

# Sistem Pendeteksi dan Penginformasi Kekotoran Penyaring Udara Pada Peralatan Air Conditioning Guna Penghematan Listrik

Ali Akbar Steven Ramschie<sup>1</sup>, Johan F. Makal<sup>2</sup>, Veny Vita Ponggawa<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado, Manado 95252  
E-mail :johanferni56@gmail.com

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

## ABSTRAK

Peningkatan konsumsi energi listrik dari pemakaian peralatan *air conditioning* dapat disebabkan karena filter udaranya telah kotor. Hal ini disebabkan karena beroperasinya kompresor terus menerus untuk mencapai suhu sesuai suhu *set point*.

Untuk mengatasi hal ini, maka perlu ditambahkan suatu sistem yang dapat mendeteksi kekotoran filter udara *air conditioning* agar terhindar dari pemborosan listrik. Sistem yang dibuat akan menonaktifkan kerja *air conditioning* dan memberikan informasi kepada pengguna melalui alarm dan tampilan di layar LCD bahwa *air conditioning* perlu dilakukan perawatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dibuat dapat menonaktifkan kerja *air conditioning* dan menampilkan informasi melalui tampilan LCD saat terdeteksi bahwa filter udaranya telah kotor dan perlu dilakukan perawatan. Besarnya konsumsi energi listrik dari peralatan *air conditioning* berkapasitas  $\frac{1}{2}$  PK yang beroperasi selama 2 jam, saat filter udaranya masih terindikasi bersih, pada settingan suhu  $24^{\circ}\text{C}$  adalah sebesar 590,95 Wh, dan pada settingan suhu  $25^{\circ}\text{C}$  adalah sebesar 568,65 Wh. Saat filter udaranya telah terdeteksi kotor, pada settingan suhu  $24^{\circ}\text{C}$  dan  $25^{\circ}\text{C}$  konsumsi energi listriknya sebesar 806,29 Wh. Dengan ditambahkan sistem yang dibuat, saat filter udara terdeteksi kotor pada settingan suhu  $24^{\circ}\text{C}$  dan  $25^{\circ}\text{C}$ , konsumsi energi listriknya sebesar 508,22 Wh, sehingga terjadi penghematan listrik sebesar 298,07 Wh.

## Kata Kunci

Sistem Pendeteksi, Filter Udara, Air Conditioning, Hemat Listrik

## 1. PENDAHULUAN

Untuk mendapatkan kualitas kerja Penyejuk Udara yang optimal, perawatan yang baik dan benar dari tiap komponennya menjadi syarat utama guna proses penyejukan yang optimal[1][2].

Salah satu hal yang dapat mempengaruhi kualitas kerja Penyejuk Udara adalah saat filter udaranya telah kotor, dimana kompresor akan beroperasi lebih lama ataupun terus menerus untuk mensirkulasikan udara dingin, sampai suhu ruang sama dengan suhu yang dipilih. Hal ini dapat meningkatkan konsumsi energi listrik dari peralatan Penyejuk Udara karena kompresornya akan bekerja terus menerus selama Penyejuk Udara tetap dioperasikan [3].

Sistem yang terpadu dalam pembuatan sistem pendeteksi dan penginformasi kekotoran penyaring udara peralatan Penyejuk Udara menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 yang berfungsi sebagai pengatur kerja keseluruhan sistem [4][5], sensor arus ACS712 yang berfungsi sebagai pendeteksi peningkatan konsumsi arus dari pemakaian peralatan Penyejuk Udara [6][7], *crystal liquid display (LCD)* yang berfungsi untuk menampilkan informasi sehubungan dengan keadaan *air conditioning*, *buzzer* yang difungsikan sebagai alarm guna menginformasikan bahwa Penyejuk Udara perlu dilakukan perawatan, komponen-komponen elektronika sebagai komponen pendukung dalam pembuatan sistem kontrol.

