

**TEKNIK AKUISISI DATA UNTUK SISTEM KENDALI DAN MONITORING  
KERJA AIR CONDITIONING PADA RUMAH CERDAS ENERGI**

***DATA ACQUISITION TECHNIQUE OF CONTROLLING AND  
MONITORING SYSTEM FOR THE WORKING AIR CONDITIONER  
IN AN ENERGY SMART HOUSE***

**ALI AKBAR STEVEN RAMSCHIE**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2013**

**TEKNIK AKUISISI DATA UNTUK SISTEM KONTROL DAN MONITORING  
KERJA *AIR CONDITIONING* PADA RUMAH CERDAS ENERGI.**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Elektro

Disusun dan diajukan oleh

**ALI AKBAR STEVEN RAMSCHIE**

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2013**

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ali Akbar Steven Ramschie

Nomor mahasiswa : P2700211445

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Agustus 2013

Yang menyatakan

Ali Akbar Steven Ramschie

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yesus Kristus yang adalah sumber segala ilmu dan pengetahuan, yang telah memberikan hikmat, tuntunan, penyertaan serta lindungan, selama penulis menyelesaikan studi di pasca sarjana UNHAS, sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan tesis ini. Meskipun dalam penyusunan tesis ini, banyak menghadapi berbagai macam hambatan, rintangan dan tantangan yang harus dilalui, tetapi berkat pertolongan Tuhan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga tesis ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dengan keterbatasan kemampuan yang ada sehingga penulisan jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak yang bertujuan kearah penyempurnaan tesis ini.

Selama proses penyelesaian tesis ini banyak ditunjang dengan bantuan tenaga, pemikiran baik moral maupun material dari banyak pihak. Oleh karena itu, sepantasnyalah bila pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan banyak-banyak terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Amil Ahmad Ilham,ST,MIT,Ph.D sebagai Ketua Komisi Penasehat dan bapak Dr.Eng.Syafaruddin,ST.M.Eng sebagai Anggota Komisi Penasehat atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan

mulai dari pembimbingan proposal penelitian, pelaksanaan penelitian sampai dengan penulisan hasil penelitian ini.

2. Bapak Prof.Dr.Ir.H.Salama Manjang, MT selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Teknik Elektro Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Dosen Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Informatika yang telah mendidik dan mengajarkan berbagai disiplin ilmu kepada penulis.
4. Orang tua serta kakak-kakak penulis yang telah menopang dalam Doa sehingga proses penulisan tesis ini dapat berjalan dengan baik dan tepat waktu.
5. Spesial buat Istri tercinta Barliantina Sukori, dan kedua buah hatiku Denada dan Oktaviane yang selalu mendoakan dan memberi motivasi dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Kepada rekan-rekan mahasiswa pascasarjana Teknik Informatika Universitas Hasanuddin angkatan 2011 yang telah banyak membantu dalam proses penyelesaian tesis ini

Dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga apa yang tertulis dalam tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Makassar, Agustus 2013

Ali Akbar Steven Ranschie

## ABSTRAK

**Ali Akbar Steven Ramschie.** Teknik akuisisi data untuk sistem kendali dan monitoring kerja air conditioning pada rumah cerdas energi (dibimbing oleh **Amil Ahmad Ilham,ST,MIT,Ph.D** dan **Dr.Eng. Syafaruddin, ST. M.Eng**)

Salah satu penyebab terjadinya pemborosan energi listrik pada penggunaan air conditioning adalah penyaring udara yang kotor. Dengan kondisi penyaring udara yang kotor, waktu aktif kompresor untuk mencapai suatu keadaan suhu tertentu menjadi lebih lama, sehingga dapat meningkatkan konsumsi energi listrik dari peralatan AC yang digunakan.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu prototipe sistem yang dapat mengukur peningkatan energi listrik peralatan AC sehubungan dengan penyaring udara AC . Selain itu prototipe ini bisa juga digunakan untuk menonaktifkan kerja AC jika terindikasi penyaring udaranya kotor, memberikan informasi sehubungan dengan kondisi penyaring udara AC, mengaktifkan alarm jika terindikasi penyaring udara AC kotor, pengaturan setingan suhu AC yang dibatasi pada 24°C sampai dengan 27°C. Prototipe dibangun dari mikrokontroler ATmega 8535.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada saat penyaring udara AC masih bersih, konsumsi energi listrik selama 2 jam terukur sebesar 590,95 Wh pada setingan suhu 24°C, 568,65 Wh pada setingan suhu 25°C, 546,35 Wh pada setingan suhu 26°C dan 535,26 Wh pada setingan suhu 27°C. Pada saat penyaring udara AC kotor, konsumsi energi listrik selama 2 jam terukur sebesar 709,51 Wh pada setingan suhu 24°C, 706,91 Wh pada setingan suhu 25°C, 700,41 Wh pada setingan suhu 26°C dan 695,43 Wh pada setingan suhu 27°C. Dengan menggunakan sistem yang dibuat, terjadi penghematan energi listrik sebesar: 99,57 Wh pada setingan suhu 24°C, 69,69 Wh pada setingan suhu 25°C, 28,99 Wh pada setingan suhu 26°C dan 8,77 Wh pada setingan suhu 27°C.

Kata kunci : control, monitoring, air conditioning

## ABSTRACT

**Ali Akbar Steven Ramschie.** Data Acquisition Technique of Controlling And Monitoring System For The Working Air Conditioner In An Energy Smart House (Under supervised by **Amil Ahmad Ilham,ST,MIT,Ph.D** and **Dr.Eng. Syafaruddin, ST.M.Eng**)

One factor that impact to inefficiency energy in the use of air conditioning is a dirty air filter. At a dirty air filter condition, active time compressor to achieve a certain temperature state becomes longer, thus increasing the electrical energy consumption of air-conditioning equipment.

In this research we develop a prototype system that can measure the increase in electric energy AC equipment. Besides, this prototype can be used for turn off the AC work if indicated dirty air filter, providing information with respect to the condition of the air conditioning filter, activate the alarm if indicated air filter is dirty, the air conditioning temperature setting is limited to 24°C up to 27°C. The prototype is design from a microcontroller ATmega 8535.

The results showed that when the air conditioning filter is clean, electrical energy consumption for 2 hour measured at 590.95 Wh for 24°C temperature settings, 568.65 Wh for 25°C temperature settings, temperature settings 546.35 Wh for 26°C and 535.26 Wh for 27°C temperature setting. By the time the air filter is dirty, the electrical energy consumption for 2 hour measured at 709.51 Wh for 24°C temperature settings, 706.91 Wh for 25°C temperature settings, 700.41 Wh for 26°C temperature settings and 695.43 Wh for 27°C temperature settings. By using the system are made, saving electricity occurs by: 99.57 Wh for 24°C temperature settings, 69.69 Wh for 25°C temperature settings, 28.99 Wh for 26°C temperature settings and 8.77 Wh for 27°C temperature settings.

Keywords: control, monitoring, air conditioning

**DAFTAR ISI**

PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	5
D. Manfaat Penelitian .....	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
F. Cakupan dan Batasan Masalah .....	6
1. Cakupan.....	6
2. Batasan Masalah.....	7
G. Sistematika Penulisan .....	8
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	10
A. Akuisisi Data .....	11
B. Sistem Informasi .....	13
C. Mikrokontroler ATmega 8535.....	14
D. Program Atmel AVR.....	18



E. LCD ( <i>Liquid Cristal Display</i> ) .....	21
F. Light Emiting Diode ( <i>LED</i> ) .....	24
G. Buzzer .....	25
H. Sensor Arus .....	26
I. <i>Remote Control</i> .....	29
J. <i>Driver Relay</i> .....	30
K. Penelitian Yang Terkait .....	32
III. METODE PENELITIAN .....	35
A. Waktu dan Lokasi Penelitian .....	35
B. Jenis Penelitian .....	35
C. Metode Penelitian .....	35
D. Tahapan Penelitian .....	39
E. Perancangan Sistem .....	41
IV. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....	64
A. Pengujian Perangkat Keras .....	64
1. Pengujian Rangkaian Sensor Arus .....	64
2. Pengujian ADC .....	74
3. Pengujian Rangkaian Driver Relay on/off AC .....	77
4. Pengujian Driver Alarm .....	78
5. Pengujian rangkaian <i>driver relay</i> untuk fungsi tombol suhu naik dan tombol suhu turun pada <i>remote control</i> ....	80
6. Pengujian rangkaian <i>driver</i> untuk fungsi tombol suhu naik dan tombol suhu turun pada system .....	82

