

OPTIMASI PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK PENGKONDISI UDARA MELALUI SISTEM KENDALI ON-OFF BERBASIS MIKROKONTROLER

Triyanto Pangaribowo

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta 11650
Email: triyanto.pangaribowo@mercubuana.ac.id

Abstrak -- Penghematan energi listrik merupakan langkah yang strategis, mengingat sebagian besar energi listrik yang dikonsumsi oleh objek-objek tersebut dihasilkan dari pembangkit listrik yang masih menggunakan bahan bakar fosil. Salah satu komponen yang mengkonsumsi energi listrik terbesar pada objek-objek tersebut di atas adalah mesin-mesin pengkondisi udara ruangan. Pengaturan pengoperasian mesin pengkondisi udara ruangan kebanyakan dilakukan secara manual menggunakan alat remote control. Namun sistem tersebut tidaklah efektif dan efisien karena kendali bergantung kepada seorang atau beberapa operator untuk menghidupkan atau mematikannya. Penelitian ini bermaksud melakukan analisa penghematan energi listrik melalui sistem kendali on - off Air Conditioner (AC) menggunakan microcontroller pada ruang dosen Universitas Mercu Buana yang berukuran 9 meter x 14 meter. Sistem pengendali yang dirancang menggunakan interaksi antara sinyal informasi yang diperoleh dari sensor suhu. Diperoleh hasil setingan program yang optimum untuk menghemat energi listrik yaitu pada suhu 22^o C - 24^o C. AC nomor 1 dan AC nomor 2 bekerja secara On – Off bergantian selama 3 jam dengan konsumsi daya sebesar 27,8 KWH perhari.

Kata kunci: Air Conditioner, Mikrokontroler, Kendali On-Off, Sensor Suhu, Penghematan Energi Listrik

Abstract -- Electric energy saving is a strategic step given that most of the electrical energy consumed by the objects produced from power plants still use fossil fuels .One of the components that are consuming energy electric largest in the objects in the top is air conditioning machinery room. Setting the operation of a machine conditioning the air of a room mostly done manually the use of a remote control, but the system is not efficient as control is relying on one or several operators to animate or turned it off. This research set out to do an analysis of electric energy saving through a system of control on-off air conditioner (AC) using microcontroller on a lecturer room from university of mercu buana and its size of 9 meters x 14 meters. The control system designed uses the interaction of the signal between information obtained from the temperature sensors. Based on the results obtained a system of testing the regulation of temperature between 22^o C to 24^o C. The first AC and second work alternately in on-off for three hours with consumption of power equal to 27.8 KWH per day.

Keywords: Air Conditioner, Microcontroller, On-Off Controller, Sensors Temperature, Electric energy savings

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan bentuk energi yang paling banyak digunakan dalam berbagai aktifitas manusia. Pembangkit listrik yang ada di Indonesia sebagian besar menggunakan bahan bakar fosil. Jika pemanfaatan bahan bakar fosil dilakukan terus-menerus dalam jumlah yang besar tentunya hal ini menyebabkan hilangnya sumber daya alam tersebut dari bumi. Jika bahan bakar fosil sudah langka maka harus segera dicarikan solusi sebagai penggantinya misalnya dengan tenaga nuklir. Manusia yang berkualitas dan mampu mengelolanya. Kebutuhan akan energi semakin besar seiring dengan pertambahan penduduk dan meningkatnya aktifitas masyarakat. Pertambahan ini harus

diimbangi dengan penambahan sumber-sumber energi baru. Sebagian besar energi yang kita gunakan sekarang berasal dari fosil, tidak bisa diperbaharui dan akan habis jika kita gunakan secara terus menerus. Sehingga manusia dituntut untuk mencari sumber-sumber energi lain yang sedapat mungkin sumber energi tersebut dapat diperbaharui atau terbarukan (Leksono, 2010).

