

**SISTEM ON-OFF AC (AIR CONDITIONER)
PADA RUANG PENYIMPAN BARANG-BARANG BERTERANGAN
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16 DENGAN MONITORING VIA WEB**

Alifia Nur Laili

PSD III Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang

ABSTRAK

Tidak dapat dipungkiri bahwa kebutuhan manusia akan alat pendingin ruang atau lebih dikenal dengan sebutan AC (*Air Conditioner*) semakin meningkat, khususnya dalam bidang industri, perkantoran, bahkan pada lingkup kecil seperti rumah tangga. Sayangnya, penggunaan AC (*Air Conditioner*) justru dapat mengakibatkan penggunaan energi listrik yang tidak efisien. Hal ini karena oleh sebagian orang, AC digunakan tidak sesuai dengan kebutuhan mereka. Misalnya, AC dibiarkan dalam kondisi ON meski suhu ruang bisa dikatakan tidak panas, atau *setting* AC tidak sesuai dengan suhu ruang. Tugas Akhir ini menitikberatkan pada sistem kendali suhu ruang, dimana hasil pembacaan suhu ruang bisa diset dan ditampilkan di LCD dan *web*. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ATmega16 sebagai pengendali utama dengan input dari sensor suhu LM35. *Range* suhu yang dapat dikendalikan adalah antara 20°C sampai dengan 28°C. Sebagai perbandingan pembacaan suhu oleh sensor suhu LM35, digunakan pula termometer analog pada ruang. Dari hasil pengujian perangkat keras (*hardware*), diketahui bahwa sistem kendali suhu ruang ini dapat menghemat penggunaan energi.

Kata kunci: Sistem ON-OFF AC (*Air Conditioner*), mikrokontroler ATmega16, pemrograman dengan bahasa *basic*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem kontrol atau kendali saat ini mulai bergeser pada otomatisasi sistem kontrol yang menuntut penggunaan komputer, sehingga campur tangan manusia dalam pengontrolan sangat kecil. Bila dibandingkan dengan pengerjaan secara manual, sistem peralatan yang dikendalikan oleh komputer akan memberikan keuntungan dalam hal efisiensi, keamanan, dan ketelitian. Kemampuan komputer, baik perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*), dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi pengendalian, seperti pengendalian suhu.

Pendingin ruangan atau AC (*Air Conditioner*) memiliki banyak sekali variasi, fungsi, dan bentuk, yang dalam hal ini disesuaikan pada bentuk dan kapasitas besarnya ruangan yang akan menggunakan fasilitas pendingin ruangan tersebut. Salah satunya adalah pendingin ruangan atau AC yang menggunakan sistem otomatis, dalam hal ini

sudah menggunakan *remote control* dalam mengatur suhu atau temperatur ruangan yang dikehendaki. Akan tetapi, pada kebanyakan pendingin ruangan atau AC, saklar *on/off* dinyalakan secara manual melalui tombol pada *remote*. Sehingga temperatur standart yang diinginkan berubah-ubah karena adanya keinginan tiap individu dan aktivitas individu yang keluar masuk ruangan tersebut. Dengan alat pengontrol ini dapat menghidupkan dan mematikan AC secara otomatis, sehingga dapat menghemat daya listrik yang dipakai pada ruangan tersebut. Dengan kata lain nantinya dapat menghemat pengeluaran biaya beban yang disebabkan konsumsi penggunaan AC yang tidak efisien tersebut.

Atas dasar alasan inilah, dalam Tugas Akhirnya, penulis membuat sebuah sistem ON-OFF AC (*Air Conditioner*) berbasis mikrokontroler ATmega16 pada ruang dengan monitoring via *web*. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ATmega16 sebagai pengendali utama. Sebagai input, digunakan sensor suhu

LM35. LCD 16x2 (M1632) digunakan sebagai *display* untuk menampilkan hasil pembacaan suhu ruang. Sebagai pembanding atas pembacaan suhu ruang dengan sensor suhu LM35, digunakan termometer analog.

1.2. Batasan Masalah

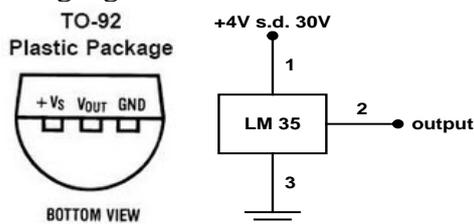
Dalam Tugas Akhir ini, penulis membatasi masalah dengan cakupan materi sebagai berikut

- 1) Sensor LM35 sebagai pendeteksi suhu dalam sistem otomatisasi AC (*Air Conditioner*)
- 2) Mikrokontroler ATmega16 sebagai pusat pengendali masukan dan keluaran dalam sistem otomatisasi AC (*Air Conditioner*)
- 3) Komunikasi serial dan pemrograman mikrokontroler ATmega16 untuk sistem otomatisasi AC (*Air Conditioner*)

II. LANDASAN TEORI

2.1. Sensor Suhu LM35

LM35 merupakan salah satu jenis *integrated circuit temperature sensor* atau IC sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis berupa suhu menjadi besaran elektrik tegangan. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain. Selain itu, sensor ini juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linearitas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan. LM35 memiliki koefisien sebesar $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ yang berarti bahwa setiap perubahan suhu sebesar 1°C , akan terjadi perubahan tegangan sebesar 10 mV .



Gambar 2.1. Sensor suhu LM35

IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celsius pada temperatur ruang. Jangkauan (*range*) sensor mulai dari -55°C sampai dengan 150°C . IC LM 35 dapat dialiri arus 60 mA dari *supply* sehingga panas

yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0°C di dalam suhu ruangan.

2.2. Infrared Transceiver

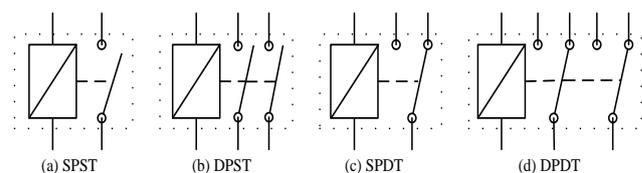
Infrared transceiver adalah sistem yang terdiri atas *infrared transmitter* dan *receiver transmitter*. Sinar *infrared* atau sinar infra merah merupakan sinar yang tak nampak. Sinar infra merah merupakan sinar elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 700 nm sampai dengan 1 mm . Dengan panjang gelombang ini, sinar infra merah tak akan nampak oleh mata namun radiasi panas yang dipancarkan masih dapat dirasakan.