B. Pengujian Fungsional Perangkat Lunak .....	84
1. Pengujian program untuk mengaktifkan system.....	85
2. Pengujian program untuk membaca tombol suhu naik...	89
3. Pengujian program untuk membaca tombol suhu turun..	90
4. Pengujian program untuk membaca keadaan tombol <i>off AC</i> .....	92
5. Pengujian program untuk pengecekan settingan suhu <i>AC</i> .....	93
6. Pengujian program untuk membaca data sensor arus melalui <i>ADC</i> .....	94
7. Pengujian program pada saat terindikasi bahwa <i>AC</i> perlu dilakukan perawatan.....	97
C. Pengujian Sistem .....	99
1. Pengujian sistem pada kondisi penyaring udara <i>air conditioning</i> masih dalam keadaan bersih .....	100
2. Pengujian sistem pada kondisi penyaring udara <i>air conditioning</i> dalam keadaan kotor .....	108
D. Diskusi.....	126
V. PENUTUP .....	132
1. Simpulan .....	132
2. Saran .....	133

Daftar Pustaka

Lampiran

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Blok diagram sistem akuisisi data .....	11
2. Proses akuisisi data menggunakan komputer .....	12
3. Konfigurasi pin <i>ATMega8535</i> .....	15
4. Skematik sistem minimum <i>ATmega 8535</i> .....	16
5. Modul <i>LCD</i> karakter 2x16 .....	22
6. Bentuk fisik komponen <i>LED</i> .....	24
7. <i>Buzzer</i> .....	26
8. IC sensor arus <i>ACS 712</i> .....	27
9. <i>Driver Relay</i> .....	31
10. Blok diagram metodologi penelitian.....	36
11. Blok diagram sistem .....	42
12. <i>Driver</i> sensor arus .....	43
13. <i>Driver relay</i> suplai kelistrikan <i>AC</i> .....	44
14. Blok diagram pengaturan settingan suhu <i>AC</i> .....	46
15. Blok diagram tombol <i>reset</i> , tombol <i>on-off</i> dan <i>driver on-off AC</i> .....	47
16. <i>Driver</i> alarm.....	48
17. Rangkaian catu daya.....	50
18. Flow Chart Diagram.....	51
19. Bagian mulai.....	52
20. Bagian keadaan tombol <i>on</i> .....	52

21.	Bagian pembacaan tombol suhu naik.....	53
22.	Bagian pembacaan tombol suhu turun .....	54
23.	Tombol <i>off system</i> .....	56
24.	Bagian pengecekan tombol suhu naik.....	56
25.	Bagian pengecekan tombol suhu turun .....	57
26.	Bagian membaca data sensor arus .....	58
27.	Bagian perawatan <i>AC</i> .....	60
28.	<i>IDE codevision AVR</i> .....	61
29.	Membuat <i>project</i> baru.....	61
30.	Tampilan <i>code wizard AVR</i> .....	62
31.	Tampilan pembuatan program .....	63
32.	Pengujian sensor arus.....	64
33.	Pengujian rangkaian <i>driver relay</i> untuk <i>on/off AC</i> .....	77
34.	Pengujian rangkaian <i>driver alarm</i> .....	79
35.	Pengujian rangkaian <i>driver relay</i> untuk fungsi tombol suhu naik dan tombol suhu turun pada <i>remote control</i> .....	81
36.	Pengujian rangkaian <i>driver</i> untuk fungsi tombol suhu naik dan tombol suhu turun pada sistem.....	83
37.	Tampilan informasi untuk penekanan tombol on .....	86
38.	Memperlihatkan informasi setelah penekanan tombol <i>on</i> .....	86
39.	Tampilan settingan suhu <i>AC remote control</i> pada saat tombol suhu naik ditekan.....	90
40.	Tampilan settingan suhu <i>AC remote control</i> pada saat	

tombol suhu turun ditekan .....	91
41. Tampilan pada saat tombol <i>off</i> ditekan.....	93
42. Tampilan hasil pengujian program pada saat kompresor <i>off</i> ..	96
43. Tampilan hasil pengujian program pada saat kompresor on dan penyaring udaranya belum kotor .....	97
44. Tampilan pengujian program pada saat AC perlu dilakukan perawatan.....	98
45. Besarnya energi listrik dalam 2 jam untuk penyaring udara AC masih bersih pada settingan suhu 24°C .....	101
46. Besarnya pembayaran listrik selama 2 jam untuk penyaring udara AC masih bersih pada suhu 24°C .....	101
47. Besarnya energi listrik dalam 2 jam untuk penyaring udara AC masih bersih pada settingan suhu 25°C .....	103
48. Besarnya pembayaran listrik selama 2 jam untuk penyaring udara AC masih bersih pada suhu 25°C .....	103
49. Besarnya energi listrik dalam 2 jam untuk penyaring udara AC masih bersih pada settingan suhu 26°C .....	105
50. Besarnya pembayaran listrik selama 2 jam untuk penyaring udara AC masih bersih pada suhu 26°C .....	105
51. Besarnya energi listrik dalam 2 jam untuk penyaring udara AC masih bersih pada settingan suhu 27°C .....	107
52. Besarnya pembayaran listrik selama 2 jam untuk penyaring udara AC masih bersih pada suhu 27°C.....	107

53. Besarnya energi listrik dalam 2 jam untuk penyaring udara  
AC telah kotor pada setingan suhu  $24^{\circ}\text{C}$ ..... 109
54. Besarnya pembayaran listrik selama 2 jam untuk penyaring  
udara AC telah kotor pada suhu  $24^{\circ}\text{C}$  ..... 109
55. Besarnya energi listrik dalam 2 jam untuk penyaring udara  
AC telah kotor pada setingan suhu  $25^{\circ}\text{C}$ ..... 111
56. Besarnya pembayaran listrik selama 2 jam untuk penyaring  
udara AC telah kotor pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$  ..... 111
57. Besarnya energi listrik dalam 2 jam untuk penyaring udara  
AC telah kotor pada setingan suhu  $26^{\circ}\text{C}$ ..... 113
58. Besarnya pembayaran listrik selama 2 jam untuk penyaring  
udara AC telah kotor pada suhu  $26^{\circ}\text{C}$  ..... 113
59. Besarnya energi listrik dalam 2 jam untuk penyaring udara  
AC telah kotor pada setingan suhu  $27^{\circ}\text{C}$ ..... 115
60. Besarnya pembayaran listrik selama 2 jam untuk penyaring  
udara AC telah kotor pada suhu  $27^{\circ}\text{C}$  ..... 115
61. Akumulasi energi listrik untuk kondisi penyaring udara AC..... 116

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Pengujian sensor arus.....	65
2. Data <i>ADC</i> .....	74
3. Data pengujian <i>driver relay</i> untuk <i>on/off AC</i> .....	77
4. Data pengujian <i>driver alarm</i> .....	79
5. Data pengujian <i>driver relay</i> untuk fungsi tombol suhu naik dan tombol suhu turun pada <i>remote control</i> .....	81
6. Data pengujian <i>driver</i> untuk fungsi tombol suhu naik dan tombol suhu turun pada sistem .....	83
7. Hasil pengujian keadaan <i>driver relay</i> suplai kelistrikan <i>AC</i> , keadaan <i>alarm</i> , keadaan tombol suhu naik dan keadaan tombol suhu turun .....	88
8. Hasil pengujian Keadaan sistem untuk fungsi dari <i>remote</i> <i>control</i> , pengaktifan <i>AC</i> dan settingan awal suhu <i>AC</i> pada 24°C	89
9. Hasil pengujian program pada saat tombol suhu naik ditekan ....	90
10. Hasil pengujian program pada saat tombol suhu turun ditekan...	91
11. Hasil pengujian program pada saat tombol off <i>AC</i> ditekan.....	92
12. Hasil pengujian program untuk pengecekan settingan suhu <i>AC</i> .....	94
13. Hasil pengujian penyaring udara <i>AC</i> masih bersih pada settingan suhu 24°C .....	100