Salah satu peralatan listrik yang mengkonsumsi energi listrik adalah Air Conditioner (AC). Berbagai cara telah dilakukan untuk penghematan energi salah satunya yaitu dengan pengaturan Air Conditioner (AC) pada ruangan. Pengaturan AC kebanyakan dilakukan secara manual menggunakan remote control,

namun sistem tersebut tidaklah praktis karena harus sering mengontrol untuk menghidupkan atau mematikannya. Sering pengguna AC lupa mematikan ketika sudah tidak menggunakan ataupun disetting pada suhu paling minimum selama berjam-jam. Hal ini menyebabkan pemborosan dalam pemakaian daya listrik.

Keterbatasan waktu, tenaga dan memori manusia untuk selalu mengontrol *Air Conditioner* adalah kendala sistem manual. Dengan segala keterbatasan manusia dan untuk efisiensi pengontrolan dalam upaya penghematan energi listrik maka pada penelitian ini dirancang sebuah sistem pengaturan *On-Off Air Conditioner* yang operasionalnya diatur secara otomatis berdasarkan kondisi suhu pada ruangan.

Kontrol otomatis telah memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kontrol otomatis menjadi bagian yang penting dan terpadu dari proses-proses dalam pabrik, laboratorium dan industri modern. Misalnya, kontrol otomatis perlu sekali dalam kontrol operasi-operasi di industri manufaktur seperti; untuk mengontrol tekanan, kecepatan suhu dan aliran dalam proses (Ogata, K., 1996)

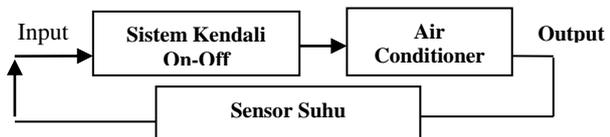
Kebutuhan kontrol listrik yang dapat diprogram *On-Off* sesuai dengan kebutuhan pengguna adalah suatu masalah. Sementara pemanfaatan dari mikrokontroler untuk fungsi tersebut sudah memungkinkan. Kontrol ON/OFF adalah kontrol yang bisa diaplikasikan pada hampir semua peralatan listrik yang mempunyai dua kondisi yaitu ON dan OFF. (Hamdan dan Winardi, 2012)

Sistem pengaturan AC berdasarkan sinyal informasi yang diperoleh dari sensor suhu. Jika sensor suhu mendeteksi suhu minimum yang dikehendaki maka AC otomatis mati dan hidup kembali jika suhu pada ruangan memenuhi batas

maksimum yang dikehendaki. Dan 2 (dua) buah AC dari 4 (empat) buah menyala jika suhu memenuhi setingan yang ditentukan

2. METODOLOGI PENELITIAN
Perancangan Sistem kendali

Sistem kendali yang dibangun ditunjukkan pada diagram blok seperti dibawah ini



Gambar 1. Diagram Blok Kendali AC

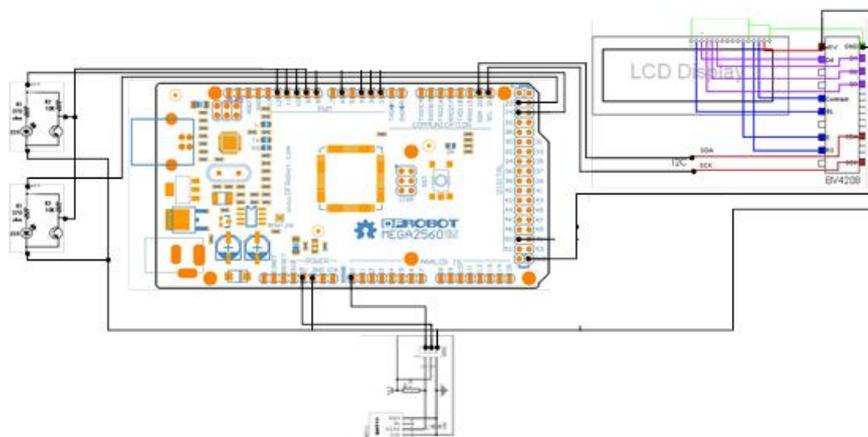
Pada Gambar 1 menunjukkan diagram blok rancangan sistem pengaturan pada AC. Input adalah setingan suhu yang dikehendaki dan sinyal informasi dari sensor suhu. Pada saat suhu mencapai batas bawah yang dikehendaki maka AC off.