Untuk menjalankan sistem pendeteksi dan penginformasi kekotoran penyaring udara peralatan Penyejuk Udara, dibutuhkan program yang ditanamkan kedalam mikrokontroler ATmega 8535, dimana perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan program adalah CodeVisionAVR, dengan mengacu pada diagram alir (*flowchart*) yang dibuat [8][9].

## 2. PEMBAHASAN

Penelitian-penelitian yang berkaitan dengan paper ini telah banyak dilakukan seperti yang 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 [10].
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 [11].

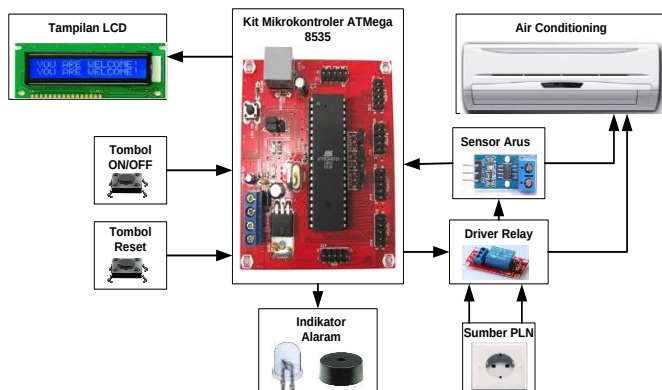
3. Zhou dkk (2007), yang dimuat pada jurnal *Energi and Buildings* yang berjudul *Energi simulation in the variable refrigerant flow air-conditioning system under cooling conditions*, melakukan penelitian dalam hal perbandingan pemakaian energi yang dihasilkan pada *air conditioning system* dengan 3 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* system [12].

Metode yang digunakan dalam paper ini adalah metode rancang bangun yang diawali dari perancangan perangkat keras yang mencakup: perancangan *driver* sensor arus, perancangan *driver relay* untuk *on/off AC*, perancangan sistem dengan menggunakan kontroler *ATMega 8535* untuk mengatur kerja dari keseluruhan sistem. Perancangan perangkat lunak berupa diagram alir sebagai algoritma dari kerja sistem secara keseluruhan. Dilanjutkan dengan tahapan pembuatan sistem baik pembuatan perangkat keras maupun pembuatan perangkat lunak. Kemudian dilakukan pengujian untuk mendapatkan data konsumsi energi listrik dari peralatan *air conditioning* pada settingan suhu 24°C dan 25°C.

## 2.1. Module Rancangan Penelitian

Perancangan sistem deteksi filter udara *air conditioning* meliputi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

Secara blok diagram, sistem deteksi filter udara *air conditioning* di tunjukan pada Gbr. 1.



Gambar 1. Blok diagram sistem deteksi filter udara *air conditioning*

Keterangan :

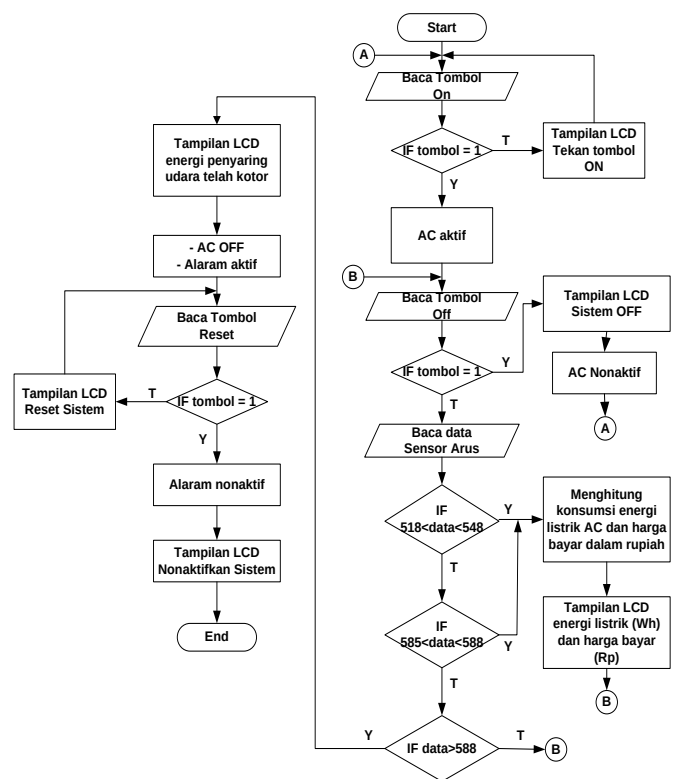
1. Kit mikrokontroler *ATMega 8535* berfungsi sebagai pengatur kerja keseluruhan sistem.
2. Tombol *on/off* berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan kerja sistem.
3. Tombol *reset*, berfungsi untuk mereset sistem pada saat terindikasi filter udara *air conditioning* telah kotor (ditandai dengan aktifnya indikator alarm).

