



**UNIVERSITAS INDONESIA**



**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LAMPU DAN  
PENDINGIN RUANGAN**

**SKRIPSI**

**SYUKRON MA'MUN  
06 06 07 4395**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
DESEMBER 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LAMPU DAN  
PENDINGIN RUANGAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**SYUKRON MA'MUN  
06 06 07 4395**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
DESEMBER 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Syukron Ma'mun**

**NPM : 0606074395**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : 17 Desember 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Syukron Ma'mun

NPM : 0606074136


Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi :

### **RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LAMPU DAN PENDINGIN RUANGAN**

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia**

#### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. -Ing Eko Adhi Setiawan (  )

Penguji : Chairul Hudaya, ST, M.Sc



Penguji : Aji Nur Widyanto, ST, MT

(  )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Januari 2011

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tiada kata yang patut Penulis ucapkan selain Puji dan Syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat dan pertolongan-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang merupakan salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dari berbagai pihak, sangatlah sulit untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr.-Ing Eko Adhi Setiawan S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan dan diskusi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Orang tua tercinta serta Kakak dan Adikku yang telah memberikan motivasi dan dukungan baik moril maupun materil .
3. Rekan-rekan Tim Robotika UI, Beastudi Etos Jakarta, Asisten Lab TTPL, Salam 1 Depok dan Bimbel Alumni Depok yang telah membantu dan mengingatkan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Rekan-rekan mahasiswa Departemen Teknik Elektro FTUI yang telah memberikan bantuan dalam penulisan skripsi ini.
5. Dan seluruh Sivitas akademik Departemen Teknik Elektro yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu Penulis dalam penyusunan skripsi ini. Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 17 Desember 2010

Penulis

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Syukron Ma'mun

NPM : 0606074395

Program Studi : Teknik Elektro

Departemen : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LAMPU DAN PENDINGIN  
RUANGAN**

beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama dalam tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Tanggal : 17 Desember 2010

Yang menyatakan,



Syukron Ma'mun

## ABSTRAK

Nama : Syukron Ma'mun  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul : PERANCANGAN SISTEM OTOMASI LAMPU DAN  
PENDINGIN RUANGAN

Kebutuhan energi listrik terus meningkat, salah satu cara mengatasi permasalahan ini adalah dengan cara melakukan penghematan energi listrik. Tetapi penghematan ini kurang berjalan efektif karena keterbatasan manusia yang sering lupa dan malas untuk memadamkan peralatan listrik seperti lampu dan pendingin ruangan ketika ruangan tersebut tidak sedang dipergunakan. Salah satu solusi alternatif dalam permasalahan ini, akan dirancang bangun sistem otomasi yang secara otomatis menghidupkan atau memadamkan lampu dan pendingin ruangan dengan mendeteksi keberadaan manusia di dalam ruangan dengan sensor *pyro-electric* (PIR) dan mempertimbangkan kondisi ruangan (intensitas cahaya dan suhu) menggunakan sensor LDR dan LM35. Sistem ini dikoordinasikan dengan mikrokontroler AVR ATmega8535.

Kata Kunci: penghematan energi listrik, lampu dan pendingin ruangan, *pyro-electric* (PIR), LDR, LM35, mikrokontroler, AVR ATmega8535

## ABSTRACT

Name : Syukron Ma'mun  
Study Program : Teknik Elektro  
Title : DESIGNING AUTOMATION SYSTEM OF LIGHTING AND AIR CONDITIONING

Electrical energy demand continues to increase, one way of overcoming this problem is to conduct electrical energy savings. But the savings is less effective because of human limitations that are often forgotten and lazy to extinguish electrical appliances such as lights and air conditioning when rooms are not being used. One alternative solution to this problem, we will design automation system that automatically turn on or turn off lights and air conditioning by detecting human presence in the room with the pyro-electric sensor (PIR) and consider the condition of the room (light intensity and temperature) using a sensor LDR and LM35. This system is coordinated with AVR ATmega8535 microcontroller