Komunikasi infra merah dilakukan dengan menggunakan dioda infra merah sebagai pemancar dan modul penerima sebagai penerimanya. Sinyal yang dipancarkan oleh pengirim (*transmitter*) dan diterima oleh penerima (*receiver*), kemudian dikodekan sebagai sebuah paket data biner. Proses modulasi dilakukan dengan mengubah kondisi logika 0 dan 1 menjadi kondisi ada dan tidak ada sinyal *carrier* infra merah yang berkisar antara 30 KHz sampai dengan 40 KHz .

2.3. Relay

Relay adalah saklar elektronik yang didasarkan atas elektrik dan mekanik. Kontrol elektrik diterapkan untuk mendapatkan gerakan mekanik. Sebagai elektrik adalah komponen yang dikendalikan oleh arus.

Pada dasarnya, *relay* terdiri dari lilitan kawat pada suatu inti besi lunak berubah dari magnet yang menarik atau menolak suatu pegas sehingga kontak pun menutup atau membuka. Ada banyak tipe *relay* yang konstruksinya juga berbeda tergantung jenis kontakannya.



Gambar 2.2. Simbol *relay*

Berdasarkan gambar 2.2 maka ada beberapa jenis *relay* yang dibedakan menurut kontakannya.

- 1) *Relay SPST (Single Pole Single Through)*

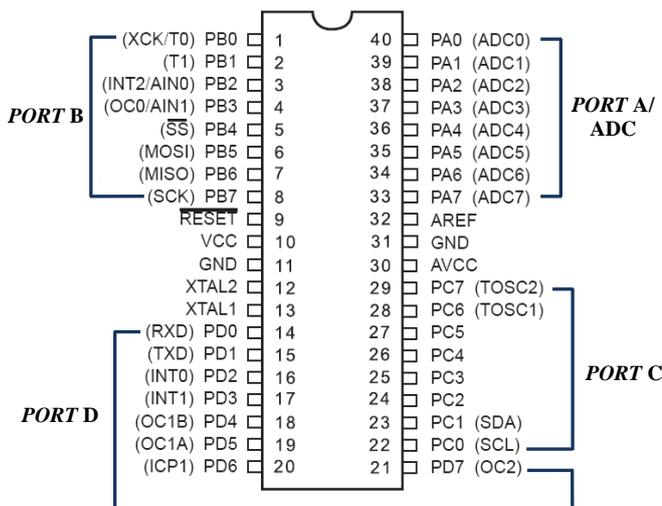
Relay dengan satu induk saklar dengan satu saluran kontak (*normally closed*).

- 2) **Relay DPST (Double Pole Single Through)**
Sama seperti SPST tetapi mempunyai dua buah saklar terpisah yang bekerjanya serentak/bersamaan dan satu saluran kontak (*normally closed*) untuk tiap saklar.
- 3) **Relay SPDT (Single Pole Double Through)**
Merupakan *relay* yang mempunyai satu induk saklar untuk menghubungkan dua saluran kontak (*normally closed* dan *normally open*) yang dihubung bergantian.
- 4) **Relay DPDT (Double Pole Double Through)**
Sama seperti SPDT tetapi mempunyai dua buah saklar terpisah yang bekerja serentak dan dua saluran kontak (*normally closed* dan *normally open*) untuk tiap saklar.

2.4. Mikrokontroler AVR ATmega16

ATmega16 berbasis pada arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), di mana satu instruksi dapat dieksekusi dalam satu *clock*, dan dapat mencapai 1 MIPS (*Million Instruction Per Second*) per MHz. Mikrokontroler ATmega16 memiliki keistimewaan dibanding jenis mikrokontroler AT89C51, AT89C52, AT89S51, dan AT89S52 yaitu pada mikrokontroler ATmega16 memiliki *port input* ADC 8 channel 10 bit.

Mikrokontroler ATmega16 memiliki 40 pin kaki dengan konfigurasi sebagai berikut.



Gambar 2.3. Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega16

Fitur yang tersedia dalam mikrokontroler ATmega16, yaitu

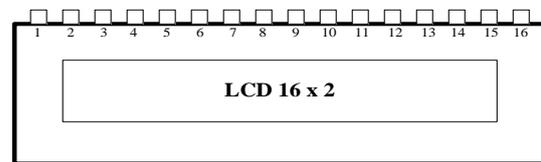
- 1) Frekuensi *clock* maksimum 16 MHz.

- 2) Jalur I/O 32 buah, yang terbagi dalam *port* A, *port* B, *port* C, dan *port* D.
- 3) *Analog to Digital Converter* (ADC) 10 bit sebanyak 8 *input*.
- 4) *Timer/counter* sebanyak 3 buah.
- 5) CPU 8 bit yang terdiri dari 32 *register*.
- 6) *Watchdog timer* dengan osilator internal.
- 7) SRAM internal sebesar 1K byte.
- 8) Memori *flash* sebesar 8Kbyte dengan kemampuan *read while write*.
- 9) *Interrupt* internal maupun eksternal.
- 10) *Port* komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*)
- 11) EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 *byte* yang dapat diprogram saat operasi.
- 12) Analog komparator.
- 13) Komunikasi serial standar USART dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbp.

2.5. LCD (Liquid Crystal Display) M1632

LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 16x2 baris yang terdiri dari dua bagian. Bagian pertama merupakan *panel* LCD sebagai media penampil informasi berbentuk huruf maupun angka. LCD ini dapat menampung dua baris, dimana masing-masing baris dapat menampung 16 karakter. Bagian kedua merupakan sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler, yang ditempelkan di balik *panel* LCD. Bagian ini berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi LCD M1632 dengan mikrokontroler.

Konfigurasi pin LCD M1632 dapat dilihat pada gambar 2.23.



