

Sistem Pembatasan Pengaturan Temperatur Dan Monitoring Konsumsi Energi Listrik Peralatan Penyejuk Udara

Ali A. S. Ramschie¹, Johan F. Makal², Veny V. Ponggawa³

¹Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado, Manado 95252
E-mail :ali.a.s.ramschie@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado, Manado 95252
E-mail :johanferni52@gmail.com

³Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado, Manado 95252
E-mail :veny.vit@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu penyebab terjadinya pemborosan energi listrik dari penggunaan peralatan penyejuk udara adalah dalam hal pengaturan temperatur, dimana sering kali pengguna mengatur temperatur dari peralatan penyejuk udara pada pengaturan temperatur terendah misalkan pada pengaturan temperatur 16°C sampai dengan 18°C, dimana semakin rendah pengaturan temperatur yang dipilih, maka semakin lama kerja kompresor untuk mencapai temperatur ruang sesuai dengan pengaturan temperatur yang dipilih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu sistem yang dapat membatasi pengaturan temperatur peralatan penyejuk udara pada kisaran pengaturan 24°C sampai dengan 27°C, serta dapat memonitoring konsumsi energi listrik dan harga bayar dalam rupiah dari pengoperasian peralatan tersebut.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, di dapat hasil bahwa sistem yang dibuat dapat membatasi pengaturan temperatur dari peralatan penyejuk udara pada operasi pengaturan 24°C sampai dengan 27°C pada mode operasi hemat energi, sehingga dapat meminimalisir terjadinya pemborosan energi listrik dari peralatan tersebut. Di samping itu juga sistem ini dapat beroperasi pada mode normal sehingga pengguna dapat mengatur temperatur peralatan penyejuk udara pada kisaran 16°C sampai dengan 27°C. Sistem yang dibuat juga dapat memonitoring dan menginformasikan besarnya konsumsi energi listrik dalam Wh dan harga bayarnya dalam Rupiah dari peralatan penyejuk udara, sehingga pengguna dapat melakukan penghematan terhadap pengoperasian peralatan penyejuk udara.

Kata Kunci

Pembatasan Temperatur, Monitoring, Energi Listrik, Penyejuk Udara, Hemat Listrik

1. PENDAHULUAN

Salah satu penyebab terjadinya pemborosan energi listrik dari penggunaan peralatan penyejuk udara adalah dalam hal pengaturan temperaturnya. Semakin rendah pengaturan temperatur yang dipilih, maka semakin besar konsumsi energi listrik yang diasup oleh peralatan penyejuk udara, karena waktu operasi dari kompresor semakin lama untuk mencapai temperatur ruang sesuai dengan pengaturan temperatur yang dipilih. Di samping itu juga, Hal yang dapat mempengaruhi terjadinya pemborosan energi listrik dari pengoperasian peralatan penyejuk udara adalah dalam hal asupan energi listrik dari peralatan tersebut, di mana pengguna tidak mengetahui berapa besar konsumsi energi listrik dari peralatan penyejuk udara saat beroperasi, sehingga pengguna dapat mengatur temperatur operasi peralatan penyejuk udara pada pengaturan yang lebih tinggi guna menghindari terjadinya pemborosan listrik [1][2][3]. Salah satu upaya pemerintah dalam hal penghematan energi listrik terhadap pengoperasian peralatan penyejuk udara, adalah dengan dikeluarkannya peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI No. 13 tahun 2012 tentang penghematan pemakaian energi listrik seperti tercantum pada Pasal 4 Ayat 2a poin 6 yang mengatakan bahwa

apabila menggugurkan peralatan penyejuk udara, dilakukan dengan cara mengatur temperatur dan kelembaban relatif sesuai Standar Nasional Indonesia yaitu untuk ruang kerja temperatur berkisar antara 24°C hingga 27°C dengan kelembaban udara antara 55% sampai dengan 65%, dan untuk lobi dan koridor temperatur berkisar antara 27°C hingga 30°C dengan kelembaban udara antara 50% sampai dengan 70% [4].

Untuk itu penelitian ini bertujuan membuat suatu sistem yang dapat membatasi pengaturan temperatur peralatan penyejuk udara pada kisaran pengaturan 24°C sampai dengan 27°C untuk pengaturan hemat energi dan pengaturan operasi normal pemilihan pengaturan temperatur peralatan penyejuk udara pada kisaran 16°C sampai dengan 28°C, serta dapat memonitoring konsumsi energi listrik dan harga bayar dalam rupiah dari pengoperasian peralatan penyejuk udara.