Keywords: electrical energy saving, lighting and air conditioning, pyro-electric (PIR), LDR, LM35, microcontroller, AVR ATmega8535.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
<b>2. TEORI DASAR.....</b>	<b>6</b>
2.1 Sensor <i>Pyro-electric</i> (PIR).....	6
2.2 <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR).....	8
2.3 Sensor Suhu LM35.....	9
2.4 Mikrokontroler.....	10
2.4.1 Susunan Pin ATmega8535.....	11
2.4.2 Arsitektur Mikrokontroler ATmega8535.....	13
2.4.3 ALU ( <i>Arithmetic Logic Unit</i> ).....	14
2.4.4 <i>Program Memory</i> .....	14
2.4.5 <i>Program Counter</i> .....	14
2.4.6 <i>General Purpose Working Register</i> (GPR).....	14
2.4.7 <i>Static Random Access Memory</i> (SRAM).....	14
2.4.8 <i>Internal Pheripheral</i> .....	15
<b>3. RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LAMPU DAN PENDINGIN RUANGAN.....</b>	<b>17</b>

3.1 Sistem Secara Umum .....	17
3.1.1 Cara Kerja Sistem .....	18
3.2 Perancangan Perangkat Keras .....	19
3.2.1 Sensor <i>pyro-electric</i> (PIR) .....	19
3.2.2 Sensor Cahaya (LDR) .....	21
3.2.3 Sensor Suhu (LM35) .....	22
3.2.4 Mikrokontroler ATmega 8535 .....	22
3.2.5 Subsistem Keypad 4x4 .....	23
3.2.6 Subsistem Display LCD 16x2 .....	24
3.2.7 Subsistem Driver Relay .....	24
3.2.8 Subsistem Lampu dan Pendingin Ruangan .....	23
3.3 Perancangan Perangkat Lunak .....	25
3.3.1 Spesifikasi Perangkat Lunak .....	25
3.4.2 Diagram Alir Perangkat Lunak .....	25
<b>4. UJI COBA DAN ANALISIS .....</b>	<b>29</b>
4.1 Uji Coba dan Analisis Perangkat Keras .....	29
4.1.1 Uji Coba Subsistem Sensor PIR KC7783R .....	30
4.1.2 Uji Coba Subsistem Sensor LDR .....	32
4.1.3 Uji Coba Subsistem Sensor LM35 .....	34
4.1.4 Uji Coba Subsistem Mikrokontroler MA-8535 .....	35
4.1.5 Uji Coba Subsistem Driver Relay .....	36
4.2 Uji Coba dan Analisis Sistem .....	37
4.2.1 Uji Coba Perubahan Intensitas Cahaya .....	38
4.2.2 Uji Coba Perubahan Intensitas Suhu .....	40
4.2.3 Uji Coba Perubahan Intensitas Cahaya dan Suhu .....	42
4.3 Analisis Penghematan .....	44
<b>5. KESIMPULAN.....</b>	<b>48</b>
<b>DAFTAR ACUAN.....</b>	<b>49</b>
<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Konsumsi Listrik Perkapita Indonesia Tahun 1972-2007 .....	1
Gambar 1.2	Grafik Konsumsi Listrik Harian Indonesia .....	3
Gambar 2.1	Sensor Pyro-electric (PIR) .....	6
Gambar 2.2	Sensor Pyro-electric (PIR) elemen tunggal .....	7
Gambar 2.3	Sensor Pyro-electric (PIR) elemen ganda .....	8
Gambar 2.4	LDR .....	8
Gambar 2.5	Sensor Suhu LM35 (bentuk TO-92).....	10
Gambar 2.6	Susunan Pin ATmega8535 .....	11
Gambar 2.7	Arsitektur ATmega8535 .....	13
Gambar 3.1	Blok Diagram Sistem .....	17
Gambar 3.2	PIR KC7783R .....	19
Gambar 3.3	Blok Diagram PIR KC7783R .....	20
Gambar 3.4	Konfigurasi Pin PIR KC7783R .....	21
Gambar 3.5	Rangkaian LDR .....	21
Gambar 3.6	Konfigurasi Pin LM35 bentuk TO-92 .....	22
Gambar 3.7	Mikro AVR 8535 produksi Klinik Robot .....	23
Gambar 3.8	Keypad 4x4 produksi Innovative Electronics .....	23
Gambar 3.9	LCD Display 16x2 .....	24
Gambar 3.10	Rangkaian Driver Relay .....	25
Gambar 3.11	Diagram Alir Sistem Secara Umum.....	26
Gambar 3.12	Diagram Alir Sistem Otomasi .....	27
Gambar 4.1	Perangkat yang telah dibuat .....	29
Gambar 4.2	Tampilan Ketika PIR Mendeteksi Manusia .....	30
Gambar 4.3	Skema Pengambilan Data PIR .....	31
Gambar 4.4	Rangkaian Pembagi Tegangan LDR .....	32
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan LDR dan Luxmeter .....	33
Gambar 4.6	Tampilan Awal Ketika Dihubungkan dengan Catu Daya .....	37
Gambar 4.7	Sistem Diuji dalam Aquarium Tertutup .....	38
Gambar 4.8	Tampilan Sistem Ketika Lampu Hidup dan Pendingin Ruangan Mati.....	40
Gambar 4.9	Tampilan Sistem Ketika Lampu Mati dan Pendingin Ruangan Hidup .....	42
Gambar 4.10	Tampilan Sistem Ketika Lampu Hidup dan Pendingin Ruangan Hidup .....	44