Gambar 2.4. Konfigurasi pin LCD 16x2

Berikut adalah karakteristik dari LCD M1632 (16x2)

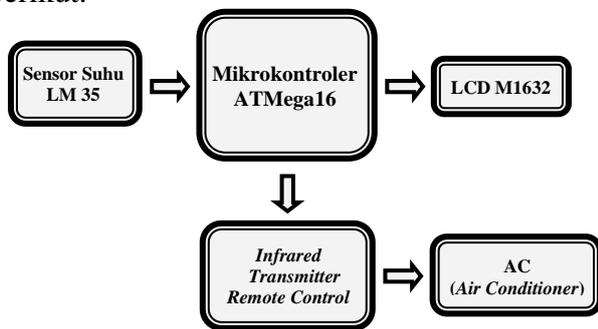
- 1) Tampilan 16 karakter 2 baris.
- 2) ROM pembangkit karakter 192 jenis.
- 3) RAM pembangkit karakter 8 jenis (di-program pemakai).
- 4) RAM data tampilan 80 x 8 bit (8 karakter).
- 5) Duty ratio 1/16.

- 6) RAM data tampilan dan RAM pembangkit karakter dapat dibaca dari unit mikro-prosesor.
- 7) Beberapa fungsi perintah antara lain adalah penghapusan tampilan (*display clear*), posisi kursor awal (*crusor home*), tampilan karakter kedip (*display character blink*), penggeseran kursor (*crusor shift*) dan penggeseran tampilan (*display shift*).
- 8) Rangkaian pembangkit detak (*clock*).
- 9) Rangkaian otomatis reset saat daya dinyalakan.
- 10) Catu daya tunggal +5 volt.

III. PERANCANGAN ALAT

3.1. Blok Diagram Sistem

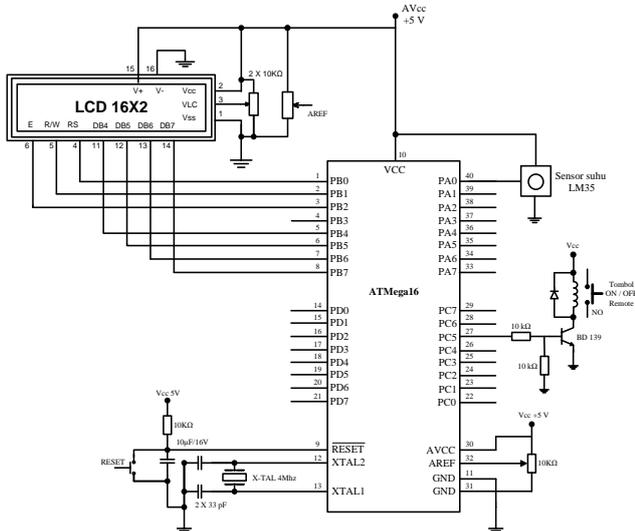
Cara kerja sistem ON-OFF AC berbasis mikrokontroler ATmega16 secara sederhana dapat dijelaskan melalui blok diagram sebagai berikut.



Gambar 3.1. Blok diagram sistem

3.2. Gambar Rangkaian Sistem

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai sistem ON-OFF AC berbasis mikrokontroler ATmega16, dapat dilihat gambar rangkaian sistem keseluruhan sebagai berikut



Gambar 3.2. Rangkaian sistem

3.3. Cara Kerja Sistem

Sebelum aktif atau mendapat *inputan*, rangkaian berada dalam kondisi *standby*. Sensor suhu tetap bekerja meski tanpa *inputan* berupa *password*. Hal ini karena sensor suhu LM35 hanya perlu *inputan* berupa *power supply* untuk dapat bekerja.

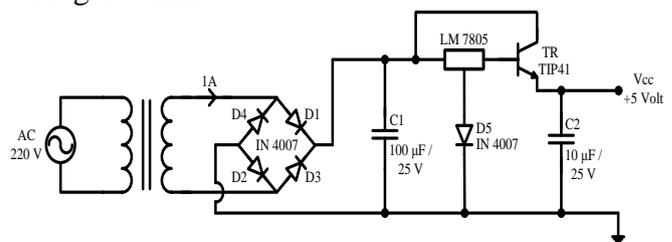
Sistem otomatisasi AC dikendalikan melalui *remote control*. Otomatisasi AC hanya berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan AC saja (mengendalikan tombol ON/OFF pada *remote AC*). Sistem ON-OFF AC (*Air Conditioner*) ini menggunakan *range* suhu antara 20° C sampai dengan 28° C. Ketika suhu ruang terdeteksi oleh sensor suhu lebih dari 28° C, maka mikrokontroler akan memberikan instruksi kepada *remote control* untuk mengaktifkan AC. Sebaliknya, ketika suhu ruang kurang dari 20° C, maka mikrokontroler akan memberikan instruksi kepada *remote control* untuk menonaktifkan AC.

Hasil pembacaan suhu ruang oleh sensor suhu kemudian ditampilkan di LCD 16x2 (M1632) dan *web*. Oleh karena itu, melalui *web*, suhu dapat dimonitoring secara *online*. Selain menampilkan suhu ruang pada saat itu, AC juga dapat dikendalikan melalui *web* (ON/OFF melalui *web*).

3.4. Perancangan Hardware

3.4.1. Power Supply

Dalam sistem ON-OFF AC pada ruang ini digunakan catu daya sebesar 5 volt yang akan mensuplai semua modul yang ada dalam sistem. Rangkaian catu daya yang digunakan dalam aplikasi ini diperlihatkan gambar 3.3 sebagai berikut.

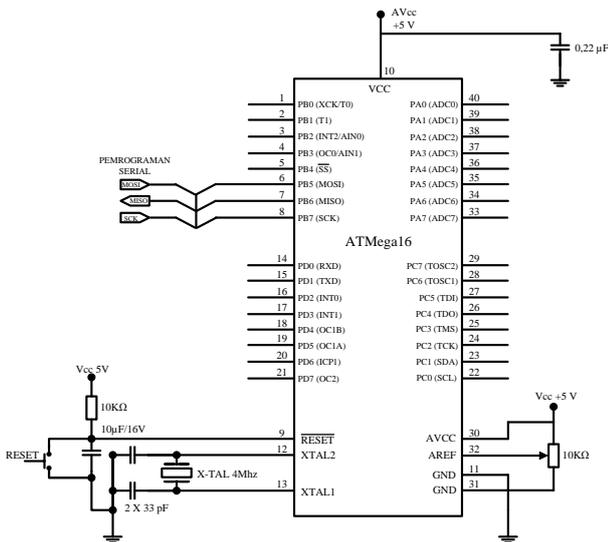


Gambar 3.3. Rangkaian catu daya

Tegangan catu daya sebesar 5 volt digunakan untuk men-supply rangkaian sensor LM35, *infrared transmitter remote control*, dan LCD M1632.