Rangkaian kendali AC yang digunakan pada penelitian ini memiliki bagian:

1. Rangkaian Sensor
2. Rangkaian Digital IR Transmitter
3. Rangkaian LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 (I2C/TWI Connector)

Rangkaian kendali On-Off AC lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 2.

Sensor suhu DHT11 memiliki empat buah kaki yaitu kaki 2 (dua) berupa tegangan sumber yang dihubungkan ke bagian Vss sebesar 5V sedangkan untuk kaki 3 (tiga) adalah ground dihubungkan ke ground (GND) pada DFRduino, serta kaki 1(satu) adalah keluaran (Output) dari data analog sensor DHT11 yang dihubungkan ke bagian analog input pin 0 (A0) DFRduino (Djuandi, 2011).



Gambar 2. Rangkaian Kendali AC

Pengendali AC sebagai pengganti remote menggunakan Infrared Transmitter yang mempunyai 3 pin kaki. Pin kaki 1 berupa sinyal data yang dihubungkan dengan pin 9 DFRduino. Panjang gelombang yang dipancarkan 850 nm–940 nm, dengan lebar sudut pancar sebesar 20°. Jarak sinyal infra red berkisar 1.3 m, dengan frekuensi carrier 38 KHz. Pin kaki 2 dan 3 adalah VCC dan ground yang dihubungkan dengan VCC dan ground di DFRduino. IR Transmitter berfungsi sebagai pengganti remote control air conditioner yang berfungsi untuk menyalakan dan mematikan air conditioner

Terdapat 2 IR transmitter yaitu IR1 dan IR2. Setiap IR transmitter mengirimkan sinyal ke masing-masing AC. DFRduino membolehkan 1 pin yaitu pin 9 untuk dihubungkan ke pin data IR transmitter. Maka untuk membuat IR1 dan IR2 ini bekerja dengan cara mengatur tegangan 5 V (Vcc), di mana untuk IR1 tegangan 5 V di dapat dari pin 22 dan IR2 tegangan 5 V didapat dari pin 24 DFRduino. Berikut adalah cara kerja dari IR1 dan IR2 tersebut.

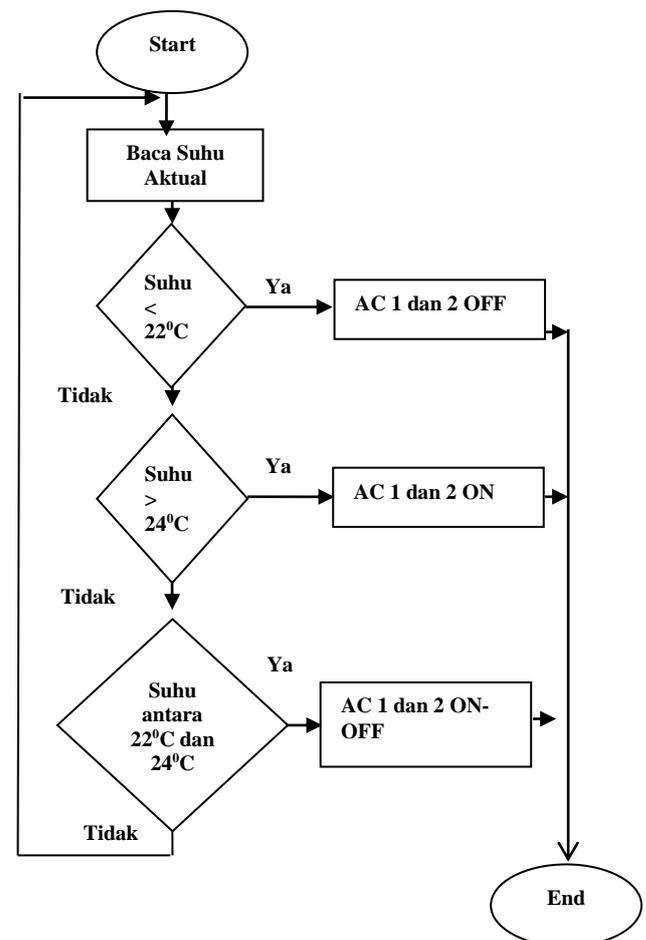
Perancangan sistem kendali AC menggunakan sensor suhu DHT11. Dalam DHT11 memiliki empat buah kaki yaitu: kaki pin 2 berupa VCC yang dihubungkan ke bagian Vss yg bernilai sebesar 5V pada board DFRduino, kaki pin 3 berupa ground dihubungkan ke ground (GND) pada DFRduino, sedangkan kaki pin 1 adalah data yang merupakan keluaran (Output) dari hasil pengolahan data analog dari sensor DHT11 yang dihubungkan ke bagian analog input pin 0 (A0) DFRduino. Dan yang tak ketinggalan terdapat satu kaki tambahan yaitu kaki NC (Not Connected), yang tidak dihubungkan ke pin manapun.