14.	Hasil pengujian penyaring udara AC masih bersih pada settingan suhu 25°C .....	102
15.	Hasil pengujian penyaring udara AC masih bersih pada settingan suhu 26°C .....	104
16.	Hasil pengujian penyaring udara AC masih bersih pada settingan suhu 27°C .....	106
17.	Hasil pengujian penyaring udara AC telah kotor pada settingan suhu 24°C .....	108
18.	Hasil pengujian penyaring udara AC telah kotor pada settingan suhu 25°C .....	110
19.	Hasil pengujian penyaring udara AC telah kotor pada settingan suhu 26°C .....	112
20.	Hasil pengujian penyaring udara AC telah kotor pada settingan suhu 27°C .....	114
21.	Hasil perhitungan besarnya energi listrik dan harga bayar dari pemakaian AC saat penyaring udara bersih.....	118
22.	Hasil perhitungan besarnya energi listrik dan harga bayar pemakaian AC saat penyaring udara kotor .....	120



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Nomor</b>	<b>Halaman</b>
1. Gambar sistem .....	137
2. Data pengukuran .....	138
3. Pengujian sistem .....	139
4. Data pengukuran energi listrik selama 2 jam untuk settingan suhu 24°C pada saat penyaring udara AC bersih .....	142
5. Data pengukuran energi listrik selama 2 jam untuk settingan suhu 25°C pada saat penyaring udara AC bersih.....	143
6. Data pengukuran energi listrik selama 2 jam untuk settingan suhu 26°C pada saat penyaring udara AC bersih.....	144
7. Data pengukuran energi listrik selama 2 jam untuk settingan suhu 27°C pada saat penyaring udara AC bersih.....	145
8. Data pengukuran energi listrik selama 2 jam untuk settingan suhu 24°C pada saat penyaring udara AC kotor.....	146
9. Data pengukuran energi listrik selama 2 jam untuk settingan suhu 25°C pada saat penyaring udara AC kotor.....	147
10. Data pengukuran energi listrik selama 2 jam untuk settingan suhu 26°C pada saat penyaring udara AC kotor .....	148
11. Data pengukuran energi listrik selama 2 jam untuk settingan suhu 27°C pada saat penyaring udara AC kotor .....	149
12. Coding program .....	150

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Sistem rumah cerdas adalah sebuah sistem dengan bantuan teknologi yang dapat membantu penggunaannya untuk mendapatkan rasa nyaman, aman dan dapat menghemat pemakaian energi listrik. Sistem ini bisa saja secara otomatis dan terprogram melalui komputer atau alat canggih lainnya. yang digunakan pada gedung atau rumah tinggal. Sistem rumah cerdas dapat digunakan untuk pengontrolan hampir semua perlengkapan dan peralatan di rumah, mulai dari pengaturan kerja AC hingga ke berbagai alat-alat rumah tangga yang perintahnya dapat dilakukan dengan menggunakan sensor sebagai pendeteksi.

Pemerintah melalui Dirjen Kelistrikan Kementerian ESDM mengatakan bahwa temperatur AC gedung pemerintah wajib disetel 24°C guna proses penghematan listrik. Disamping itu menurut 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 mengatakan bahwa apabila menggunakan AC dilakukan dengan cara mengatur suhu dan kelembaban relatif sesuai Standar Nasional Indonesia yaitu untuk ruang kerja suhu berkisar antara 24°C hingga 27°C dengan kelembaban udara antara 55% sampai dengan 65%,

dan untuk lobi dan koridor suhu berkisar antara 27°C hingga 30°C dengan kelembaban udara antara 50% sampai dengan 70% (peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI No. 13 tahun 2012). Dengan demikian, terdapat beberapa usaha yang dilakukan oleh pengguna AC baik berskala rumah tangga, ataupun perkantoran untuk mendukung usaha pemerintah tersebut diantaranya dengan cara memilih AC hemat energi.

Beberapa perusahaan besar yang bergerak di bidang *air conditioning* telah mengeluarkan produk-produk mereka sehubungan dengan penghematan energi listrik seperti :

#### 1. Perusahaan LG

Perusahaan LG telah mengeluarkan AC terbaru mereka yaitu LG Terminator ½ PK dengan model S05ICE-X, dimana AC ini dilengkapi dengan fitur-fitur *Auto Clean, 4 way Auto Swing, Jet Cool, Gold Fin Anti Corrosin, Energi Saving, Ionizer, 24 hours ON/OFF Timer* (Timer ini dapat dioperasikan melalui remote untuk meng-ON/OFF-kan AC), *Triple Filter* dengan mengkonsumsi energi listrik sebesar 500 Watt pada saat proses awal operasi dan 350 Watt saat proses pendinginan berlangsung (manual book LG S05ICE-X).

#### 2. Perusahaan Panasonic

Perusahaan Panasonic mengeluarkan produk AC terbaru mereka dengan model CS-PC9NKJ berkapasitas 1 PK. Fitur-fitur yang ada di AC ini yaitu *Timer ON/OFF 24 jam* (timer ini dapat dioperasikan melalui

*remote* untuk meng-ON/OFF kan AC), *Eco Smart*, dengan mengkonsumsi energi listrik sebesar 840 Watt (manual book panasonic CS-PC9NKJ).

### 3. Perusahaan Sharp

Perusahaan Sharp telah mengeluarkan produk terbaru mereka berupa AC hemat energi, misalnya Sharp Sayonara Panas V dimana AC yang hadir dalam dua seri yaitu seri MHL dan seri MSL. Seri MHL terdiri dari 0,5 PK (AH-AP5MHL), 1 PK (AH-AP9MHL), 0,75 PK (AH-AP7MHL), 1,5 PK (AH-AP12MHL), dan 2 PK (AH-AP18MHL). Sedangkan untuk seri MSL, terdiri dari 0,5 PK (AH-AP5MSL), 0,75 PK (AH-AP7MSL), dan 1 PK (AH-AP9MSL). Keunggulan dari Sayonara Panas V adalah hemat energi atau *Low Wattage* Sistem dengan hanya mengkonsumsi listrik 330 Watt saja untuk kapasitas 0,5 PK, 540 Wataa untuk 0,75 PK, 690 Watt untuk 1 PK, dan 970 Watt untuk 1,5 PK. Kelebihan lainnya adalah AC tetap beroperasi dingin walaupun tegangan tidak stabil dan turun sampai dengan 160 Volt. Sayonara Panas V juga dikengkapi dengan fitur *Filter Sign*, dimana fitur ini merupakan sensor yang memberikan tanda untuk membersihkan filter yang terdapat pada AC (*counter sensor 200 hours*) ([www.sharp-indonesia.com](http://www.sharp-indonesia.com)).

Dari uraian mengenai AC terbaru yang dikeluarkan oleh beberapa perusahaan, hanya perusahaan Sharp yang mengeluarkan produk mereka sehubungan dengan proses perawatan AC jika penyaring udaranya telah kotor, dimana indikasi yang menunjukkan hal tersebut

adalah pada saat sensor *counter* menghitung waktu pemakaian AC telah mencapai 200 jam. Permasalahan yang timbul disini yaitu jika penyaring udara dari AC tersebut telah kotor sebelum mencapai waktu yang ditentukan yaitu selama 200 jam, pasti akan terjadi pemborosan energi listrik akibat dari permasalahan tersebut, karena jika penyaring udaranya kotor, maka konsumsi energi listrik akan bertambah karena waktu aktif kompresor yang lama.