Adapun metode yang digunakan dalam proses menghasilkan sistem pembatasan pengaturan temperature dan monitoring konsumsi energi listrik peralatan penyejuk udara adalah metode prototyping, dimana tahapan-tahapannya meliputi: tahapan perancangan yang terdiri dari perancangan blok diagram sistem dan perancangan perangkat lunak untuk keperluan operasi sistem dalam

bentuk diagram alir. Tahapan selanjutnya adalah proses pembuatan yang terdiri dari pembuatan sistem dengan mengacu pada blok diagram yang telah dibuat yang disimulasikan melalui program simulasi proteus dan pembuatan perangkat lunak yang mengacu pada diagram alir yang telah dihasilkan. Selanjutnya adalah tahapan pengujian sistem yang dilakukan melalui program simulasi Proteus.

Dalam menghasilkan suatu sistem pembatasan pengaturan temperature dan monitoring konsumsi energi listrik peralatan penyejuk udara, maka dibutuhkan modul-modul penunjang yang saling terintegrasi, dimana modul-modul tersebut meliputi: mikrikontroler arduino uno yang berbasis pada mikrokontroler ATmega 328, yang difungsikan sebagai pengontrol kerja keseluruhan sistem, dalam hal pengaturan temperatur dan pendeteksi dan penginformasi konsumsi energi listrik dari peralatan penyejuk udara [5]; sensor arus ACS 712 yang difungsikan sebagai sensor untuk mendeteksi besarnya konsumsi arus listrik dari peralatan penyejuk udara [6][7], dimana data hasil pendeteksian tersebut nantinya akan diolah oleh kontroler, kemudian diinformasikan sebagai data konsumsi energi listrik dalam watt hour (Wh) dan data pembayaran terhadap konsumsi energi listrik dalam rupiah (Rp); sensor inframerah (IR sensor), yang difungsikan sebagai media pengiriman data terhadap pengaturan temperatur dari peralatan penyejuk udara; Liquid Cristal Display (LCD) yang difungsikan sebagai media informasi, untuk menginformasikan proses pengaturan temperatur peralatan penyejuk udara, termasuk informasi besarnya konsumsi energi listrik dan besarnya harga yang akan dibayar terhadap konsumsi energi listrik dari peralatan penyejuk udara [8].

Untuk menjalankan sistem pembatasan pengaturan temperature dan monitoring konsumsi energi listrik peralatan penyejuk udara, dibutuhkan program yang ditanamkan kedalam mikrokontroler Arduino Uno, dimana perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan program adalah Arduino IDE, dengan mengacu pada diagram alir (flowchart) yang dibuat [9][10].

Adapun penelitian-penelitian yang berkaitan dengan paper ini, seperti yang telah dilakukan oleh:

1. Chiou dkk (2008), yang dimuat pada jurnal *Energi and Buildings* dengan judul *The study of energisaving strategy for direct expansion air conditioning system*, dimana penelitian yang dilakukan berhubungan dengan prosedur penghematan energi pada DX Air Conditioning sistem, dengan metode *periodic downtime*, yaitu dengan mengatur periode operasi sistem dan periode mati sistem dari dua buah AC [11].
2. Widell dkk, (2009) yang dimuat pada *International Journal of Refrigeration* dengan judul *Reducing power consumption in multi-compressor refrigeration systems*, dengan menggunakan model *linear programming* untuk meminimalkan konsumsi energi listrik kompresor, maka operasional kompresor akan menjadi optimal sesuai dengan beban yang dibutuhkan [12].

3. Zhou dkk (2007), yang dimuat pada jurnal *Energi and Buildings* yang berjudul *Energi simulation in the variable refrigerant flow air-conditioning system under cooling conditions*, melakukan penelitian dalam hal perbandingan pemakaian energi yang dihasilkan pada air conditioning sistem dengan 3 metode yang berbeda, yaitu sistem *variable refrigerant flow (VRF)*, sistem *variable air volume (VAV)* dan sistem *fan-coil plus fresh air (FPFA)*. Penelitian tersebut dilakukan dengan simulasi menggunakan *software Energy Plus*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa potensi hemat energi dari sistem VRF mencapai 22,2% dan 11,7%, dibandingkan dengan sistem VAV dan FPFA sistem [13].
4. Ali Ramschie dkk (2016) yang dimuat pada *International Journals Of Computer Applications* yang berjudul *Algorithms Air Conditioning Air Filter Detection System for Electric Energy Savings*, penelitian yang dilakukan berhubungan dengan membuat suatu algoritma sistem kontrol yang dapat mendeteksi saat mana penyaring udara dari peralatan AC telah kotor. Saat penyaring udara AC terindikasi kotor, maka sistem akan menonaktifkan kerja AC dan menginformasikannya melalui bunyi alarm dan melalui tampilan LCD bahwa AC tersebut perlu dilakukan perawatan sehubungan dengan penyaring udaranya telah kotor, sehingga pemborosan energi listrik dapat dihindari [14].