4. Indikator alarm, berfungsi sebagai media informasi apabila filter udara *air conditioning* terindikasi telah kotor, melalui bunyi alarm dan led *blink*.
5. *Driver relay*, berfungsi sebagai penggerak untuk mengaktifkan dan menonaktifkan kerja *air conditioning*.
6. Sensor arus, berfungsi sebagai pemberi informasi ke mikrokontroler *ATMega 8535* sehubungan dengan besarnya arus yang dikonsumsi peralatan *air conditioning*.

Tampilan *LCD*, berfungsi sebagai media informasi keadaan filter udara dan besarnya konsumsi energi listrik peralatan *air conditioning*.

## 2.2. Flow Chart Sistem

Flow chart sistem deteksi filter udara *air conditioning* diperlihatkan pada Gbr. 2.



Gambar 2. Flow Chart Sistem.

Keterangan algoritma sistem sebagai berikut:

1. Tahap awal sistem akan membaca keadaan tombol *on* untuk mengaktifkan keseluruhan sistem.
2. Setelah sistem aktif, peralatan *air conditioning* akan diaktifkan melalui rangkaian *driver relay*.
3. Selanjutnya sistem akan membaca keadaan tombol *off* apakah ditekan atau tidak, jika ditekan, maka sistem akan menonaktifkan kerja *air conditioning*, kemudian sistem kembali ke tahap 1. Jika tombol *off* tidak ditekan, maka sistem menuju ke tahap selanjutnya.
4. Tahap selanjutnya, membaca data sensor arus melalui *ADC* kemudian membandingkannya dengan nilai *setpoint*.

Dari hasil pengujian seperti yang terlihat pada Tabel 1, konsumsi energi listrik selama 120 menit (2 jam) sebesar 590,95Wh, dengan harga bayar sebesar Rp. 357,52. Jika pengoperasian *air conditioning* dalam sehari selama 24 jam, maka konsumsi energi listriknya sebesar: 590,95Wh x 12 = 7091,4 Wh dengan harga bayar sebesar: (7091,4 Wh/1000) x Rp. 605 = Rp. 4290,3. Jika dalam sebulan pemakaian, maka konsumsi energi listriknya sebesar: 7091,4Wh x 30 hari = 212.742 Wh dengan harga bayar sebesar: (212.742 Wh/1000) x Rp. 605 = Rp. 128.708,91.