Dalam perancangan ini, LCD dipakai untuk menampilkan nilai suhu aktual yang terbaca oleh sensor DHT11 dan juga untuk menampilkan nilai suhu minimum dan maksimum yang diseting melalui keypad. LCD 16x2 adalah modul LCD matrix dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris, dengan setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris pixel dan 5 kolom pixel. LCD dilengkapi dengan modul I2C/TWI Connector. Normalnya sebuah LCD 16x2 membutuhkan sekurang-kurangnya 8 pin Arduino dan 1 buah potensiometer untuk dapat diaktifkan. Namun dengan I2C/TWI Connector ini hanya perlu 2 pin saja, yaitu pin sda dan scl

I2C (Inter-Integrated Circuit) atau TWI (two wire interfaces) adalah komunikasi serial yang mengandalkan 2 kabel yaitu satu kabel data (sda) dan satu kabel clock (scl). Seperti diketahui dalam board DFRduino juga menyediakan pin sda dan scl, sehingga kedua pin tersebut bisa langsung saling dihubungkan

Pembuatan Listing Program

Perancangan sistem kendali otomatis air conditioner ini terdapat 3 (tiga) kondisi. Kondisi yang pertama adalah jika suhu aktual yang terukur lebih kecil dari 22°C maka AC yang ke satu dan AC ke dua kondisi Off, jika suhu aktual lebih besar dari 24°C maka AC yang pertama dan kedua keduanya kondisi On, kondisi yang terakhir jika suhu antara 22°C sampai dengan 24°C maka AC pertama dan AC kedua On-Off secara bergantian. Gambar 3 berikut ini menjelaskan lebih lengkap flow chart dari sistem kendali AC yang dirancang.



Gambar 3. Flowchart sistem kendali otomatis air conditioner

Sensor suhu DHT11 membaca suhu aktual yang kemudian ditampilkan di LCD. Suhu aktual ini menangkap perubahan suhu pada ruangan. Aksi kendali On-Off ditentukan oleh suhu aktual yang terukur oleh sensor DHT11.

Pengujian dan Analisa

Setelah perancangan program, maka langkah selanjutnya dilakukan pengujian dan

analisa terhadap hasil yang diperoleh. Pengujian dilakukan dengan mengatur variasi *range* suhu yang dikehendaki. Pada perancangan sistem kendali yang dibangun menampilkan display dari sensor suhu kemudian menampilkan display range suhu maksimum dan minimumnya. Serta yang terakhir menganalisa penghematan daya listrik sebelum dan sesudah menggunakan perancangan kendali AC otomatis

3. HASIL DAN ANALISA

Untuk memperoleh hasil penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yaitu mulai dari pengukuran suhu ruangan dengan berbagai kondisi, baik menggunakan sensor suhu maupun dengan pengamatan suhu pada display AC.