2. PEMBAHASAN

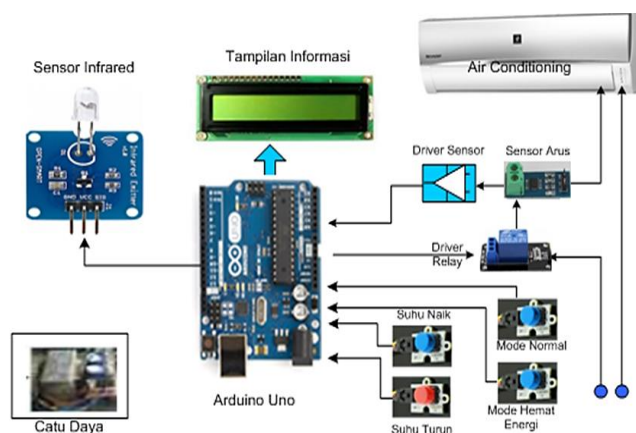
2.1. Perancangan sistem

Aplikasi pengontrolan yang dikembangkan dalam penulisan ini adalah sistem pengaturan pembatasan temperatur dan monitoring konsumsi energi listrik dari peralatan penyejuk udara, di mana prinsip kerja sistem adalah sebagai berikut: Saat sistem pertama kali diaktifkan, maka sistem akan menjalankan mode operasi normal, dimana pada mode operasi normal ini pengguna dapat mengatur temperatur peralatan penyejuk udara mulai dari 16°C sampai dengan 28°C. Pemilihan pengaturan temperatur dilakukan melalui penekanan tombol suhu naik untuk pengaturan suhu naik dan tombol suhu turun untuk pengaturan suhu turun. Untuk beralih dari mode operasi normal ke mode operasi hemat energi, maka yang perlu dilakukan adalah menekan tombol hemat listrik. Saat tombol hemat energi ditekan, maka secara otomatis pengaturan temperaturnya dibatasi dari 24°C sampai dengan 27°C. Saat pengaturan temperatur berada pada posisi 24°C, tombol suhu turun tidak dapat difungsikan, sehingga pengaturan temperatur tidak dapat turun dibawah dari batasan 24°C. Tombol suhu turun akan berfungsi, jika pengaturan temperatur yang dipilih diatas dari 24°C. Saat sistem berada pada mode hemat energi, pengguna dapat beralih ke mode normal dengan menekan tombol mode normal. Tampilan LCD berfungsi untuk menginformasikan pengoperasian peralatan penyejuk udara apakah pada mode operasi normal atau pada mode operasi

hemat energi. Disamping itu juga informasi yang ditampilkan berupa besarnya konsumsi energi listrik dan harga bayar dari peralatan penyejuk udara sebagai proses monitoring konsumsi energi listrik. serta informasi prihal pengaturan temperatur yang dipilih. Blok diagram sistem diperlihatkan pada Gambar 1.

Adapun deskripsi dari Blok diagram pada Gambar 1, dijabarkan sebagai berikut:

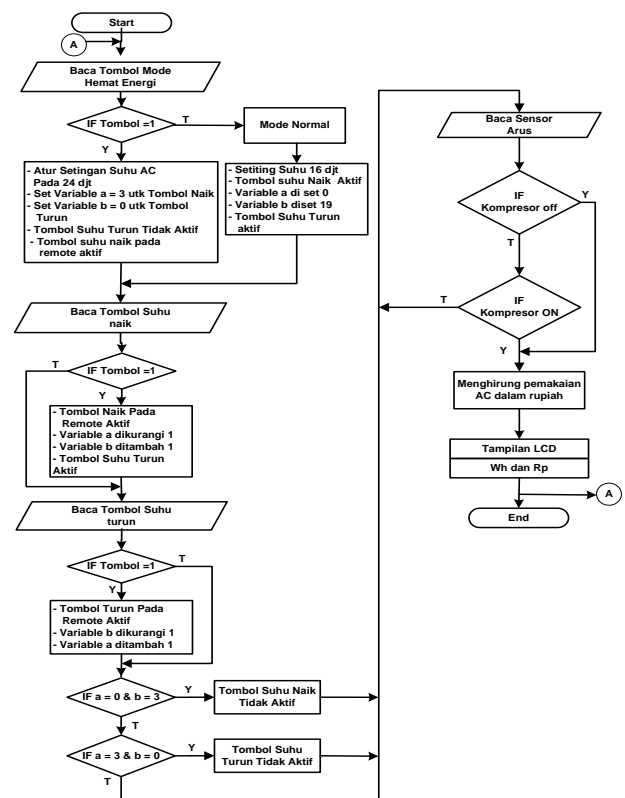
1. *Arduino Uno*, merupakan perangkat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pusat pengendali kerja dari keseluruhan sistem.
2. Tampilan informasi, berupa *LCD* yang berfungsi untuk menginformasikan prihal pengaturan temperature, besarnya konsumsi energi listrik dan harga bayar dari pengoperasian peralatan penyejuk udara.
3. *Sensor Infrared*, berfungsi sebagai media untuk pengaturan temperature dari peralatan penyejuk udara, yang pengoperasiannya diatur melalui *Arduino Uno*.
4. Sensor Arus *ACS712*, berfungsi sebagai pendeteksi konsumsi arus peralatan penyejuk udara.
5. *Driver Relay*, berfungsi sebagai saklar magnetic yang dioperasikan melalui *Arduino Uno*, untuk mengaktifkan dan menonaktifkan kerja dari peralatan penyejuk udara oner.
6. Tombol *On*, berfungsi sebagai input ke *Arduino Uno*, guna mengaktifkan kerja dari keseluruhan sistem.
7. Tombol *Off*, berfungsi sebagai input ke *Arduino Uno*, guna menonaktifkan kerja dari keseluruhan sistem.
8. Tombol *Mode Normal*, berfungsi untuk memilih pengaturan peralatan penyejuk udara untuk pengoperasian normal, tanpa dibatasi pengaturan temperaturnya.
9. Tombol *mode hemat energi*, berfungsi untuk memilih mode hemat energi dimana pengaturan temperaturnya dibatasi dari 24°C s/d 27°C.
10. Catu daya berfungsi sebagai penyuplai tegangan ke seluruh bagian sistem yang saling terintegrasi.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

2.2. Flow Chart Sistem

Dalam proses perancangan perangkat lunak, langkah awal yang dilakukan adalah membuat diagram alir atau *flowchart* yang merepresentasikan urutan kerja sistem untuk operasi kerja sistem kontrol pembatasan temperatur dan monitoring energi listrik peralatan penyejuk udara. Diagram alir (*flowchart*) dari sistem kontrol pembatasan temperatur dan monitoring energi listrik peralatan penyejuk udara diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flow Chart Sistem mode operasi hemat energi.

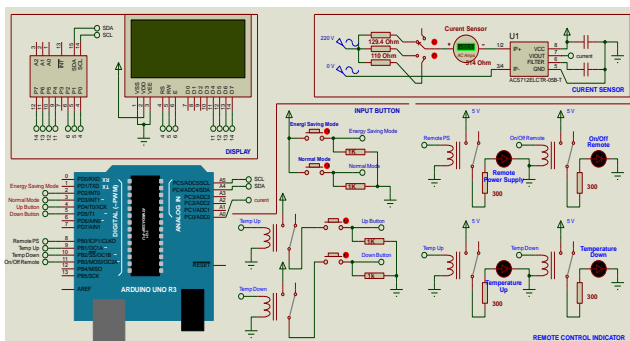
Adapun urutan kerja dari diagram alir adalah sebagai berikut:

1. Saat sistem pertama kali diaktifkan, maka sistem akan melakukan proses pembacaan tombol hemat energi. Jika tombol hemat energi tidak ditekan, maka sistem akan menjalankan operasi mode normal, dimana pengaturan suhu peralatan penyejuk udara dapat difungsikan sebagaimana pada keadaan normal, yaitu dari kisaran settingan 16°C sampai dengan settingan 28°C. Keadaan ini akan terus berlangsung sampai sistem mendeteksi ada penekanan tombol mode hemat listrik. Jika sistem mendeteksi ada penekanan tombol hemat listrik, maka sistem akan masuk pada bagian program untuk pengaturan mode hemat listrik.
2. Saat sistem masuk pada mode hemat listrik, maka secara otomatis pengaturan temperatur penyejuk udara

diatur pada 24°C. di samping itu, tombol suhu turun untuk pengaturan suhu turun pada penyejuk udara dinonaktifkan. Selanjutnya sistem akan membaca penekanan tombol suhu naik. Jika tombol suhu naik tidak ditekan, maka sistem akan menuju ke proses pembacaan data sensor arus, memproses data tersebut menjadi data kWh dan harga bayar (Rp.), kemudian mengoutputkannya sebagai informasi melalui tampilan LCD. Jika terdeteksi ada penekanan tombol suhu naik, maka temperatur akan diatur pada pengaturan 25°C, kemudian sistem akan mengaktifkan tombol suhu turun, sehingga pemilihan suhu dibawah dari suhu 25°C dapat dilakukan (24°C). Tombol suhu naik akan dinonaktifkan pada saat pemilihan settingan suhu telah berada pada pengaturan 27°C. Saat sistem berada pada mode hemat listrik, sistem akan terus membaca apakah tombol mode normal ditekan atau tidak. Jika tombol mode normal ditekan, maka sistem akan masuk pada bagian mode normal.

2.3. Pembuatan Simulasi Sistem

Pembuatan simulasi sistem dilakukan dengan menggunakan program simulasi Proteus, dimana pada program simulasi ini, dibuat rangkaian sistem yang terintegrasi yang mengacu pada hasil rancangan berupa blok diagram yang telah dibuat. Adapun simulasi sistem diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Simulasi sistem

2.4. Pembuatan Perangkat Lunak

Pembuatan perangkat lunak dilakukan dengan mengacu pada hasil rancangan perangkat lunak berupa diagram alir yang telah dibuat. Pembuatan perangkat lunak dibuat melalui perangkat lunak yang telah disediakan oleh Arduino yaitu Arduino IDE. Proses pembuatan perangkat lunak diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses pembuatan perangkat lunak

3. PENGUJIAN SISTEM

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah kerja dari hasil rancangan sistem telah bekerja sesuai dengan hasil rancangan. Proses pengujian system terdiri dari:

3.1. Pengujian Rangkaian Sensor Arus

Pengujian rangkaian sensor arus bertujuan untuk menguji berapa besar tegangan yang dihasilkan oleh sensor tersebut pada setiap perubahan arus input-nya, dimana data hasil pengujian dari sensor arus ini akan dijadikan sebagai data referensi untuk pengolahan data digital dari pembacaan Analog To Digital Converter (ADC). Data hasil pengujian sensor arus diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengujian sensor arus

Arus Input (A)	Tegangan Output (V)	Keterangan
0	2,48	AC tidak aktif
0.7	2,62	Kompresor off
1.7	2,81	Kompresor on

Pengujian dilakukan dengan mengasumsikan bahwa peralatan penyejuk udara yang digunakan berkapasitas ½ PK, dimana saat penyejuk udara belum diaktifkan, tegangan output dari modul sensor arus ACS712 2,48 volt, karena sesuai dengan data sheet dari sensor arus ACS712 bahwa tegangan outputnya saat belum dibebani sebesar ± 2,5 Volt. Pada pengukuran kedua, dimana penyejuk udara dalam keadaan aktif tetapi kompresornya belum aktif, hanya kipas pada bagian indoor yang aktif, diperoleh arus input sebesar 0.7 ampere dan tegangan outputnya sebesar 2,62 volt. Pada pengukuran ke tiga, dimana kipas pada bagian indoor telah aktif dan kompresor pada bagian outdoor telah aktif juga, diperoleh tegangan output sebesar 2,81 volt pada pembacaan arus sebesar 1.7 ampere.