Untuk mengatasi hal tersebut, perlu ditambahkan suatu sistem kendali dan monitoring pada peralatan *air conditioning* itu sendiri tanpa merubah sistem yang ada dalam hal memonitoring kerja *air conditioning* sehubungan dengan penyaring udaranya apakah masih bersih atau telah kotor sehingga perlu dilakukan perawatan, memonitoring pemakaian energi listrik *air conditioning* dan besarnya rupiah yang harus di bayar, Membatasi settingan suhu *air conditioning* pada kisaran 24°C sampai dengan 27°C serta Menonaktifkan kerja *air conditioning* dan mengaktifkan *alarm* pada saat terindikasi perlu dilakukan perawatan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, penulis merumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana membuat suatu sistem kendali dan monitoring otomatis yang dapat:

1. Memonitoring kerja *air conditioning* sehubungan dengan penyaring udaranya apakah masih bersih atau telah kotor sehingga perlu dilakukan perawatan.
2. Memonitoring pemakaian energi listrik *air conditioning* dan besarnya rupiah yang harus di bayar pada settingan suhu 24°C sampai dengan 27°C.
3. Membatasi settingan suhu *air conditioning* pada kisaran 24°C sampai dengan 27°C.
4. Menonaktifkan kerja *air conditioning* dan mengaktifkan *alarm* pada saat terindikasi perlu dilakukan perawatan.

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat suatu sistem kendali dan monitoring otomatis yang dapat:

1. Memonitoring kerja *air conditioning* sehubungan dengan penyaring udaranya apakah masih bersih atau telah kotor sehingga perlu dilakukan perawatan.
2. Memonitoring pemakaian energi listrik *air conditioning* dan besarnya rupiah yang harus di bayar pada settingan suhu 24°C sampai dengan 27°C.
3. Membatasi settingan suhu *air conditioning* pada kisaran 24°C sampai dengan 27°C.

4. Menonaktifkan kerja *air conditioning* dan mengaktifkan *alarm* pada saat terindikasi perlu dilakukan perawatan.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk hal-hal sebagai berikut:

1. Bagi pemakai, memudahkan pemakai dalam mengontrol penggunaan energi listrik yang efisien pada AC sehingga bisa diperoleh penghematan energi listrik.
2. Bagi perkembangan IPTEK, sebagai bahan masukan khususnya dalam Informatika dan disiplin ilmu kendali dalam hal bidang perancangan *smart device*.
3. Bagi Penulis, sebagai bahan pembelajaran dalam bidang perancangan sistem khususnya dalam proses pengontrolan kerja AC .

#### **E. Ruang Lingkup Penelitian**

Teori-teori yang digunakan oleh penulis dalam pengembangan aplikasi adalah teori-teori yang berhubungan dengan pengembangan *Teknik Akuisisi Data Untuk Sistem Kendali Dan Monitoring Kerja Air Conditioning Pada Rumah Cerdas Energi* berbasis mikrokontroler.

## F. Cakupan Dan Batasan Masalah

Berikut ini merupakan cakupan dan pembatasan masalah yang terdapat pada *Teknik Akuisisi Data Untuk Sistem Kendali Dan Monitoring Kerja Air Conditioning Pada Rumah Cerdas Energi*.

### 1. Cakupan

Adapun cakupan pada penulisan ini yaitu:

- a. Dapat menampilkan informasi sehubungan dengan kondisi dari *air conditioning* apakah masih berada dalam keadaan baik atau perlu dilakukan perawatan.
- b. Dapat meng-*off*-kan kerja *air conditioning* pada saat terdeteksi bahwa perlu dilakukan proses perawatan, serta dapat mengatur settingan suhu berada pada kisaran suhu 24°C sampai dengan 27°C.
- c. Dapat menampilkan informasi pemakaian AC dalam rupiah.
- d. Peralatan kendali menggunakan mikrokontroler *ATmega8535* dengan bahasa C sebagai bahasa pemrograman.

### 2. Batasan Masalah

Untuk lebih fokusnya pelaksanaan penelitian ini, maka permasalahan yang hendak diteliti hanya dibatasi pada:

- a. Mengacu pada peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI No. 13 tahun 2012 tentang penghematan pemakaian energi listrik khususnya pada Pasal 4 Ayat 2a poin 6, maka settingan suhu air conditioning pada penelitian ini berkisar antara 24°C hingga 27°C.



- b. Proses penampilan informasi sehubungan dengan kondisi dari peralatan *air conditioning* yaitu melalui tampilan *LCD*. Informasi yang ditampilkan yaitu informasi mengenai keadaannya apakah perlu dirawat atau tidak serta informasi pemakaian energi listrik *AC* dalam *Watt hours* dan dalam rupiah.
- c. Dapat memberikan informasi kepada pemakai *air conditioning* lewat indikator LED dan *buzzer* yang difungsikan sebagai *alarm*.
- d. Meng-off-kan kerja *air conditioning* pada saat terindikasi bahwa perlu dilakukan perawatan.
- e. Dapat mengatur settingan suhu *air conditioning* pada kisaran 24°C sampai dengan 27°C.

### **G. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tesis ini adalah sebagai berikut :

- BAB I Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, cakupan dan batasan masalah dan sistematika penulisan.
- BAB II Dijelaskan mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pembuatan tesis ini. Adapun teori tersebut mencakup: akuisisi data, sistem informasi, mikrokontroler, pemograman AVR, LCD, LED, *buzzer*, sensor arus, *remote control* dan *driver relay*.

- BAB III Menjelaskan mengenai tahap–tahap perancangan dan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak pengendali yang digunakan serta parameter pendukung sistem rancangan.
- BAB IV Bab ini membahas mengenai pengujian alat yang dilakukan dengan menganalisa alur kerja sistem rancangan.
- BAB V Berisi tentang kesimpulan dari pembahasan bab–bab sebelumnya serta saran–saran yang diharapkan dapat memberikan pengembangan dan penyempurnaan tesis ini.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan energi listrik di perkantoran dan rumah tinggal haruslah dilakukan seoptimal mungkin agar supaya tidak terjadi pemborosan energi listrik. Pemborosan energi listrik acap kali diakibatkan dari pengoperasian peralatan listrik secara berlebihan dan tak terkontrol.

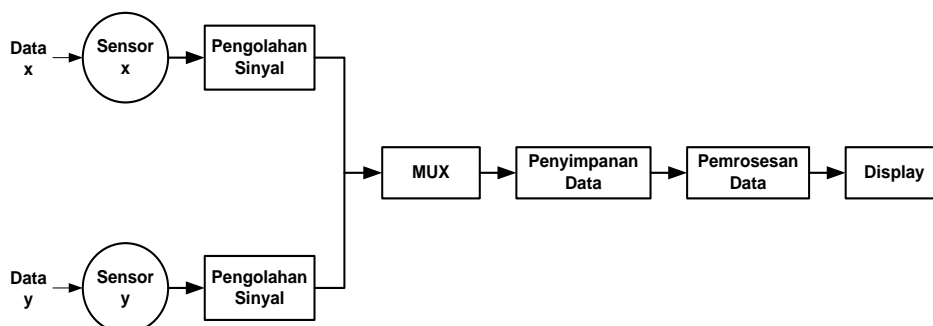
Penggunaan *air conditioning* sebagai media untuk menyejukan ruangan telah menjadi salah satu kebutuhan baik di perkantoran maupun di rumah-rumah tinggal. Konsumsi energi listrik dari *air conditioning* tersebut perlu diperhatikan agar supaya tidak terjadi pemborosan energi listrik.

Salah satu penyebab pemborosan energi listrik yang diakibatkan penggunaan *air conditioning* adalah pada saat penyaring udaranya telah kotor, di mana pada saat penyaring udaranya telah kotor, maka asupan arus listriknya akan bertambah. Untuk mengatasi hal tersebut, maka pada *air conditioning* tersebut perlu ditambahkan suatu sistem yang dapat mengontrol kerja dari *air conditioning*, serta dapat memberikan informasi sehubungan dengan proses perawatan dari *air conditioning* tersebut.

## A. Akuisisi Data

*Sistem* akuisisi data dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Jenis serta metode yang dipilih pada umumnya bertujuan untuk menyederhanakan setiap langkah yang dilaksanakan pada keseluruhan proses.

Suatu sistem akuisisi data pada umumnya dibentuk sedemikian rupa sehingga sistem tersebut berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyimpan data dalam bentuk data yang telah siap untuk diproses lebih lanjut. Gambar 1 menunjukkan diagram blok sistem akuisisi data.