Kondisi diatur secara berurutan dengan mematikan 1(satu) buah AC kemudian diukur perubahan suhunya sampai dengan mematikan keempat AC dan dilakukan pengukuran perubahan suhu yang terjadi. Pengukuran suhu

dibarengi dengan pengukuran arus, setiap perubahan suhu diukur perubahan arusnya.

Pengukuran Suhu Dengan Sensor DHT11

Pengukuran suhu pada ruangan berukuran panjang 9 meter dan lebar 14 meter dengan Jumlah AC sebanyak 4(empat) buah yang dilakukan pada ruang dosen Universitas Mercu Buana Jakarta. Pada Tabel 1 menjelaskan hasil pengukuran suhu aktual dengan melakukan berbagai setingan suhu menggunakan remote AC.

Pada kondisi suhu awal terukurnya 27°C yaitu kondisi dimana ke empat AC belum dinyalakan. Pada saat AC belum dinyalakan suhu aktual ruangan yang terukur adalah 27°C. Kemudian ke empat AC pada ruangan dinyalakan dengan setingan suhu 17°C selama 2 jam sehingga suhu aktual terukur dari 27°C turun ke 22°C.

Tabel 1. Pengukuran Suhu Dengan Beberapa Kondisi AC

No	Kondisi AC1	Kondisi AC2	Kondisi AC3	Kondisi AC4	Waktu Operasional	Setingan Remote (°C)	Suhu Sensor DHT11 (°C)
Awal	OFF	OFF	OFF	OFF	30 menit	17	27
1	ON	ON	ON	ON	2 jam	17	22
2	OFF	ON	ON	ON	1 jam	17	22
3	OFF	OFF	ON	ON	1 jam	17	23
4	OFF	OFF	OFF	ON	1 jam	17	24
5	OFF	OFF	OFF	OFF	1 jam	17	25

Selanjutnya diatur operasional AC dimatikan satu persatu seperti pada Tabel 1. Terlihat suhu terukur sekitar 22°C sampai dengan 24°C. Setelah dimatikan keempat AC suhu aktual terukur 25°C. Memang ada perbedaan suhu antara setingan suhu pada remote AC dengan suhu aktual yang terbaca oleh sensor DHT11. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain karena suhu dari orang yang berada dalam ruang, suhu dari

lampu, pintu ruang yang tidak tertutup rapat dan adanya pengaruh suhu luar ruangan dan lain-lain. Lebih jelasnya untuk data pengukuran ditampilkan pada Tabel 1.

Pengukuran Daya AC

Daya pada AC diukur dengan menggunakan tang ampere. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran Daya Pada AC

Setingan Suhu Pada Remote AC (°C)	Nilai Arus Yang Terukur (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)
17	8,8	220	1936
18	8,7	220	1914
19	9,0	220	1980
20	9,2	220	2024
21	9,3	220	2046
22	9,1	220	2002
23	9,0	220	1980
24	9,1	220	2002
25	9,0	220	1980
26	8,9	220	1936

Pengukuran arus pada AC dilakukan dengan beberapa variabel setingan suhu menggunakan remote sehingga diperoleh nilai arus yang riil yang dikonsumsi oleh AC. Daya dirumuskan tegangan dikalikan dengan arus maka hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2. Pada setingan suhu 17°C arus terukur 8,8 ampere justru lebih tinggi dari setingan suhu 20°C diperoleh arus sebesar 9,0 ampere. Pada saat pengukuran konsumsi arus pada AC dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu kebocoran pada ruang, banyaknya orang keluar masuk ruangan dan lain-lain sehingga beban semakin berat. Konsumsi Daya pada hasil pengukuran tertinggi yaitu 2046 watt dan terendah yaitu 1914 watt

Perhitungan Penghematan Daya Listrik

Berdasarkan data pengukuran suhu yang dilakukan dengan sensor DHT11 diperoleh data suhu yang tetap yaitu 22°C ketika 1 AC matikan.