3.4.2. Mikrokontroler ATmega16

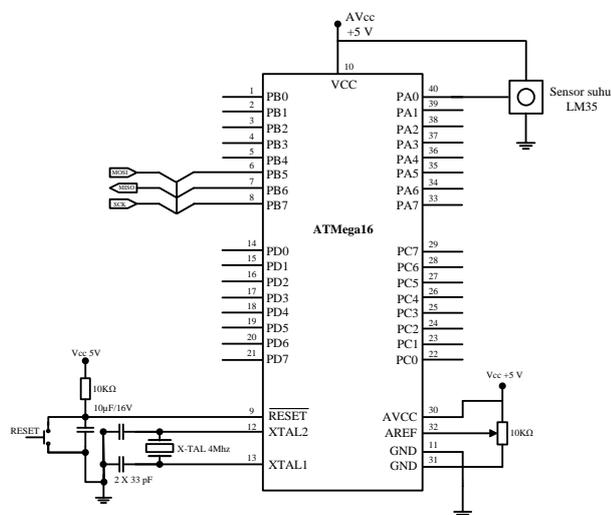
Alat yang dibuat merupakan sistem ON-OFF AC (*Air Conditioner*) pada ruang menggunakan mikrokontroler ATmega16 dengan tampilan LCD M1632. Mikrokontroler ini terhubung dengan beberapa rangkaian pendukung lainnya, yaitu rangkaian sensor suhu LM35 yang akan mendeteksi perubahan suhu, AC (*Air Conditioner*) yang berperan sebagai piranti pengkondisi suhu sesuai dengan *input* yang diberikan sensor suhu LM35 ke mikrokontroler, dan rangkaian LCD sebagai perangkat *display* pengukuran suhu ruang.



Gambar 3.4. Rangkaian mikrokontroler ATmega16

3.4.3. Sensor Suhu LM35

Rangkaian sensor suhu LM 35 diperlihatkan pada gambar 3.5.



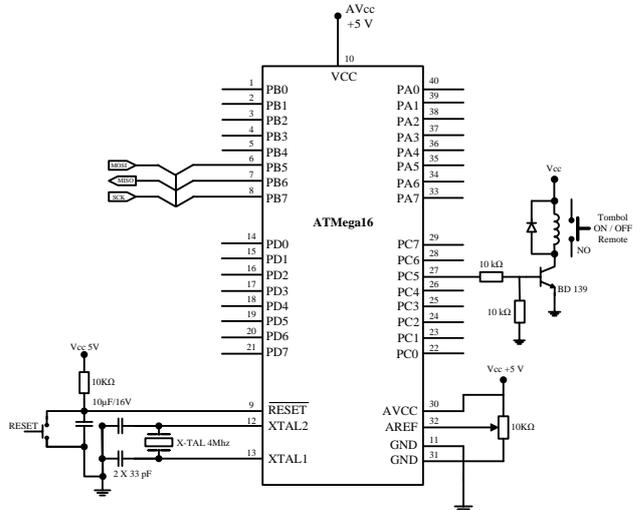
Gambar 3.5. Rangkaian Sensor Suhu LM35

Sensor suhu LM35 langsung dihubungkan ke pin pada *port A0* yang kemudian masuk ke

internal ADC alamat ke nol. Sensor suhu LM35 ini mendapat *supply* tegangan sebesar 5 volt.

3.4.4. Infrared Transmitter Remote Control

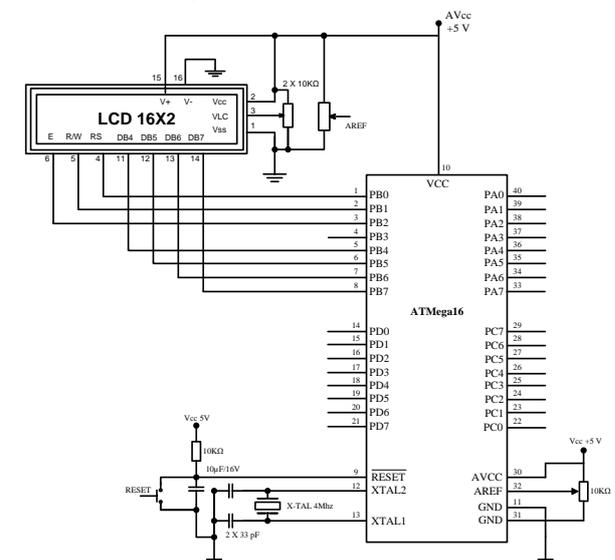
Remote control ini menggunakan LED *infrared*. Sebelum dihubungkan dengan tombol ON/OFF pada *remote control*, kabel dihubungkan dengan *relay* yang membutuhkan catu daya sebesar 5 volt.



Gambar 3.6. Rangkaian *infrared transmitter remote control*

3.4.5. LCM M1632

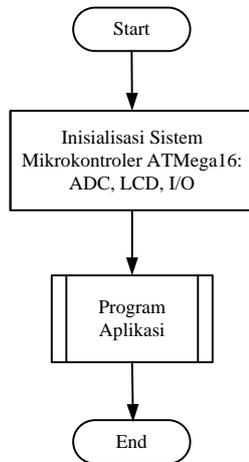
Modul LCD merupakan modul keluaran yang digunakan sebagai *display* atau tampilan pada aplikasi sistem ON-OFF AC pada ruang. Sistem ini menggunakan modul LCD M1632 yang mempunyai ukuran 16x2. Maksudnya, LCD mampu menampilkan 16 karakter dalam dua baris tampilan, sehingga tampilan yang dihasilkan berjumlah 32 karakter.