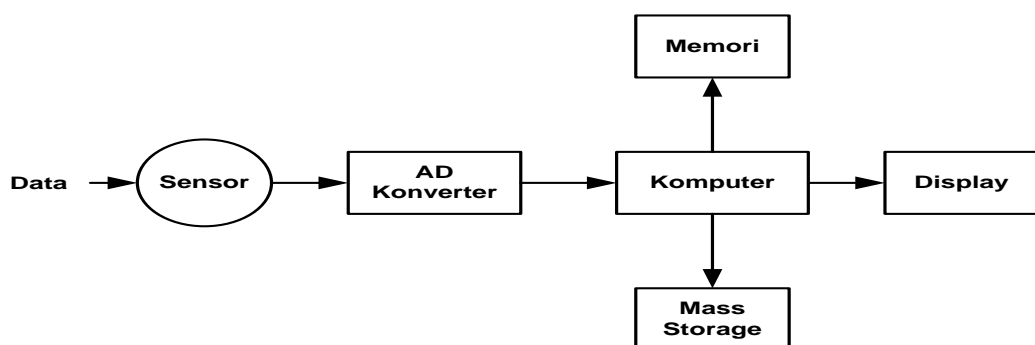
**Gambar 1.** Blok diagram sistem akuisisi data

Keterangan Gambar 1 :

1. Bagian sensor x dan sensor y berfungsi untuk membaca data input baik data analog maupun data digital.
2. Bagian pengolahan sinyal berfungsi untuk mengolah sinyal yang dihasilkan oleh sensor.

3. Hasil pengolahan sinyal tersebut masuk ke bagian MUX yang berfungsi sebagai saklar untuk memilih sinyal mana yang akan di ambil.
4. Bagian penyimpanan data berfungsi untuk menyimpan data dari sensor x dan sensor y.
5. Bagian pemrosesan data berfungsi sebagai tempat pemrosesan data yang telah tersimpan sebelumnya pada bagian penyimpanan data, di mana data yang akan diolah adalah data sensor x dan sensor y.
6. Bagian *display* merupakan bagian yang berfungsi untuk menampilkan data atau informasi sehubungan dengan data sensor.

Sistem akuisisi data berkembang pesat sejalan dengan kemajuan dibidang teknologi digital dan komputer. Kini, akuisisi data menkonversikan besaran fisis data source ke bentuk sinyal digital dan diolah oleh suatu komputer. Pengolahan dan pengontrolan proses oleh komputer memungkinkan penerapan akuisisi data dengan software. Software memberikan harapan proses akuisisi data bisa divariasikan dengan mudah sesuai kebutuhan . Gambar 2 menunjukkan proses akuisisi data menggunakan komputer (Rahmat S, 1999).



**Gambar 2.** Proses akuisisi data menggunakan komputer.

Keterangan Gambar 2 :

1. Bagian sensor berfungsi untuk membaca data input analog.
2. Bagian AD konverter berfungsi untuk mengkonversi data analog yang dihasilkan oleh sensor ke bentuk data digital.
3. Bagian komputer berfungsi sebagai tempat pemrosesan data, di mana data yang akan diproses adalah data yang telah dikonversi oleh bagian AD konverter.
4. Bagian *mass storage* merupakan bagian yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan program aplikasi untuk mengoperasikan kerja komputer.
5. Bagian memori berfungsi sebagai tempat penyimpanan data yang telah diproses oleh komputer, di mana datanya berhubungan dengan data sensor.
6. Bagian *display* merupakan bagian yang berfungsi untuk menampilkan data atau informasi sehubungan dengan data sensor.

Pada tesis ini teknik akuisisi data dilakukan terhadap pembacaan data sensor arus melalui rangkaian *ADC* yang telah terintegrasi dengan mikrokontroler *ATmega8535* melalui rangkaian sensor arus.

## **B. Sistem Informasi**

Sistem Informasi (SI) dapat didefinisikan sebagai kumpulan elemen yang saling berhubungan satu sama lain yang membentuk satu kesatuan untuk mengintegrasikan data, memproses dan menyimpan serta mendistribusikan informasi. Dengan kata lain SI merupakan kesatuan

elemen-elemen yang saling berinteraksi secara sistematis dan teratur untuk menciptakan dan membentuk aliran informasi yang akan mendukung pembuatan keputusan dan melakukan kontrol terhadap jalannya informasi (Oetomo, 2006).

Sistem informasi yang dimaksudkan pada penelitian ini adalah berupa pemberitahuan atau pengumuman melalui informasi tulisan melalui tampilan *LCD*, Informasi nyala *LED* secara blink dan informasi melalui *buzzer* yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang sudah terprogram.

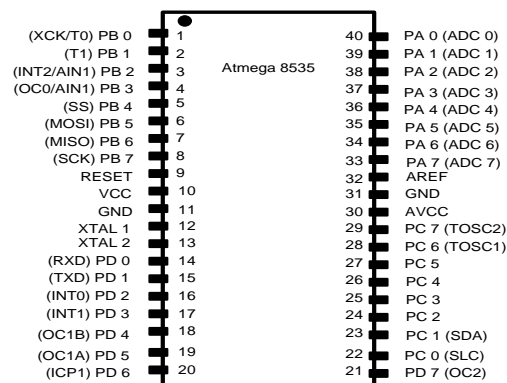
### **C. Mikrokontroler AVR ATmega 8535**

Mikrokontroler adalah pusat kerja dari suatu sistem elektronika seperti halnya mikroprosesor sebagai otak komputer. Adapun nilai plus bagi mikrokontroler adalah terdapatnya memori dan port *input/output* dalam suatu kemasan *IC* yang kompak. Kemampuannya yang programmable, fitur yang lengkap seperti *ADC internal*, *EEPROM internal*, *port I/O*.

Mikrokontroler *AVR* memiliki arsitektur *RISC* 8 bit, di mana semua instruksi dikemas dalam kode *16-bit (16-bits word)* dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock, berbeda dengan instruksi *MCS51* yang membutuhkan 12 siklus *clock*. Hal ini terjadi karena perbedaan arsitektur yang dipakai. *AVR* menggunakan arsitektur *RISC (Reduced Instruction Set Computing)* sedangkan *MCS51* menggunakan arsitektur *CISC (Complex Instruction Set Computing)* (Didik Wiyono 2007).

Untuk itu pada tesis ini penulis menggunakan mikrokontroler AVR *ATmega8535* karena pada mikrokontroler ini telah terintegrasi rangkaian *ADC* pada *port A* yang nantinya digunakan untuk membaca data sensor arus. Selain itu kontroler ini juga menyediakan sebuah *port*, yaitu *port C* yang dapat dihubungkan langsung ke *LCD* yang berfungsi untuk menampilkan informasi. Untuk komunikasi dengan rangkaian *I/O*, *port* yang dapat digunakan yaitu *port B* dan *port D*.

Konfigurasi *pin* yang ada pada *ATMega8535* dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Konfigurasi pin *ATMega8535*.

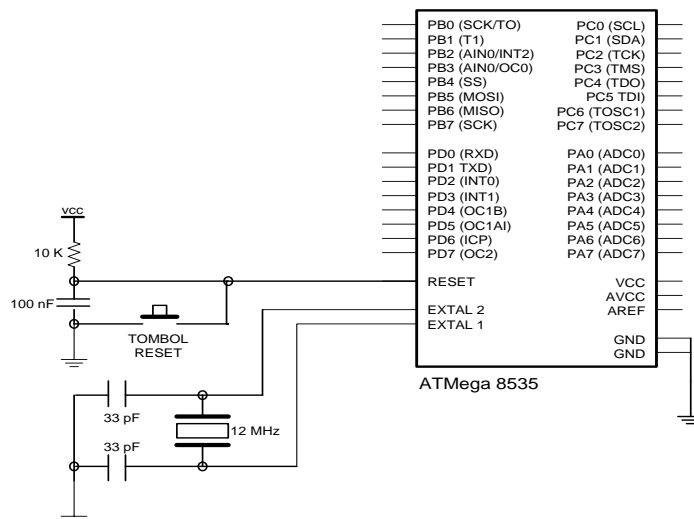
Dari Gambar diatas dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin *ATMega8535*, sebagai berikut:

1. *VCC* merupakan *pin* yang berfungsi sebagai *pin* masukan catu daya.
2. *GND* merupakan *Pin Ground*.
3. *Port A (PA0...PA7)* merupakan *pin I/O* dan *pin* masukan *ADC*. Setiap pinnya menyediakan internal *pull up* resistor yang dapat diatur per *bit*. Outputnya dapat menyalakan *LED* secara langsung.