Sehingga dapat dihitung estimasi penghematan daya untuk kapasistas satu AC adalah 2 PK atau sekitar 20026 watt. Jadi jika 1 buah AC dimatikan selama 8 jam sehari dapat menghemat 2002 watt x 8 jam = 16,016 KWH

Jika dilihat pada Tabel 1 perbandingan untuk operasi 1 buah AC dengan 2 buah AC hanya memiliki perubahan suhu yang kecil yaitu kenaikan sebesar 1°C. Sehingga untuk menghemat energi listrik pada ruang dosen BD dengan ukuran 14 meter x 9 meter hanya diperlukan dua buah AC saja yang beroperasi secara bergantian selama 2 jam ON – OFF. Pada dasarnya hanya 1 buah AC saja yang menyala sehingga estimasi penghematan adalah 1936 watt x 3 buah x 8 jam yaitu 46,46 KWH Berdasarkan data maka kendali yang ideal ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Aksi Sistem Pengaturan

AC1	AC2	AC3	AC4	Waktu Operasional (jam)	Settingan Suhu Remote (°C)	Suhu Terukur (°C)	Daya (kWh)
ON	ON	ON	ON	2	17	22	15.48
ON	OFF	OFF	OFF	3	17	24	5.8
OFF	ON	OFF	OFF	3	17	24	5.8
Total Konsumsi Daya							27.8

Pengaturan menggunakan remote AC dengan setingan suhu 24°C dengan lama operasional 8 jam sebanyak 4 buah AC diperoleh konsumsi daya AC sebesar 4 x 2002 Watt x 8 jam = 64,06 KWH.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan penghematan daya listrik dengan kendali *On-Off Air Conditioner* pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengukuran arus pada AC 2 PK diperoleh nilai minimum pada suhu 18°C sebesar 8,7 Ampere sehingga konsumsi dayanya adalah 1914 Watt sedangkan tertinggi adalah pada suhu 21°C dengan arus sebesar 9,3 Ampere dan konsumsi daya 2046 Watt. Konsumsi daya dipengaruhi oleh beban lingkungan sekitar seperti suhu diluar, ruangan yang tidak tertutup rapat maupun oleh beban orang didalam ruangan.
2. Dengan sistem kendali *On-Off Air Conditioner (AC)* menggunakan *microcontroller* yang paling optimal yaitu hanya 2 buah AC yang beroperasi secara bergantian selama 3 jam, karena dapat memberikan suhu ruangan

antara 23°C sampai dengan 24°C dengan konsumsi daya listrik sebesar 27,8 KWH per hari untuk ruangan yang berukuran 9 meter kali 14 meter dengan beban rata-rata per hari 4 orang

3. Pengaturan suhu dengan menggunakan remote dengan setingan suhu 24°C konsumsi dayanya 64,06 KWH per hari sehingga lebih hemat menggunakan sistem kendali *On-Off* karena memiliki selisih 36,26 KWH

DAFTAR PUSTAKA

- Hamdan, I., Winardi S. Rancang Bangun Kontrol Peralatan Listrik Otomatis Berbasis AT89s51, *Jurnal Monitor*, 2012: 1 (1).
- Leksono, E. Industri Sel Surya Menanti Keberanian Pemerintah. *Majalah Energi*. 2010.
- Djuandi, F., *Pengenalan Arduino*, www.tokobuku.com. 2011.
- Gema Alfarisi Deri, M.Ichwan, Lita Lidyawati, Implementasi Sistem SMS Gateway Untuk Kendali Air Conditioner, *Jurnal Energi Elektrik, Telekomunikasi dan Elektronika*, 2010; 1 (2).
- Ogata, K., 1996, "Teknik Kontrol Otomatik" Penerbit Erlangga.