- 2) Pengujian pada settingan suhu  $25^{\circ}\text{C}$ , hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian Konsumsi Energi Listrik saat Filter Udara AC masih terindikasi bersih pada settingan suhu  $25^{\circ}\text{C}$

| Waktu (menit) | Energi listrik/jam (Wh) | Harga bayar (Rp) |
|---------------|-------------------------|------------------|
| 10            | 63,18                   | 38,22            |
| 20            | 126,36                  | 76,45            |
| 30            | 163,53                  | 98,94            |
| 40            | 189,55                  | 114,68           |
| 50            | 252,73                  | 152,90           |
| 60            | 308,48                  | 186,63           |
| 70            | 334,50                  | 202,37           |
| 80            | 379,90                  | 229,36           |
| 90            | 442,29                  | 267,58           |
| 100           | 479,45                  | 290,07           |
| 110           | 505,47                  | 305,81           |
| 120           | 568,65                  | 344,03           |

Dari hasil pengujian seperti yang terlihat pada Tabel 2, konsumsi energi listrik selama 120 menit (2 jam) sebesar 568,65Wh, dengan harga bayar sebesar Rp. 344,03. Jika pengoperasian *air conditioning* dalam sehari selama 24 jam, maka konsumsi energi listriknya sebesar:  $568,65\text{Wh} \times 12 = 6.823,8\text{ Wh}$  dengan harga bayar sebesar:  $(6.823,8\text{ Wh}/1000) \times \text{Rp. } 605 = \text{Rp. } 4.128,4$ . Jika dalam sebulan pemakaian, maka konsumsi energi listriknya sebesar:  $6.823,8\text{ Wh} \times 30\text{ hari} = 204.714\text{ Wh}$  dengan harga bayar sebesar:  $(204.714\text{ Wh}/1000) \times \text{Rp. } 605 = \text{Rp. } 123.851,97$ .

### 3.2. Pengujian Konsumsi Energi Listrik Dan Harga Bayar Saat Filter Udara Air Conditioning Terindikasi Kotor

Pengujian dilakukan saat filter udara *air conditioning* terindikasi kotor, dimana data konsumsi energi listrik untuk settingan suhu  $24^{\circ}\text{C}$  dan  $25^{\circ}\text{C}$  sama. Hal tersebut diakibatkan karena sirkulasi udara yang masuk melalui filter udara *air conditioning* telah terhalang oleh penumpukan debu, sehingga *air conditioning* tidak dapat mendeteksi berapa suhu ruang saat itu yang nantinya dibandingkan dengan nilai settingan suhu yang diatur, sehingga kompresor bekerja terus menerus. Hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 3.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, saat filter udara *air conditioning* telah terindikasi kotor, seperti yang terlihat pada Tabel III, konsumsi energi listrik selama 120 menit (2 jam) sebesar 806,29 Wh, dengan harga bayar sebesar Rp. 487,81. Jika pengoperasian *air conditioning* dalam sehari selama 24 jam, maka konsumsi energi listriknya sebesar:  $806,29\text{Wh} \times 12 = 9.675,48\text{ Wh}$  dengan harga bayar sebesar:  $(9.675,48\text{ Wh}/1000) \times \text{Rp. } 605 = \text{Rp. } 5.853,66$ . Jika dalam sebulan *air conditioning* belum dilakukan perawatan, maka konsumsi energi listriknya sebesar:  $9.675,48\text{ Wh} \times 30\text{ hari} = 290.264,4\text{ Wh}$  dengan harga bayar sebesar:  $(290.264,4\text{ Wh}/1000) \times \text{Rp. } 605 = \text{Rp. } 175.609,96$ .

Tabel 3. Hasil pengujian Konsumsi Energi Listrik saat Filter Udara AC telah terindikasi kotor pada settingan suhu  $24^{\circ}\text{C}$  dan  $25^{\circ}\text{C}$

| Waktu (menit) | Energi listrik/jam (Wh) | Harga bayar (Rp) |
|---------------|-------------------------|------------------|
| 10            | 63,18                   | 38,22            |
| 20            | 126,36                  | 76,45            |
| 30            | 189,55                  | 114,68           |
| 40            | 252,73                  | 152,90           |
| 50            | 315,92                  | 191,13           |
| 60            | 379,1                   | 229,36           |
| 70            | 442,77                  | 267,87           |
| 80            | 508,22                  | 307,47           |
| 90            | 577,16                  | 349,18           |
| 100           | 649,82                  | 393,14           |
| 110           | 726,20                  | 439,35           |
| 120           | 806,29                  | 487,81           |