Gambar 4.11 Pengukuran Energi Listrik Lampu Pijar 100 Watt.....	45
Gambar 4.12 Lampu dengan Sistem Otomasi (Hidup Ketika Mendeteksi Manusia).....	45
Gambar 4.13 Lampu dengan Sistem Otomasi (Mati Ketika Tidak Mendeteksi Manusia).....	46
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Daya Listrik yang Terpakai Lampu .....	46
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Energi Listrik yang Terpakai Lampu.....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Prediksi Kebutuhan Listrik Tahun 2009-2018 (Dalam GWH).....	1
Tabel 3.1	Spesifikasi Modul PIR KC7783R .....	20
Tabel 4.1	Hasil Pengujian PIR KC7783R.....	31
Tabel 4.2	Hasil Pengujian LDR Setelah Dikonversi Satuannya Menjadi Lux ...	33
Tabel 4.3	Hasil Pengujian LM35 .....	34
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Fungsi Input/Output MA-8535 .....	35
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Driver Relay .....	36
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Sistem dengan Perubahan Intensitas Cahaya.....	39
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Sistem dengan Perubahan Suhu Ruangan .....	41
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Sistem dengan Perubahan Intensitas Cahaya dan Suhu Ruangan.....	43

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Peningkatan taraf hidup yang terjadi di Indonesia akibat adanya pembangunan yang dilaksanakan, menimbulkan banyak perubahan dalam standar dan pola kehidupan masyarakat. Perubahan tersebut akan selalu diikuti dengan peningkatan kebutuhan daya listrik, sebagai akibat dengan bertambahnya jumlah peralatan rumah tangga yang membutuhkan energi listrik.

Berdasarkan data dalam *Public Data* Google yang diperoleh dari Bank Dunia (Indikator Pembangunan Dunia), konsumsi listrik perkapita Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun.