3.2. Pengujian Rangkaian Sensor Arus

Pengujian *ADC* dilakukan terhadap setiap perubahan tegangan yang dihasilkan oleh keluaran dari rangkaian sensor arus. Fungsi dari *ADC* adalah untuk mengubah input sinyal analog ke sinyal digital. Hasil pengujian *ADC* diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian *ADC*

Input <i>ADC</i> (V)	Output <i>ADC</i> (Data)	Perhitungan (Data)	Error %
2,48	518,27	518,26	0,002
2,62	547,43	547,53	0,018
2,81	586,1	586,81	0,192

Secara teoritis untuk menguji besarnya data *ADC* yaitu dengan cara menghitungnya, seperti contoh untuk pengujian pertama pada saat input *ADC* sebesar 2,48 Volt, maka data yang diperoleh adalah 518,27. Sedangkan secara teoritis data perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Data } ADC &= \frac{V_{in} \times 1024}{V_{ref}} \\
 &= \frac{2,48 \times 1024}{4,9} \\
 &= 518,26
 \end{aligned}$$

Besarnya data error dari hasil pengujian dan perhitungan adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Error (\%)} &= \frac{\text{data perhitungan} - \text{data pengukuran}}{\text{data perhitungan}} \times 100 \% \\
 &= \frac{518,26 - 518,27}{518,26} \times 100 \% \\
 &= 0,002 \%
 \end{aligned}$$

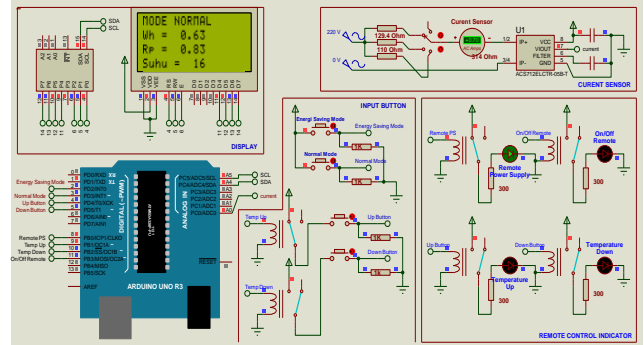
3.3. Pengujian Simulasi Sistem

Proses pengujian simulasi sistem bertujuan untuk mendapatkan data sehubungan dengan kerja sistem yang dibuat, apakah sistem yang dibuat telah berfungsi sesuai dengan hasil rancangan. Pengujian simulasi sistem dilakukan melalui program simulasi *Proteus*, berdasarkan rancangan simulasi yang telah dihasilkan pada proses pembuatan simulasi perangkat keras. Untuk menjalankan simulasi sistem pembatasan temperatur peralatan listrik guna penghematan energi listrik, maka dibutuhkan perangkat lunak yang ditanamkan ke dalam kontroler *Arduino Uno*, dimana program yang ditanamkan adalah program yang telah dihasilkan melalui tahapan pembuatan perangkat lunak. Adapun proses pengujian yang dilakukan mencakup:

3.3.1. Pengujian Sistem Saat Pertama Kali Diaktifkan

Saat pertama kali sistem diaktifkan, maka sistem akan masuk pada bagian program untuk pengaturan mode normal, dimana pada mode normal, kerja peralatan penyejuk udara akan berfungsi secara normal, dimana proses pengaturan temperatur dapat dilakukan mulai dari

pengaturan 16°C sampai dengan batas tertinggi dari pengaturan temperatur peralatan penyejuk udara. Pengujian saat sistem pertama kali diaktifkan pada keadaan mode operasi normal diperlihatkan pada Gambar 5.

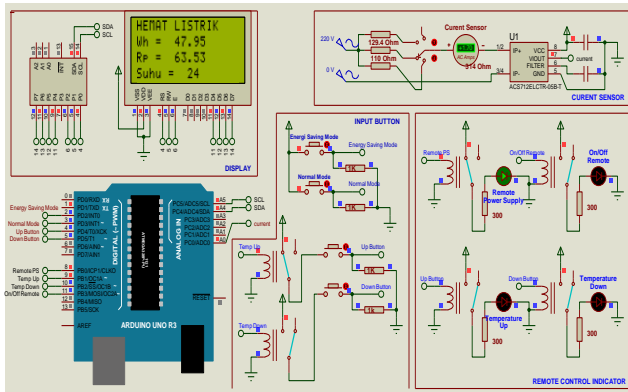


Gambar 5. Sistem diaktifkan pada mode operasi normal

Dari hasil pengujian seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5, terlihat bahwa saat sistem pertama kali diaktifkan, maka sistem akan masuk pada bagian pengoperasian mode normal. Pada pengoperasian mode normal, pengaturan temperatur peralatan penyejuk udara diatur secara otomatis pada pengaturan 16°C. Untuk mengatur pemilihan temperatur saat sistem pertama kali diaktifkan, maka secara otomatis sistem hanya mengaktifkan fungsi dari tombol suhu naik melalui aktifnya relay yang berfungsi sebagai pemberi tegangan input ke tombol suhu naik, sedangkan tombol suhu turun tidak dapat difungsikan, karena tidak mendapatkan tegangan input, karena relay dalam keadaan tidak aktif. Disamping itu juga, sistem akan menginformasikan ke pengguna bahwa mode yang beroperasi saat ini adalah mode normal, dengan pengaturan temperatur awal berada pada posisi 16°C, dan besarnya konsumsi energi listrik serta harga bayarnya dari peralatan penyejuk udara. Proses pengaturan pemilihan temperatur dapat dilakukan pada pengaturan 16°C sampai dengan 28°C.