Gambar 3.7. Rangkaian LCD M1632 (16x2)

3.5. Perancangan Software

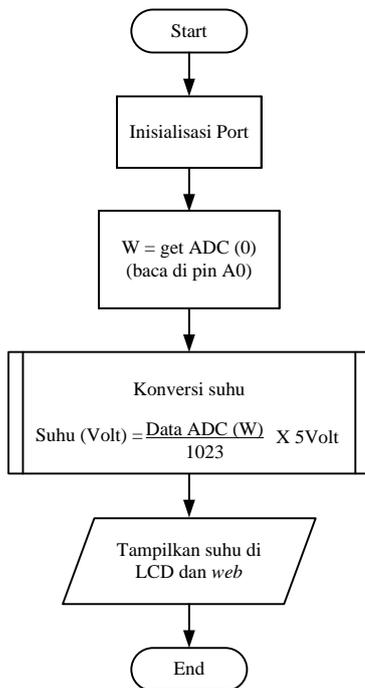
Perangkat lunak yang digunakan membuat program mikrokontroler ATmega16 yaitu *Bascom (Basic Compiler) AVR* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Basic*. Perancangan *software* dilakukan dengan membuat diagram alir (*flowchart*) terlebih dahulu. Setelah itu, program dibuat dengan mengikuti diagram alir (*flow chart*).



Gambar 3.8. Diagram alir (*flowchart*) program utama

3.5.1. Program Aplikasi Pembacaan Suhu

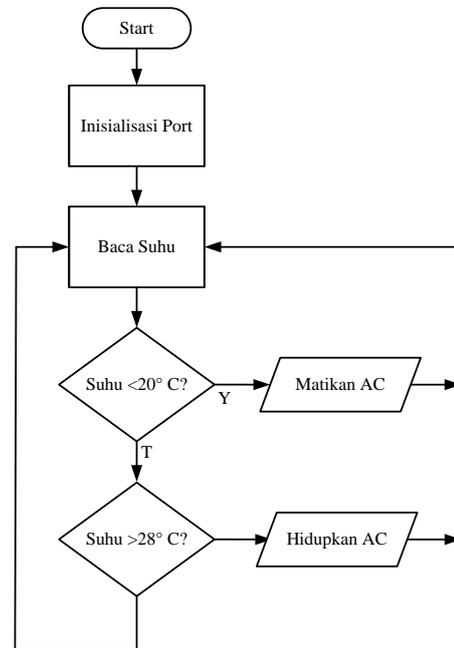
Suhu ruang akan dibaca oleh sensor sensor suhu LM35, kemudian hasil pembacaan suhunya akan ditampilkan di LCD dan *web*. Berikut merupakan diagram alir (*flowchart*) dari program aplikasi pembacaan suhu.



Gambar 3.9 Diagram alir (*flowchart*) program aplikasi pembacaan suhu

3.5.2. Program Aplikasi Otomatisasi AC

Ketika hasil pembacaan suhu ruang oleh sensor suhu LM35 menunjukkan bahwa suhu ruang kurang dari 20° C, maka mikrokontroler akan memberikan perintah kepada *remote control* untuk OFF. Jika hasil pembacaan suhu ruang oleh sensor suhu LM35 menunjukkan bahwa suhu ruang lebih dari 28° C, maka mikrokontroler akan memberikan perintah kepada *remote control* untuk ON.



Gambar 3.10. Diagram alir (*flowchart*) program aplikasi otomatisasi AC

IV. PEMBUATAN BENDA KERJA

Pembuatan benda kerja Tugas Akhir ini terdiri atas dua tahap, yaitu

- 1) Pembuatan perangkat keras (*hardware*).
Tahap pertama ini meliputi semua proses pembuatan perangkat keras untuk merealisasikan rancangan yang telah dibuat menjadi sistem yang siap dioperasikan.
- 2) Pembuatan perangkat lunak (*software*).
Tahap kedua yaitu mencakup semua hal yang berkaitan dengan perangkat lunak bagi sistem.

4.1. Pembuatan Hardware

Pembuatan perangkat keras meliputi dua bagian, yaitu pembuatan bagian elektronika serta mekanik. Pembuatan perangkat elektronika meliputi perencanaan rangkaian, percobaan sementara, pembuatan Papan Rangkaian Tercetak (PRT), serta pemasangan komponen.

Sedangkan bagian mekanik meliputi pembuatan box panel rangkaian dan perakitan modul rangkaian pada box panel.

Proses pembuatan benda kerja membutuhkan peralatan dan bahan-bahan untuk mendukung proses tersebut, yaitu

Tabel 4.1. Alat yang dibutuhkan dalam pembuatan benda kerja

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Pensil Mekanik	2B	1 buah
2.	Penggaris	Mika 30 cm, 50 cm	@ 1 buah
3.	Penitik	Baja	1 buah
4.	Palu	Baja, 1 Kg	1 buah
5.	Mesin Bor	Drehfix 102, Minifix 110	1 buah
6.	Mata Bor	0,8 mm, 1mm, 1,2 mm, 3 mm	1 set
7.	Cutter	Kenko A-300	1 buah
8.	Kikir instrument	Halus, Bulat	1 buah
9.	Obeng (+/-)	0,5 cm	@ 1 buah
10.	Gergaji	30 cm x 2 cm, bergerigi atas bawah	1 buah
11.	Tang Potong	Saiko, CL25	1 buah
12.	Solder	Cadik, 30 watt/220 V	1 buah
13.	Atraktor	Rayden Gs 300	1 buah

Tabel 4.2. Bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan benda kerja

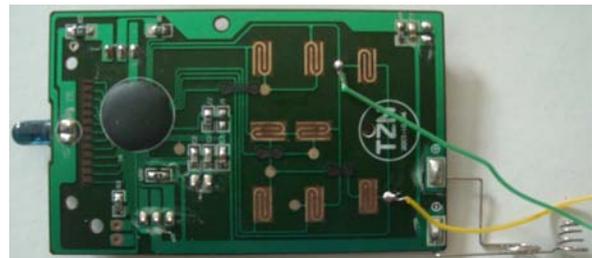
No	Bahan	Spesifikasi	Jumlah/ Ukuran
1.	Timah Solder (Tenol)	Merk "Pancing"	1 rol
2.	Komponen-komponen	-	sesuai kebutuhan
3.	Mur dan baut, sekrup	-	Secukupnya
4.	Box panel	-	(20 x 6,5 x 16,7) cm
5.	Amplas	-	Secukupnya
6.	Specer	1 cm, 2 cm	Secukupnya
7.	Amperemeter	Heles sensitivitas 5%	1 buah

Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega16 ditunjukkan oleh gambar 4.1 sebagai berikut



Gambar 4.1. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega16

Gambar 4.2 dan 4.3 menunjukkan rangkaian remote control AC.