### 3.3. Pengujian Sistem Deteksi Filter Udara Air Conditioning.

Pengujian dilakukan dengan cara menambahkan sistem deteksi filter udara yang dibuat ke peralatan *air conditioning* untuk mendeteksi apakah filter udara dari peralatan *air conditioning* masih terindikasi bersih ataukah telah terindikasi kotor. Saat filter udara peralatan *air conditioning* masih terindikasi bersih, maka sistem bekerja secara normal, seperti pada pengujian bagian A dengan data pengujian seperti yang di tunjukan pada Tabel 1 untuk settingan suhu  $24^{\circ}\text{C}$  dan pada Tabel 2 untuk settingan suhu  $25^{\circ}\text{C}$ . Sistem akan menonaktifkan kerja dari peralatan *air conditioning* dan mengaktifkan indikator alarm berupa bunyi *buzzer* dan *led* yang akan nyala secara *blink*, saat terindikasi filter udara peralatan *air conditioning* telah kotor melalui meningkatnya konsumsi arus listrik dari peralatan tersebut, akibat kerja kompresor yang lebih lama dari keadaan normal. Konsumsi arus listrik peralatan *air conditioning* dengan merek *TCL Titan Gold TAC-06CS* berkapasitas  $\frac{1}{2}$  PK saat dalam keadaan normal sebesar 0,7 Ampere saat hanya *indoor* yang aktif (kompresor dalam keadaan tidak aktif) dan 1,7 Ampere saat *indoor* dan *outdoor* (kompresor) aktif. Waktu normal kompresor aktif untuk mencapai suhu ruang sesuai dengan settingan suhu  $24^{\circ}\text{C}$  selama 25 menit, sedangkan untuk settingan suhu  $25^{\circ}\text{C}$  selama 23 menit. Table 4 menampilkan data hasil pengujian setelah ditambahkan sistem deteksi filter udara *air conditioning*.

Dari hasil pengujian seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4, terlihat bahwa data pengujian hanya sampai pada menit ke 80. Hal ini terjadi karena sistem deteksi filter udara akan menonaktifkan kerja peralatan *air conditioning* saat konsumsi arusnya telah mencapai 1,8Ampere. Peningkatan konsumsi arus dari peralatan *air conditioning* dikarenakan panas yang berlebih dari kompresor yang beroperasi lebih lama.



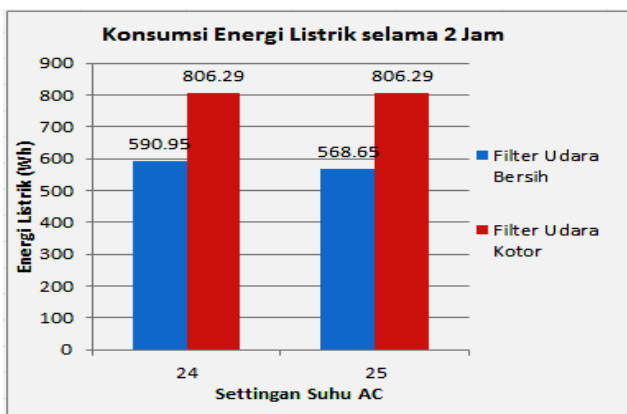
Tabel 4. Hasil pengujian konsumsi energi listrik dan harga bayar untuk filter udara telah terindikasi kotor saat telah ditambahkannya sistem kontrol

| Waktu (menit) | Energi listrik/jam (Wh) | Harga bayar (Rp) |
|---------------|-------------------------|------------------|
| 10            | 63,18                   | 38,22            |
| 20            | 126,36                  | 76,45            |
| 30            | 189,55                  | 114,68           |
| 40            | 252,73                  | 152,90           |
| 50            | 315,92                  | 191,13           |
| 60            | 379,1                   | 229,36           |
| 70            | 442,77                  | 267,87           |
| 80            | 508,22                  | 307,47           |