4. *Port B (PB0...PB7)* merupakan *pin I/O* dan *pin* yang mempunyai fungsi khusus yaitu *Timer/Counter*, komparator *Analog* dan *SPI*.
5. *Port C (PC0...PC7)* merupakan *port I/O* dan *pin* yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator *analog* dan *Timer Oscillator*.
6. *Port D (PD0...PD7)* merupakan *port I/O* dan *pin* fungsi khusus yaitu komparator *analog* dan *interrupt* eksternal serta komunikasi serial.
7. *RESET* merupakan *pin* yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.
8. *XTAL1* dan *XTAL2* merupakan *pin* masukan *clock* eksternal.
9. *AVCC* merupakan *pin* masukan untuk tegangan *ADC*.
10. *AREF* merupakan *pin* masukan tegangan referensi untuk *ADC*.

Adapun Skematik sistem minimum dari *AVR ATmega 8535* versi *DIP (Dual Inline Package) 40 pin* disajikan pada Gambar 4 (Lingga. 2006)



**Gambar 4.** Skematik sistem minimum *ATmega 8535*.

Berdasarkan skematik dari *ATmega 8535* tersebut, maka dimanfaatkan *port - port* yang ada seperti :

### 1. Port A

- a. Port A0, dimanfaatkan sebagai input ADC.

### 2. Port B

- a. Port B0, dimanfaatkan sebagai *output* untuk mengaktifkan *supply* listrik ke AC.
- b. Port B1, dimanfaatkan sebagai *output* untuk mengaktifkan tombol *on - off* pada *remote control*.
- c. Port B2, dimanfaatkan sebagai *output* untuk mengaktifkan alarm.
- d. Port B3, dimanfaatkan sebagai *output* untuk mengaktifkan maupun menonaktifkan *supply* listrik ke *remote control*.
- e. Port B4, dimanfaatkan sebagai *output* untuk mengaktifkan maupun menonaktifkan tombol suhu naik.
- f. Port B5, dimanfaatkan sebagai *output* untuk mengaktifkan maupun menonaktifkan tombol suhu turun.
- g. Port B6, dimanfaatkan sebagai *output* untuk mengaktifkan maupun menonaktifkan tombol suhu naik pada *remote control*.
- h. Port B7, dimanfaatkan sebagai *output* untuk mengaktifkan maupun menonaktifkan tombol suhu turun pada *remote control*.

### 3. Port C

Port C dimanfaatkan sebagai *output* ke LCD sebagai tampilan, di mana :

- a. Port C0, dihubungkan ke jalur *RS (command atau data)* pada LCD.
- b. Port C1, dihubungkan ke jalur *RW (read atau write)* pada LCD.
- c. Port C2, dihubungkan ke jalur *E (enable)* pada LCD.

- d. *Port C4*, dihubungkan ke jalur *D4 (display data)* pada *LCD*.
- e. *Port C5*, dihubungkan ke jalur *D5 (display data)* pada *LCD*.
- f. *Port C6*, dihubungkan ke jalur *D6 (display data)* pada *LCD*.
- g. *Port C7*, dihubungkan ke jalur *D7 (display data)* pada *LCD*.

#### 4. *Port D*

- a. *Port D0*, dimanfaatkan sebagai *Input* dari tombol *reset*.
- b. *Port D1*, dimanfaatkan sebagai *input* dari tombol *on* atau *off AC*.
- c. *Port D2*, dimanfaatkan sebagai tombol *input* untuk pengaturan suhu naik.
- d. *Port D3*, difungsikan sebagai *input* untuk pengaturan suhu turun.

### **D. Pemrograman Atmel AVR**

*Code vision AVR* merupakan sebuah *cross-compiler C*, *Integrated Development Environment (IDE)*, dan *Automatic Program Generator* yang didesain untuk mikrokontroler buatan *Atmel* seri *AVR*. *Code vision AVR* dapat dijalankan pada sistem operasi *Windows 95, 98, Me, NT4, 2000*, dan *XP*.

*Cross - compiler C* mampu menerjemahkan hampir semua perintah dari bahasa *ANSI C*, sejauh yang diijinkan oleh arsitektur dari *AVR*, dengan tambahan beberapa fitur untuk mengambil kelebihan khusus dari arsitektur *AVR* dan kebutuhan pada sistem *embedded*.

*File object COFF* hasil kompilasi dapat digunakan untuk keperluan *debugging* pada tingkatan *C*, dengan pengamatan *variabel*, menggunakan *debugger Atmel AVR Studio*.

*IDE* mempunyai fasilitas internal berupa *software AVR Chip In-System Programmer* yang memungkinkan untuk melakukan transfer program kedalam *chip* mikrokontroler setelah sukses melakukan kompilasi secara otomatis. *Software In-System Programmer* didesain untuk bekerja dengan Atmel *STK500/AVRISP/AVRProg*, Kanda Systems *STK200+/300*, Dontronics *DT006*, Vogel Elektronik *VTEC-ISP*, Futurlec *JRAVR* dan *MicroTronics ATCPU/Mega2000 programmers/development boards*.

Untuk keperluan *debugging* sistem *embedded*, yang menggunakan komunikasi serial, *IDE* mempunyai fasilitas *internal* berupa sebuah Terminal. Selain *library* standar *C*, *code vision AVR* juga mempunyai *library* tertentu untuk:

1. Modul *LCD alphanumeric*.
2. *Bus I2C* dari *Philips*
3. Sensor Suhu *LM75* dari *National Semiconductor*.
4. *Real-Time Clock: PCF8563, PCF8583* dari *Philips*, *DS1302* dan *DS1307* dari *Maxim/Dallas Semiconductor*.
5. Protokol *1-Wire* dari *Maxim/Dallas Semiconductor*.
6. Sensor Suhu *DS1820, DS18S20, dan DS18B20* dari *Maxim/Dallas Semiconductor*.
7. Termometer/Termostat *DS1621* dari *Maxim/Dallas Semiconductor*
8. *EEPROM DS2430 dan DS2433* dari *Maxim/Dallas Semiconductor* *SPI*
9. *Power Management*
10. *Delay*

## 11. Konversi ke Kode Gray

*Code vision AVR* juga mempunyai *Automatic Program Generator* bernama *Code Wizard AVR*, yang diijinkan untuk dapat menulis, dalam hitungan menit, semua instruksi yang diperlukan untuk membuat fungsi-fungsi berikut (*CodeVisionAVR V1.25.7, 2007*):

1. *Set-up* akses memori eksternal.
2. Identifikasi sumber *reset* untuk *chip*.
3. Inisialisasi *port input/output*.
4. Inisialisasi interupsi eksternal.
5. Inisialisasi *Timer/Counter*.
6. Inisialisasi *Watchdog-Timer*.
7. Inisialisasi *UART (USART)* dan komunikasi serial berbasis *buffer* yang digerakkan oleh interupsi.
8. Inisialisasi Pembanding *Analog*.
9. Inisialisasi *ADC*.
10. Inisialisasi Antarmuka *SPI*.
11. Inisialisasi Antarmuka *Two-Wire*.
12. Inisialisasi Antarmuka *CAN*.
13. Inisialisasi *Bus I2C*, Sensor Suhu *LM75, Thermometer/Thermostat DS1621* dan *Real-Time Clock PCF8563, PCF8583, DS1302, dan DS1307*.
14. Inisialisasi *Bus 1-Wire* dan Sensor Suhu *DS1820, DS18S20*.
15. Inisialisasi modul *LCD*.

Pada tesis ini penulis menggunakan *Code vision AVR* sebagai *software* di dalam pembuatan program. Alasan penggunaannya dikarenakan *software* ini merupakan *software* aplikasi yang dibuat khusus untuk mikrokontroler buatan *Atmel* seri *AVR*, sehingga lebih memudahkan penulis di dalam pembuatan program.

### ***E. LCD (Liquid Crystal Display)***

*LCD* yang digunakan adalah jenis *LCD M1632*, yang merupakan modul *LCD* dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan desain mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan *LCD*. Mikrokontroler *HD44780* buatan *Hitachi* yang berfungsi sebagai pengendali *LCD* memiliki *CGROM*, *CGRAM*, dan *DDRAM*. Berikut bagian-bagian dari *LCD M1632*.