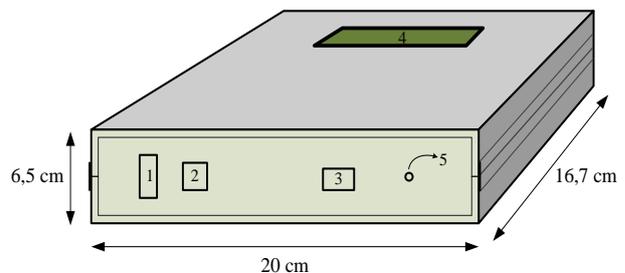


Gambar 4.2. Rangkaian remote control AC tampak bawah

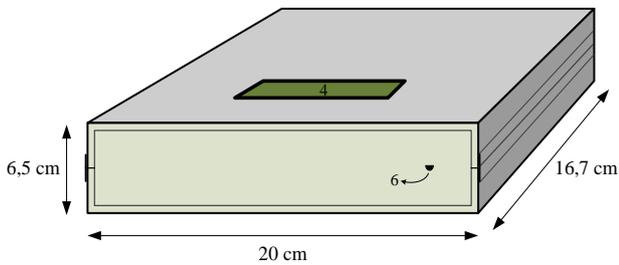


Gambar 4.3. Rangkaian remote control AC tampak atas

Pembuatan bagian mekanik terdiri atas pembuatan box panel rangkaian dan perakitan modul rangkaian pada box panel. Spesifikasi dan ukuran box panel yang dibuat penulis ditunjukkan oleh gambar 4.4 dan 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4.4. Box panel tampak atas dan depan



Gambar 4.5. Box panel tampak atas dan belakang

Keterangan:

1. Konektor *remote control*
2. Konektor sistem keamanan ruang
3. Konektor modul NM7010
4. LCD M1632
5. Lubang kabel power
6. Sensor suhu LM35

4.2. Pembuatan Software

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan pada Tugas Akhir ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman *Basic* dengan target *processor* keluarga AVR. Bahasa pemrograman *Basic* merupakan perangkat lunak yang menjadi bagian dari sistem yang berupa program yang mengatur kerja dari mikrokontroler ATmega16 dan keseluruhan perangkat keras (*hardware*) yang dihubungkan dengan mikrokontroler ATmega16.

Langkah-langkah pembuatan program tersebut adalah sebagai berikut

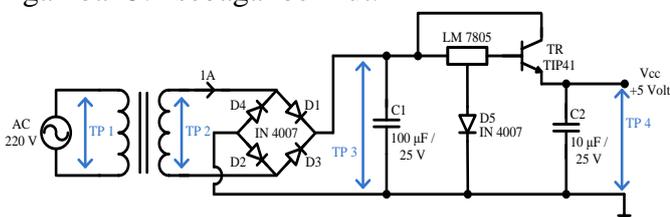
- 1) Membuat diagram alir (*flowchart*) dari program yang akan dibuat.
- 2) Membuat program menggunakan pemrograman *Basic* dengan referensi diagram alir.
- 3) Mengkompilasi program yang telah dibuat sampai tidak terjadi kesalahan.
- 4) Pengisian program

V. PENGUKURAN DAN PENGUJIAN

5.1. Pengukuran dan Pengujian Rangkaian

5.1.1. Power Supply

Titik pengukuran catu daya diperlihatkan oleh gambar 5.1 sebagai berikut.



Gambar 5.1. Titik pengukuran catu daya

Hasil pengukuran catu daya ditunjukkan oleh tabel 5.1 sebagai berikut.

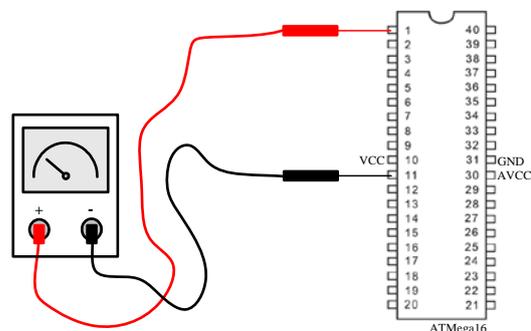
Tabel 5.1. Hasil pengukuran catu daya utama 5 volt

Titik Pengukuran	Tegangan
<i>Input</i> trafo (TP 1)	219 Volt (AC)
<i>Output</i> trafo (TP 2)	9,0 Volt (AC)
<i>Output</i> dioda <i>bridge</i> (TP 3)	8,9 Volt (DC)
<i>Output</i> IC LM7805 (TP 4)	4,9 Volt (DC)

Tegangan *output* catu daya dapat bekerja dan men-*supply* tegangan ke seluruh rangkaian dalam sistem dengan baik sebesar 5 volt. Dari hasil pengukuran dan pengujian rangkaian catu daya menunjukkan bahwa rangkaian dapat berfungsi dengan baik, sesuai yang diharapkan, dengan *output* sebesar 5 volt.

5.1.2. Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega16

Gambar 5.2 menunjukkan pengukuran tegangan pada mikrokontroler ATmega16.



Gambar 5.2. Pengukuran mikrokontroler ATmega16

Hasil pengukuran sistem minimum mikrokontroler ATmega16 ditunjukkan oleh tabel 5.2 dan 5.3 sebagai berikut.

- 1) Tabel pengukuran mikrokontroler terhadap I/O *device*, ditunjukkan oleh tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil pengukuran tegangan mikrokontroler terhadap I/O *device*

No	I/O <i>device</i>	Port	Tegangan	Keterangan
1.	Sensor suhu LM35	PA.0	0 V-5 V	<i>Input</i> ke mikrokontroler berupa sinyal
2.	<i>Transmitter infrared remote control</i>	PC.5	0 V-5 V	<i>Input</i> ke mikrokontroler berupa pulsa
3.	LCD M1632	PB.0- PB.7	0 V-5V	<i>Output</i> mikrokontroler berupa <i>display</i> suhu ruang

2) Tabel pengukuran kondisi logika port mikrokontroler.