3.3.2. Pengujian Sistem Mode Hemat Energi

Untuk beralih dari mode normal ke mode hemat energi, maka yang dilakukan adalah menekan tombol mode hemat energi. Pada saat sistem masuk pada mode hemat energi, maka secara otomatis sistem akan mengatur pengaturan temperatur pada pengaturan 24°C. pada bagian mode hemat energi, pengaturan temperatur yang dapat dilakukan terhadap peralatan penyejuk udara, dibatasi hanya pada kisaran 24°C sampai dengan 27°C. Pengujian sistem mode hemat energi diperlihatkan pada Gambar 6.

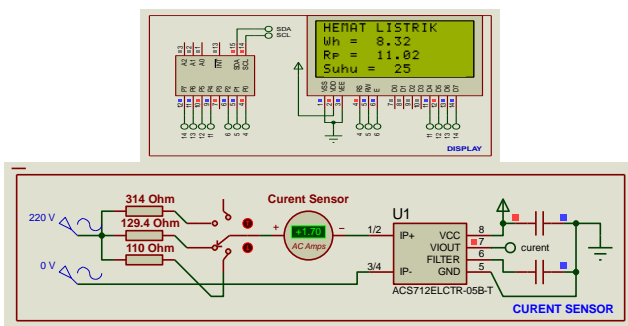


Gambar 6. Pengujian sistem mode hemat energi

Dari hasil pengujian simulasi sistem untuk mode hemat energi, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6, terlihat bahwa yang aktif hanya tombol suhu naik, sedangkan tombol suhu turun tidak aktif. Hal ini bertujuan agar pengaturan temperatur dibawah dari 24°C tidak dapat dipilih, agar dapat menghindari pemilihan temperatur terendah dari pengoperasian peralatan penyejuk udara, sehingga dapat menghindari terjadinya pemborosan energi listrik. Tombol suhu turun akan diaktifkan, jika sistem mendeteksi bahwa pengaturan temperatur peralatan penyejuk udara berada diatas 24°C. Proses pemilihan temperatur penyejuk udara pada mode hemat energi ini hanya dapat dilakukan pada rentang pengaturan 24°C sampai dengan 27°C.

3.3.3. Pengujian Sistem Untuk Proses Monitoring Konsumsi Energi Listrik Peralatan Penyejuk Udara

Untuk mengetahui besarnya konsumsi energi listrik (Wh) dan besarnya harga yang harus dibayarkan (Rp) dari pengoperasian peralatan penyejuk udara, maka dilakukan pengujian terhadap sistem dalam hal proses memonitoring konsumsi energi listrik dan harga yang harus di bayarkan dalam Rupiah (Rp). Pengujian sistem untuk proses monitoring diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian sistem untuk proses monitoring

Dari hasil pengujian yang dilakukan seperti yang di perlihatkan pada Gambar 7, terlihat bahwa sistem dapat melakukan proses monitoring terhadap konsumsi energi

listrik dari pengoperasian peralatan penyejuk udara serta dapat menginformasikannya melalui tampilan *LCD*.

Dari hasil monitoring yang dilakukan, sistem yang dibuat dapat menghemat konsumsi energi listrik terhadap pengoperasian peralatan penyejuk udara, dengan cara membatasi pengaturan temperturnya, yang hanya akan beroperasi pada kisaran 24°C sampai dengan 27°C. Dari hasil pengujian yang dilakukan, saat belum diterapkannya sistem ke peralatan penyejuk udara pada pengaturan temperatur 16°C, konsumsi energi listriknya sebesar 379.1 Wh , dan setelah diterapkannya sistem ke peralatan penyejuk udara dengan membatasi pengaturan temperatur pada kisaran temperatur 24°C sampai dengan 27°C, maka terukur untuk pengaturan temperatur 24°C konsumsi energi listrik sebesar 323,35 Wh , untuk pengaturan temperatur 25°C konsumsi energi listrik sebesar 308,48 Wh , untuk pengaturan temperatur 26°C konsumsi energi listrik 289,90 Wh dan pada pengaturan temperatur 27°C konsumsi energi listrik sebesar 275,03 Wh .