1. *DDRAM (Display data Random Access Memory)* merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan berada. Contoh untuk karakter 'L' atau *4CH* yang ditulis pada alamat *00*, karakter tersebut akan tampil pada baris pertama dan kolom pertama dari *LCD*. Apabila karakter tersebut ditulis pada alamat *40*, maka karakter tersebut akan tampil pada baris kedua kolom pertama dari *LCD*.
2. *CDRAM (Character Generator Random Access Memory)* merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter di mana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai keinginan. Namun, memori akan hilang saat *power supply* tidak aktif sehingga pola karakter akan hilang.

3. *CGROM* (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter di mana pola tersebut sudah ditentukan secara *permanent* dari *HD44780* sehingga pengguna tidak dapat mengubahnya lagi. Namun, oleh karena *ROM* bersifat *permanent*, pola karakter tersebut tidak akan hilang walaupun *power supply* tidak aktif ([www.lcd-module.de](http://www.lcd-module.de)).

Untuk keperluan antarmuka suatu komponen elektronik dengan mikrokontroler, perlu diketahui fungsi dari setiap kaki pada *LCD*. Pada Gambar 5 memperlihatkan modul *LCD* karakter 2x16.



**Gambar 5.** Modul *LCD* karakter 2x16.

Dari Gambar 5 diatas dapat dijelaskan fungsi dari setiap kaki pada *LCD*, sebagai berikut :

1. Kaki 1 (*VCC*)

Kaki ini dihubungkan dengan tegangan +5 Volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya dari *HD44780*

2. Kaki 2 (*GND*)

Kaki ini dihubungkan dengan tegangan 0 volt (*ground*) dan modul *LCD*

3. Kaki 3 (*VEE/VLCD*)

Tegangan pengatur kontras *LCD*, kaki ini terhubung pada *V5*

4. Kaki 4 (*RS*)

*Register Select*, kaki pemilih *register* yang akan diakses. Untuk akses ke *register* data, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke *register* perintah, logika dari kaki ini adalah 0.

5. Kaki 5 (*R/W*)

Logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul *LCD* sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul *LCD* sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul *LCD*, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke *ground*.

6. Kaki 6 (*E*)

*Enable Clock LCD*, kaki ini mengaktifkan clock *LCD*. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.

7. Kaki 7-14 (*D0-D7*)

Data *bus*, kedelapan kaki modul *LCD* ini adalah bagian di mana aliran data sebanyak 4 *bit* atau 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.

8. Kaki 15 (*Anoda*)

Berfungsi untuk tegangan positif dari *backlight* modul *LCD* sekitar 4,5 Volt.

9. Kaki 16 (*Katoda*)

Tegangan negatif *backlight* modul *LCD* sebesar 0 Volt.



Pemanfaatan *LCD* pada tesis ini yaitu sebagai media untuk menampilkan informasi. Informasi yang ditampilkan berupa kondisi air conditioning apakah masih berada pada keadaan normal ataukah harus dirawat. Disamping itu pula *LCD* akan menampilkan informasi sehubungan dengan konsumsi energi listrik terhadap penggunaan *AC*.

#### F. *Light Emitting Diode (LED)*

*LED* merupakan sejenis dioda semikonduktor istimewa. Seperti sebuah dioda normal, *LED* terdiri dari sebuah *chip* bahan semikonduktor yang diisi penuh, atau di-*dop*, dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur yang disebut *p-n junction*. Pembawa muatan *elektron* dan *Hole* (lubang) mengalir ke *junction* dari *elektrode* dengan tegangan berbeda. Ketika *elektron* bertemu dengan lubang, dia jatuh ke tingkat energi yang lebih rendah dan melepas energi dalam bentuk *photon* (Tooley, Mike. 2002). Gambar 6 memperlihatkan bentuk fisik komponen *LED*.



**Gambar 6.** Bentuk fisik komponen *LED*.

Warna (emisi cahaya) *LED*, tergantung dari selisih pita energi dari bahan yang membentuk *p-n junction*. Warna *LED* yang biasa dijumpai adalah merah, hijau dan kuning. (Tooley, Mike. 2002).

Tak seperti lampu pijar dan *neon*, *LED* mempunyai kecenderungan polarisasi. *Chip LED* mempunyai kutub positif dan negatif (*p-n*) dan hanya akan menyala bila diberikan arus maju. Ini dikarenakan *LED* terbuat dari bahan semikonduktor yang hanya akan mengisinkan arus listrik mengalir ke satu arah dan tidak ke arah sebaliknya. Bila *LED* diberikan arus terbalik, hanya akan ada sedikit arus yang melewati *chip LED*. Ini menyebabkan chip *LED* tidak akan mengeluarkan emisi cahaya.

Pada pembuatan tesis ini penulis memanfaatkan *LED* sebagai indikator alarm. Adapun fungsi dari alarm yaitu memberikan informasi kepada pengguna bahwa *air conditioning* perlu dirawat.

### **G. Buzzer**

*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik

sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*) (Tooley, Mike. 2002). Gambar 7 memperlihatkan sebuah *buzzer*.



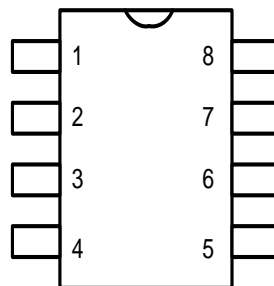
**Gambar 7.** *Buzzer*.

Pada pembuatan tesis ini, *buzzer* dimanfaatkan sebagai alarm. *Buzzer* akan berbunyi jika *air conditioning* terindikasi perlu dilakukan perawatan.

## **H. Sensor Arus**

Sensor arus dari keluarga ACS712 adalah solusi untuk pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih. Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat di dalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan

sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada di dalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan *Bi CMOS Hall IC* yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik, di mana titik tengah output sensor sebesar ( $>VCC/2$ ) saat peningkatan arus pada penghantar arus yang digunakan untuk pendeteksian. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar  $1,5\ m\Omega$  dengan daya yang rendah. Ketebalan penghantar arus didalam sensor sebesar 3x kondisi *overcurrent*. Sensor ini telah dikalibrasi oleh pabrik (data *book ACS712*). Bentuk fisik IC sensor arus ACS712 dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



**Gambar 8.** IC sensor arus ACS 712.

Konfigurasi kaki dari IC sensor arus ACS 712 :

1. Kaki nomor 1 dan 2 merupakan terminal masukan arus IP+.
2. Kaki nomor 3 dan 4 merupakan terminal masukan arus IP-.
3. Kaki nomor 5 merupakan terminal untuk *groud*.
4. Kaki nomor 6 merupakan terminal filter yang berfungsi sebagai pengaturan *bandwidth*.

5. Kaki nomor 7 merupakan terminal keluaran sinyal analog dari sensor.
6. Kaki nomor 8 merupakan terminal catu daya untuk *IC*.

Adapun spesifikasi dari sensor arus *ACS 712* adalah sebagai berikut :

1. Berbasis *ACS712* dengan fitur:
  - a. *Rise time* output = 5  $\mu$ s.
  - b. *Bandwidth* sampai dengan 80 kHz.
  - c. Total kesalahan output 1,5% pada suhu kerja  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .
  - d. Tahanan konduktor internal 1,2  $m\Omega$ .
  - e. Tegangan isolasi minimum 2,1 kV *RMS* antara *pin* 1-4 dan *pin* 5-8.
  - f. Sensitivitas output 185 mV/A.
  - g. Mampu mengukur arus *AC* atau *DC* hingga 5 *Ampere*.
  - h. Tegangan *output* proporsional terhadap *input* arus *AC* atau *DC*.
2. Tegangan kerja 5 *Vdc*.

Untuk menentukan besarnya tegangan pada kaki output yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$V_{Output} = 2.5 \pm ( 0.185 \times I ) \quad (1)$$

Di mana *I* adalah arus yang terdeteksi dalam satuan *ampere* (data book *ACS712*).