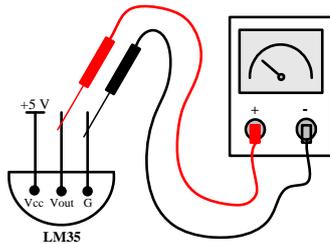
Tabel 5.3. Hasil pengukuran kondisi logika port mikrokontroler

Port	H/L	Tegangan pada masing-masing pin (V)							
		.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7
A	H	4.90	4.90	4.92	4.90	4.92	4.92	4.92	4.92
	L	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05
B	H	4.82	4.86	4.84	4.84	4.86	4.82	4.86	4.86
	L	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04
C	H	4.92	4.90	4.90	4.92	4.95	4.95	4.92	4.90
	L	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
D	H	4.96	4.98	4.98	4.96	4.95	4.96	4.96	4.96
	L	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01

Dari hasil pengujian dan pengukuran yang menyatakan bahwa kondisi logika *high* (tinggi) sekitar 4.82-4.98. Nilai ini sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa logika tinggi berkisar antara 4.0V-5.5V. Sedangkan Untuk logika *low* (rendah) tegangan yang terukur adalah sekitar 0.01V-0.05V.

5.1.3. Sensor Suhu LM35

Untuk menguji sensor LM 35 dilakukan dengan cara seperti terlihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3. Pengukuran dan pengujian sensor LM35

Media yang digunakan untuk pengukuran dan pengujian sensor suhu LM35 adalah es batu. Es batu ini dibiarkan hingga mencair sambil mengamati perubahan suhu pada termometer analog dan tegangan keluaran LM35 pada multimeter. Hasil pengukuran tegangan sensor suhu LM35 dan konversi tegangan ke suhu terlihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4. Pengukuran tegangan LM35 dan konversi ke suhu

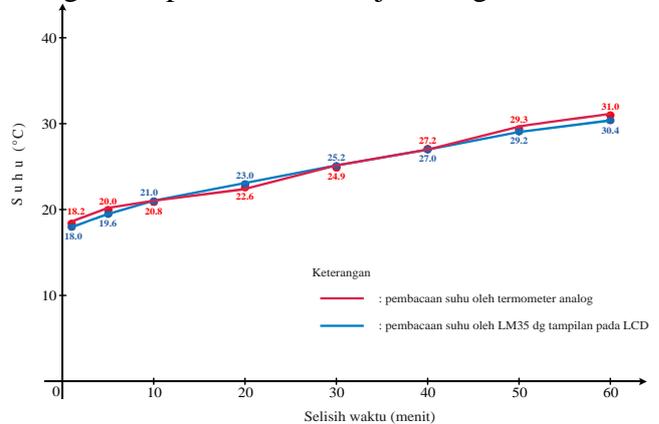
Teg. keluaran LM35 (V)	Konversi tegangan ke suhu dr LM35 (°C)
0.18	18
0.19	19
0.20	20
0.22	22
0.24	24
0.26	26
0.28	28
0.30	30

Hasil kalibrasi dengan selisih waktu ditunjukkan tabel 5.5 sebagai berikut.

Tabel 5.5. Hasil kalibrasi dengan selisih waktu

Selisih waktu	Suhu termometer analog (°C)	Suhu yg ditampilkan LCD (°C)	Selisih pembacaan suhu termometer analog dan LM35 (°C)	Ketidaklinearan LM35 (%)
1 menit	18.2	18.0	0.2	1.09
2 menit	18.8	18.6	0.2	1.06
3 menit	19.2	19.2	0.0	0
4 menit	19.5	19.2	0.3	1.54
5 menit	20.0	19.6	0.4	2.00
10 menit	20.8	21.0	0.2	0.96
20 menit	22.6	23.0	0.4	1.77
30 menit	24.9	25.2	0.3	1.205
40 menit	27.2	27.0	0.2	0.73
50 menit	29.3	29.2	0.1	0.34
60 menit	31.0	30.4	0.4	1.29

Grafik perbandingan pembacaan suhu termometer analog Dan pembacaan suhu LM35 dengan tampilan LCD ditunjukkan gambar 5.4.



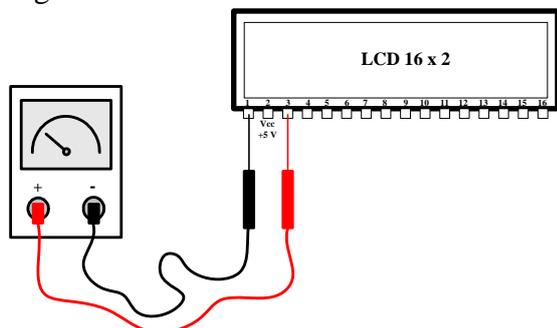
Gambar 5.4. Grafik perbandingan pembacaan suhu termometer analog dan LM35

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian perbandingan pembacaan suhu ruang dengan termometer analog dan LM35, dapat disimpulkan bahwa sensor suhu LM35 bekerja baik, karena memiliki ketidaklinearan antara 0° C-0.4° C dengan rata-rata prosentase kesalahan

pembacaan suhu sebesar 1.09 %. Hal ini sesuai dengan sifat LM35, yaitu memiliki ketidakefektifan $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$.

5.1.4. LCD M1632

Pengukuran LCD 16x2 ditunjukkan gambar 5.5 sebagai berikut



Gambar 5.5. Pengukuran LCD 16 x 2

Hasil pengukuran pada pin-pin LCD M1632 ditunjukkan tabel 5.6 sebagai berikut

Tabel 5.6. Pengukuran pin-pin LCD M1632

Pin LCD	Tegangan (V)	Ket.
1	0	Vss
2	4.8	Vcc
3	0.2	VLC
4	4.9	RS
5	0.02	R/W
6	1.55	E
7	-	DB0
8	-	DB1
9	-	DB2
10	-	DB3
11	0.05	DB4
12	0.1	DB5
13	0.09	DB6
14	0.04	DB7
15	4.9	V+
16	0.02	V-

5.1.5. Infrared Transceiver

Ada dua macam pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian kendali AC via *web* dan otomatisasi AC dengan *remote control*. Tabel 5.7 menunjukkan pengujian kendali AC via *web*.