Dari hasil pengujian, terlihat bahwa saat filter udaranya terindikasi telah kotor, maka konsumsi energi listriknya sebesar 508,22Wh, dengan harga bayar sebesar Rp. 307,47. Jika pengoperasian *air conditioning* dalam sehari selama 24 jam, maka konsumsi energi listriknya sebesar:  $508,22 \text{ Wh} \times 12 = 6.098,64 \text{ Wh}$  dengan harga bayar sebesar:  $(6.098,64 \text{ Wh}/1000) \times \text{Rp. } 605 = \text{Rp. } 3.689,67$ . Jika dalam sebulan pemakaian, maka konsumsi energi listriknya sebesar:  $6.098,64 \text{ Wh} \times 30 \text{ hari} = 182.959,2 \text{ Wh}$  dengan harga bayar sebesar:  $(182.959,2 \text{ Wh} /1000) \times \text{Rp. } 605 = \text{Rp. } 110.690,3$ .

#### 3.4. Akumulasi Konsumsi Energi Listrik Saat Filter Udara Air Conditioning Terindikasi Bersih Dan Terindikasi Telah Kotor Pada Settingan Suhu 24°C Dan 25°C.

Akumulasi besarnya energi listrik selama 2 jam pemakaian dari peralatan *air conditioning*, saat filter udaranya masih dalam keadaan bersih dan saat telah kotor, pada settingan suhu 24°C dan 25°C diperlihatkan pada Gambar 4.



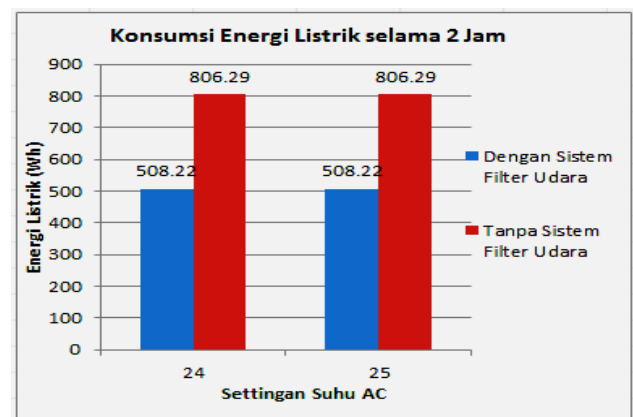
Gambar 4. Akumulasi konsumsi energi listrik saat filter udara *air conditioning* terindikasi bersih dan terindikasi telah kotor pada settingan suhu 24°C dan 25°C

Pada Gambar 4, terlihat bahwa konsumsi energi listrik selama 2 jam beroperasi saat filter udara masih terindikasi bersih, untuk settingan suhu 24°C sebesar 590,95 Wh dan untuk settingan suhu 25°C sebesar 568,65 Wh. Saat filter

udaranya terindikasi telah kotor, konsumsi energi listrik pada settingan suhu 24°C dan 25°C sebesar 806,29 Wh. Selisih konsumsi energi listrik peralatan *air conditioning* saat filter udaranya terindikasi bersih dan saat filter udaranya terindikasi telah kotor, pada settingan suhu 24°C sebesar 215,34 Wh, dan pada settingan suhu 25°C sebesar 237,64 Wh.

#### 3.5. Akumulasi Konsumsi Energi Listrik Saat Filter Udara Air Conditioning Telah Terindikasi Kotor Sebelum Dan Setelah Menambahkan Sistem Deteksi Filter Udara Pada Settingan Suhu 24°C Dan 25°C.