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Sistem yang dibuat dapat membatasi pengaturan temperatur dari peralatan penyejuk udara pada operasi pengaturan 24°C sampai dengan 27°C pada mode operasi hemat energi, sehingga dapat meminimalisir terjadinya pemborosan energi listrik dari pengoperasian peralatan penyejuk udara. Dari hasil pengujian yang dilakukan, saat belum diterapkannya sistem, konsumsi energi listrik selama 1 jam pada pengaturan temperatur 16°C adalah sebesar 379.1 Wh , dan setelah diterapkannya sistem dengan membatasi pengaturan temperatur pada 24°C, maka di dapat konsumsi energi listrik sebesar 323,35 Wh , sehingga terjadi penghematan energi listrik sebesar 55,75 Wh .
2. Sistem yang dibuat dapat memonitoring dan menginformasikan besarnya konsumsi energi listrik dalam Wh dan harga bayarnya dalam Rupiah dari peralatan penyejuk udara, sehingga pengguna dapat melakukan penghematan terhadap pengoperasian peralatan penyejuk udara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada DRPM Ristek DIKTI dan Politeknik Negeri Manado yang telah memfasilitasi penelitian ini, serta Politeknik Negeri Bandung yang telah menyelenggarakan seminar IRWNS sebagai sarana berbagi dan bertukar pikiran demi penyempurnaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat T, "Analisis Penghematan Listrik pada AC Split dengan Refrigeran Hidrokarbon disertai perbaikan faktor daya" *Jurnal Teknosain* Vol. 8, 2011.
- [2] Ilham, Amil Ahmad, and Ali Ramschie. "Sistem Monitoring Dan Kendali Kerja Air Conditioning Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535", *Jurnal Ristek* Vol.2, No.1, Juni 2013.
- [3] Mitar Simic, "Design and Development of Air Temperature and Relative Humidity Monitoring System with AVR Processor base Web Server", *Electrical and Power Engineering (EPE), International Conference and Exposition on*, 2014.
- [4] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI. No. 13 2012, *tentang penghematan pemakaian tenaga listrik*
- [5] Alan G. Smith, "Introduction To Arduino", Alan G. Smith, 2011.
- [6] Allegro mikrosistem.inc. *Datasheet ACS712*.
- [7] Husnawati, Rossi Passarella, Sutarno dan Rendyansyah, "Perancangan dan Simulasi Energi Meter Digital Satu Fasa Menggunakan Sensor Arus ACS712", *JNETI* Vol. 2. No. 4, November 2013.
- [8] ___, *16x2 LCD Datasheet*.
(<http://www.engineersgarage.com>16x2-lcd>)
Searchword=lcd 16x2 diakses 8 juni 2018)
- [9] Ali A. S. Ramschie, Johan F. Makal, and Venv V. Ponggawa. "Sistem Pendeteksi dan Penginformasi Kekotoran Penvaring Udara Pada Peralatan Air Conditioning Guna Penghematan Listrik." *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. Vol. 8. No. 3. 2017.
- [10] Ali A S Ramschie, Johan F Makal and Venv V Ponggawa. "Method of Freon Leak Detection and Dirty Air Filter in Air Conditioning for Electrical Savings". *International Journal of Computer Applications* 172(1):35-40, August 2017.
- [11] Chiou. C.B., Chu C.M. dan Lin, S.L. "The study of energysaving strategy for direct expansion air conditioning system", *Energi and Buildings* 40. 1660–1665,2008.
- [12] Widell. K.N. dan Eikevik. T. "Reducing power consumption in multi -compressor refrigeration systems", *International Journal of Refrigeration* 33. 88-94,2009.
- [13] Zhou, Y.P., Wu, J.Y., Wang, R.Z. & Shiochi, S. "Energi simulation in the variable refrigerant flow air-conditioning sistem under cooling conditions" *Energi and Buildings* 39. 212–220, 2007.
- [14] Ali A.S. Ramschie, Johan Makal, Venv Ponggawa, "Algorithms Air Conditioning Air Filter Detection System For Electric Energy Savings", *International Journal of Computer Application (IJCA)*, Vol. 156 No. 8, 2016.