang ditentukan oleh remote tidak terlalu lama maka dari itu energi yang dipakai oleh AC inverter tidak terlalu besar itu disebabkan arusnya turun.

4.5. Analisa Perhitungan

Dari analisa perhitungan daya dibawah ini dapat dibandingkan dengan hasil pengukuran yang didapat dengan keadaan suhu didalam ruangan tetap yaitu 20°C.

Perhitungan daya pada AC konvensional, jika arus dan tegangan diketahui. Misalkan pada suhu 20°C adalah:

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos Q \text{ (Watt)} \\ &= 214,9 \times 7,6 \times 0,98 \\ &= 1600,57 \text{ W atau } 1,60 \text{ kW} \end{aligned}$$

Perhitungan Daya Pada AC inverter, jika Arus dan tegangan diketahui. Misalkan pada suhu 20°C adalah

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \phi \text{ (W)} \\ &= 221,9 \times 4,7 \times 0,97 \\ &= 1011,64 \text{ W atau } 1,00 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat dihitung pemakaian energi untuk pemakaian AC konvensional dan AC inverter dalam waktu 1 bulan.

4.6. Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya pemakaian 1 bulan yaitu:

Perhitungan biaya apabila memakai AC konvensional dengan terus-menerus pemakaian suhu 20°C .Biaya pemakaian 1 hari = (daya yang terukur x satu jam) x tdl x waktu pemakaian .

$$\begin{aligned} &= (1,60 \times \frac{1}{2} \text{ jam}) \times \text{Rp } 900 \times 8 \text{ jam} \\ &= \text{Rp } 5.760,00 \end{aligned}$$

Biaya pemakaian 1 bulan

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 5.760 \times 22 \text{ hari} \\ &= \text{Rp. } 126.720,00 \text{ (suhu tetap } 20^\circ \text{)} \end{aligned}$$

Perhitungan biaya apabila memakai A.C inverter pada suhu 20°.Biaya pemakaian 1 hari = (daya yang terukur x satu jam) x TDL x waktu pemakaian = (1,33 x ½ jam) x Rp. 900 x 8 jam = Rp. 4.788,00 Biaya pemakaian 1 bulan = Rp. 4.788 x 22 hari = Rp. 105.336,00

5. PENUTUP

Simpulan hasil atas pembahasan:

Perbandingan daya, arus dan energi yang dihasilkan AC Inverter lebih baik daripada AC Konvensional. Daya AC saat pengukuran:

Daya AC konvensional = 1,57 kW

Daya AC inverter = 1,00 kW

Selisih biaya pemakaian energi selama 1 bulan pada suhu ruangan 20°C = Rp. 47.520,00.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Handoko K,1979. Teknik Room Air Conditioner, Jakarta, PT. ICHTIAR BARU.
- PT. Nasional Gobel,1998. Service Hand Book Air Conditioner, Jakarta, PT. Nasional Gobel.
- PT Gendis Mulia Lestari, 2008. Service AC, Surabaya, PT. Gendis Mulia Lestari.
- Shinco service manual inverter, 2002. Split Sistem Air Conditioner, Jakarta, Gramedia.
- Sapto Widodo, Syamsuri Hasan, 2008. Sistem Refrigerasi dan Tata Udara Jilid 2 untuk SMK, Jakarta,Departemen Pendidikan Nasional.
- Service Manual Air Conditioner Inverter Panasonic,2010, Specification CU/CS-C18GKP dan CU/CS-S18MKP, Jakarta, PT. Panasonic Gobel Indonesia.
- Wiranto Arismunandar, Heizo Sato, 1995. Penyegaran Udara, Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- Wilbert F.Stoecker, Jerold W.Jones, Supratman Hara, 1989. Refrigerasi dan Pengkondisian Udara edisi kedua, Jakarta, Penerbit Erlangga.