Akumulasi besarnya energi listrik selama 2 jam pemakaian dari peralatan *air conditioning*, saat filter udaranya telah terindikasi kotor sebelum dan setelah menambahkan sistem deteksi filter udara *air conditioning*, pada settingan suhu 24°C dan 25°C diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Akumulasi besarnya energi listrik peralatan *air conditioning*, saat filter udaranya telah terindikasi kotor sebelum dan setelah menambahkan sistem deteksi filter udara *air conditioning*, pada settingan suhu 24°C dan 25°C

Pada Gambar 5, terlihat bahwa selisih konsumsi energi listrik selama 2 jam beroperasi saat filter udara telah terindikasi kotor sebelum dan setelah ditambahkan sistem deteksi filter udara, untuk settingan suhu 24°C dan 25°C selisihnya sebesar 298,07Wh. Berdasarkan data tersebut, terjadi penghematan energi listrik sebesar 298,07 Wh saat filter udara dari peralatan *air conditioning* terindikasi telah kotor selama 2 jam beroperasi.

Jika peralatan *air conditioning* beroperasi selama 24 jam sehari, maka penghematan energi listriknya sebesar  $9.675,48 \text{ Wh} - 508,22 \text{ Wh} = 9.167,26 \text{ Wh}$ , dan penghematan dalam rupiah sebesar  $(9.167,26 \text{ Wh} /1000) \times 605 = \text{Rp. } 5.546,19$ .

## 4. KESIMPULAN

Sistem deteksi filter udara *air conditioning* dapat menonaktifkan kerja peralatan *air conditioning*, saat terindikasi filter udaranya telah kotor dan memberikan informasi kepada pengguna lewat indikator alarm dan

tampilan *LCD*, bahwa peralatan *air conditioning* perlu dilakukan perawatan. Dari hasil pengujian, didapat bahwa dengan menggunakan sistem deteksi filter udara *air conditioning* dapat menghemat energi listrik dari penggunaan peralatan *air conditioning* sebesar 9.167,26 Wh pada siklus kerja 24 jam sehari.

## 2. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Buntarto, "Service dan Reparasi AC", Graha Ilmu, Yogyakarta, 2009
- [2] Handoko J, "Merawat dan Memperbaiki AC", Kawan Pustaka, Jakarta, 2009.
- [3] Hidayat T, "Analisis Penghematan Listrik pada AC Split dengan Refrigeran Hidrokarbon disertai perbaikan faktor daya" *Jurnal Teknosain* Vol. 8, 2011.
- [4] Alan G. Smith, "Introduction To Arduino," Alan G. Smith, 2011.
- [5] 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.
- [6] Husnawati, Rossi Passarella, Sutarno dan Rendyansyah, "Perancangan dan Simulasi Energi Meter Digital Satu Fasa Menggunakan Sensor Arus ACS712", *JNTETI* Vol. 2. No. 4, November 2013.
- [7] Ilham, Amil Ahmad, and Ali Ramschie. "SISTEM MONITORING DAN KENDALI KERJA AIR CONDITIONING BERBASIS MIKROKONTROLLER ATmega 8535.", *Jurnal Ristek* Vol.2, No.1, Juni 2013.
- [8] Ali A.S. Ramschie, Johan Makal, Veny Ponggawa, "Algorithms Air Conditioning Air Filter Detection System For Electric Energy Savings", *International Journal of Computer Application (IJCA)*, Vol. 156 No. 8, 2016.
- [9] M. Mossolly, K. Ghali, N. Ghaddar, "Optimal Control Strategy For a Multy-Zone Air Conditioning System Using The Genetic Algorithm", *ELSEVIER* Vol. 34, Issue 1, page 58-66, 2009.
- [10] Chiou. C.B., Chu C.M. dan Lin, S.L. "The study of energisaving strategy for direct expansion air conditioning system" *Energi and Buildings* 40. 1660–1665, 2008.
- [11] Widell. K.N. dan Eikevik. T. "Reducing power consumption in multi -compressor refrigeration systems", *International Journal of Refrigeration* 33. 88-94, 2009.
- [12] 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.