Tabel 5.7. Pengujian kendali AC via *web*

Info <i>web</i>	Kondisi <i>remote</i>	Kondisi AC	Keterangan
Status AC: OFF	OFF	OFF	Normal
Status AC: ON	ON	ON	Normal

Hasil pengujian otomatisasi AC ditunjukkan oleh tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.8. Pengujian otomatisasi AC

Suhu Ruang ($^{\circ}\text{C}$)	Kondisi <i>Remote</i>	Kondisi AC	Keterangan
< 20	OFF	OFF	Normal
20	OFF	OFF	Normal
21	OFF	OFF	Normal
22	OFF	OFF	Normal
23	OFF	OFF	Normal
24	OFF	OFF	Normal
25	OFF	OFF	Normal
26	OFF	OFF	Normal
27	OFF	OFF	Normal
28	OFF	OFF	Normal
> 28	ON	ON	Normal

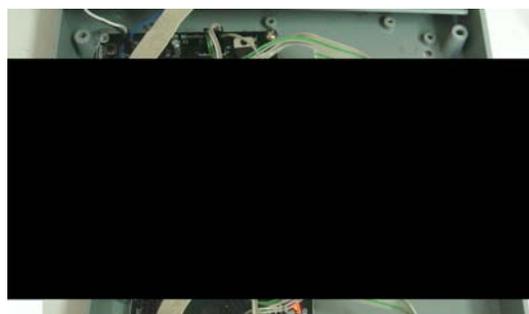
5.2. Pengujian Sistem

Sistem otomatisasi AC dapat bekerja ketika AC sudah dalam kondisi ON, di mana pengaktifan AC dilakukan via *web*. Gambar 5.6 menunjukkan sistem yang siap bekerja yang ditandai dengan LED pada rangkaian mikrokontroler ATmega16 dalam kondisi menyala (ON).



Gambar 5.6. Sistem ON-OFF AC siap bekerja

Untuk menampilkan informasi suhu pada *web*, digunakan modul NM7010. Gambar 5.7 menunjukkan koneksi modul mikrokontroler ATmega16 dengan modul NM7010.

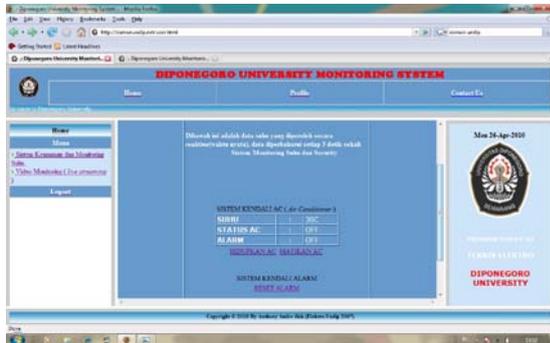


Gambar 5.7. Modul mikrokontroler ATmega16 yang telah dikoneksikan dengan modul NM7010

Ketika sistem bekerja, sensor suhu LM35 akan mendeteksi suhu ruang, dan hasil pembacaannya akan ditampilkan di LCD dan *web* sebagai berikut.



Gambar 5.8. Tampilan suhu pada LCD



Gambar 5.9. Tampilan aplikasi ON-OFF AC

VI. PENUTUP

6.1. Kesimpulan

- 1) Sistem ON-OFF AC (*Air Conditioner*) ini merupakan pengembangan dari teknologi pendingin ruangan, di mana AC dapat dikendalikan secara otomatis dengan *range* suhu tertentu. Selain itu, sistem ini dapat dikendalikan dan dimonitoring via *web*.
- 2) *Display* (tampilan) suhu ruang pada LCD prsesisi dengan suhu yang ditampilkan pada halaman *web*.
- 3) LM35 merupakan sensor suhu yang mempunyai ketelitian tinggi. Berdasarkan hasil uji alat, ketidaklinearan LM35 dalam sistem ini hanya berkisar 0°C sampai dengan 0,4°C.
- 4) Sistem ON-OFF AC (*Air Conditioner*) bekerja sesuai dengan yang diharapkan, yaitu ketika suhu ruang 20° C, AC mati sedangkan ketika suhu ruang 28° C, AC hidup.
- 5) Kendali AC dan monitoring via *web* bekerja normal, yaitu ketika instruksi pada *web* di pilih, maka sistem akan bekerja sesuai dengan instruksi tersebut.

6.2. Saran

- 1) Sistem otomatisasi AC dapat bekerja jika AC sudah dalam kondisi ON. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat dikondisikan sistem otomatisasi AC dapat bekerja, baik AC dalam kondisi ON maupun OFF.
- 2) Sistem otomatisasi AC hanya berfungsi untuk mengaktifkan atau menonaktifkan AC (ON-OFF AC) saja. Untuk pengembangan selanjutnya, diharapkan sistem otomatisasi AC tidak hanya untuk ON-OFF AC saja, tetapi juga dapat mengendalikan suhu AC, sehingga dapat menjaga suhu ruang tetap stabil.
- 3) Sistem kendali AC via *web* (pengaktifan AC) memerlukan *delay* untuk mengeksekusi. Hal ini berhubungan dengan *loading* dalam jaringan. Diharapkan, dalam pengoperasian sistem ini, jaringan dalam kondisi yang bagus, sehingga sistem dapat bekerja lebih optimal.
- 4) Karena alat ini merupakan sistem berbasis mikrokontroler, maka diperlukan perawatan dan pengecekan berkala pada bagian-bagian vital, terutama pengecekan catu daya agar kelurannya tetap 5 Volt, sehingga tidak merusak IC (*Chip*) digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, Owen. 2004. *Dasar-dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Handoko, Juni. 2009. *Merawat dan Memperbaiki AC*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Joni, I Made, dan Budi Raharjo. 2008. *Pemrograman C dan Implementasinya*. Bandung: Informatika.
- Tooley, Mike. 2002. *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.
- <http://cvastro.com>
- <http://one.indoskripsi.com>
- <http://pdf1.alldatasheet.com>
- <http://www.atmel.com>