Pada pembuatan tesis ini sensor arus *ACS712* digunakan untuk membaca data arus *air conditioning*. Keluaran dari sensor arus yang berbentuk sinyal analog tersebut akan dikonversi ke bentuk sinyal digital oleh rangkaian *ADC* yang berada pada mikrokontroler.

## I. *Remote Control*

Cara kerja kerja *remote control* mirip dengan cara kerja sandi morse yang dikirim melalui mesin telegraf. Seorang operator pengirim mengirimkan pesan teks singkat kepada operator penerima yang berada pada jarak tertentu. Namun pesan tersebut dikirimkan dalam bentuk pola kode-kode morse yang melambangkan huruf - huruf dalam pesan yang dikirimkannya. Mesin telegraf menggunakan kode tertentu karena tidak dapat mengirimkan data suara seperti pesawat telepon. Tetapi telegraf dapat mengirimkan arus listrik yang terhubung ke sebuah bel pada bagian penerima, sehingga operator penerima akan menerima suara dari bel dalam pola-pola tertentu yang apabila dirangkai akan dapat diterjemahkan sebagai pesan singkat.

*Remote control* menggunakan *LED (light emitting diode)* infra merah yang berfungsi sebagai pengirim (*transmitter*) pola sinar infra merah. *LED* infra merah adalah sejenis dioda yang akan memancarkan cahaya infra merah apabila diberi arus. Sinyal infra merah yang dikirimkan tidak akan dapat dilihat oleh mata manusia, karena sinar infra merah tidak termasuk gelombang elektromagnetik pada spectrum cahaya tampak. Namun sinar tersebut dapat terbaca oleh receiver yang ada pada peralatan elektronik yang menerima sinyal tersebut. *Receiver* yang digunakan adalah sebuah foto transistor infra merah. Jika pola sinyal infra red yang diterima bersesuaian dengan salah satu instruksi, seperti instruksi menaikkan setingan suhu pada AC, maka setingan suhunya akan

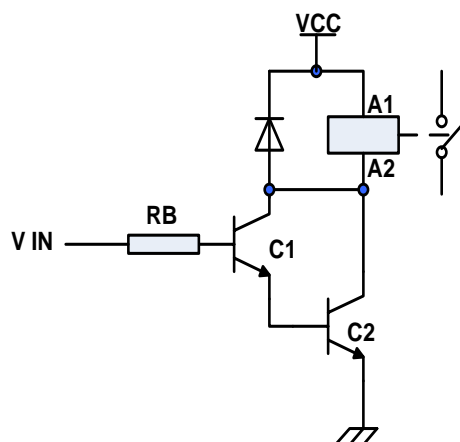
dinaikkan. Jika pola sinar infra merah yang dibaca tidak dapat dikenali maka AC akan mengabaikannya. Hal ini mungkin saja terjadi jika sebuah *remote control* untuk peralatan lain yang berada tidak jauh dari peralatan AC tersebut sedang digunakan. Bentuk kode sinyal tersebut untuk masing-masing tombol tergantung kepada perusahaan produsen peralatan elektronika. Pada dasarnya setiap perusahaan bebas menentukan kode sinyal untuk setiap tombol pada pesawat *remote control* (*nuansa remote.com*).

Pada tesis ini *remote control* digunakan untuk pengaturan kerja *air conditioning*. Pengaturan kerja *air conditioning* melalui remote control meliputi *on/off AC*, pengaturan suhu naik serta pengaturan suhu turun yang dilakukan dengan cara penekanan tombol-tombol pada sistem yang akan dibuat. Tombol-tombol tersebut meliputi tombol *on/off AC*, tombol pengaturan suhu naik dan tombol pengaturan suhu turun.

## **J. Driver Relay**

Penggunaan *relay* sering menjadi pilihan karena *relay* mudah untuk dikontrol, di mana didalam aplikasinya *relay* dapat diberi beban yang besar baik beban AC maupun DC, dan sebagai isolator yang baik antara rangkaian beban dengan rangkaian kendali. Rangkaian *interface relay* dapat dibangun menggunakan konsep transistor sebagai saklar (Tooley, Mike. 2002). Transistor yang digunakan untuk *driver relay* dapat dikonfigurasi dengan transistor darlington. Transistor *bipolar*

merupakan komponen yang bekerja berdasarkan ada atau tidaknya arus pada kaki basis yang berfungsi sebagai pemicu dari transistor tersebut. Pada aplikasi *driver relay* ini transistor berfungsi sebagai saklar, di mana jika tidak ada arus yang mengalir pada kaki basis dari transistor C1, maka transistor berada dalam keadaan *off* sehingga *relay* tidak bekerja. Tetapi jika terdeteksi ada arus yang mengalir pada kaki basis dari transistor C1, maka transistor C1 akan memicu kerja dari transistor C2 sehingga *relay* bekerja. Pada umumnya dalam sebuah rangkaian pengendali *relay* digunakan sebuah dioda yang diparalel dengan coil. Dioda diperlukan, guna menghubungkan singkatkan tegangan induksi yang muncul disaat saklar menuju posisi *off*. Penghubung singkatkan disini bertujuan untuk menghilangkan tegangan induksi yang dihasilkan oleh koil relai ketika arus tiba - tiba jatuh. Hal ini diperlukan karena relai merupakan beban yang bersifat induktif. Sehingga dengan demikian dapat menyelamatkan transistor tersebut. Teknik interface antara *relay* dengan rangkaian digital atau rangkaian mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** *Driver Relay.*



Guna mengaktifkan relai dibutuhkan sinyal Vcc dan ground yang terhubung dengan *coil* pada *relay* tersebut. Untuk mengetahui besarnya arus *relay* dan arus basis yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$I_{Relay} = \frac{V_{cc}}{R_{Relay}} \quad (2)$$

$$I_B = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_b} \quad (3)$$

Di mana :

$I_{Relay}$	=	Arus relay
$V_{CC}$	=	Tegangan masukan
$I_B$	=	Arus basis
$R_{Relay}$	=	Tahanan <i>relay</i>
$V_{BE}$	=	Tegangan <i>base-emitor</i>

Pada tesis ini *driver relay* digunakan sebagai penggerak untuk mengaktifkan dan me-*non*-aktifkan suplai kelistrikan dari *air conditioning*. Disamping itu *driver relay* juga digunakan untuk mengaktifkan tombol-tombol yang berada pada *remote control*. Tombol-tombol tersebut meliputi tombol *on/off*, tombol suhu naik dan tombol suhu turun.

### K. Penelitian Yang Terkait

1. Chiou dkk. (2006) melakukan penelitian dengan menawarkan prosedur penghematan energi pada DX *Air Conditioning system*, dengan metode *periodic downtime*, yaitu dengan mengatur periode operasi sistem dan periode mati sistem dari dua buah AC. Hasil penelitiannya

- menunjukkan bahwa penghematan energi terbaik adalah pada saat menggunakan metode operasi selama 15 menit dan *downtime* 5 menit.
2. Widell dkk (2009) mengadakan pengujian yang difokuskan pada optimalisasi energi dari kompresor dengan menggunakan *slide valve* pada sistem refrigerasi. Pengujian dilakukan pada industri pengolahan ikan di Norwegia. Dimana sistem refrigrasi disana berjalan dengan kapasitas penuh, walaupun dengan beban yang tidak penuh. Dengan menggunakan model *linear programming* untuk meminimalkan konsumsi energi listrik kompresor, maka operasional kompresor akan menjadi optimal sesuai dengan beban yang dibutuhkan.
  3. Zhou dkk. (2006) menghasilkan 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 Energi Plus*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa potensi hemat energi dari sistem VRF mencapai 22,2% dan 11,7%, dibandingkan dengan sistem VAV dan FPFA sistem.
  4. Sudirman dan Winaya (2009), melakukan penelitian tentang pengaruh perubahan poros kompresor terhadap *performance* sistem refrigerasi. Penelitian dilaksanakan dengan merubah frekuensi listrik yang disuplai ke kompresor menggunakan *variabel speed driver (VSD)*. Didapatkan hasil: semakin rendah kecepatan putar poros kompresor, nilai COP

sistem refrigerasi akan naik, demikian juga sebaliknya. Tetapi semakin rendah frekuensi yang digunakan, maka pemakaian energi listriknya akan semakin rendah pula.