Gambar 1.1 – Grafik Konsumsi Listrik Perkapita Indonesia Tahun 1972-2007 [1]

Bahkan prediksi PLN, kebutuhan listrik di Indonesia akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang terutama di sistem Jawa – Bali

Tabel 1.1 – Prediksi Kebutuhan Listrik Tahun 2009-2018 (Dalam GWH) [2]

Tahun	DKI	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur	Bali	Jumlah
2009	31,039	37,054	15,126	21,936	2,655	107,810
2010	34,001	40,858	16,955	24,114	3,024	118,952
2011	37,248	44,969	19,006	26,510	3,435	131,168
2012	40,807	49,446	21,307	29,145	3,893	144,598
2013	44,710	54,312	23,888	32,043	4,404	159,357
2014	48,720	59,541	26,614	35,055	4,945	174,874
2015	53,093	65,187	29,653	38,352	5,545	191,830
2016	58,194	71,109	32,988	41,635	6,230	210,156
2017	63,784	77,074	36,697	45,199	7,000	229,755
2018	69,910	83,253	40,823	49,069	7,865	250,920

Pertambahan kebutuhan energi listrik tersebut selayaknya diikuti dengan penghematan penggunaan energi listrik secara menyeluruh dan terpadu.

Ada 2 parameter untuk menilai tingkat konsumsi listrik yaitu elastisitas energi dan intensitas energi. Elastisitas energi adalah perbandingan pertumbuhan konsumsi listrik dengan pertumbuhan ekonomi. Semakin rendah angka elastisitas, semakin efisien pemanfaatan energinya. Dengan pertumbuhan ekonomi yang paling tinggi 5% per tahun dan pertumbuhan konsumsi listrik 7% pertahun, angka elastisitas energi Indonesia lebih dari 1. Sedang rata-rata di negara maju berada di angka 0,5. Pertumbuhan ekonominya dua kali lebih tinggi dari pertumbuhan konsumsi listrik [3].

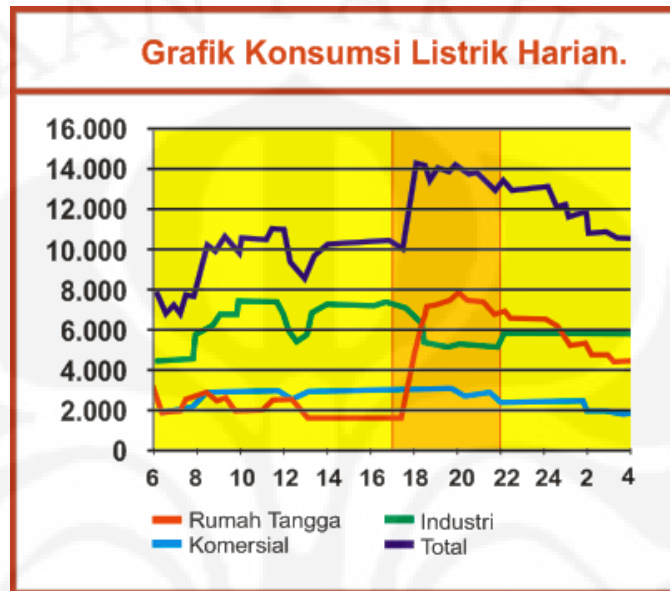
Sedangkan intensitas energi adalah perbandingan jumlah konsumsi energi per PDB (pendapatan domestik bruto). Semakin efisien listrik suatu negara, maka intensitasnya semakin kecil. Saat ini angka intensitas listrik di Indonesia mencapai 400, Jepang merupakan negara yang paling efisien yakni dengan index 100. Thailand masih lebih baik dibanding kita dengan index di angka 350 [3].

Indonesia merupakan negara yang terboros dalam pemakaian listrik di ASEAN. Data ASEAN Centre for Energy (ACE) juga menyebutkan, Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi paling besar untuk melakukan penghematan tenaga listrik akibat tingkat pemborosan energi listrik yang relatif tinggi selama ini. Pasokan listrik di Indonesia sendiri kini dalam status siaga karena cadangan yang tersisa tidak banyak tersedia [4].

Negara-negara ASEAN lainnya sudah menerapkan gerakan penghematan energi secara konsisten. Dengan demikian, warga secara individu maupun lembaga sudah memiliki komitmen untuk melakukan penghematan pada penggunaan listrik. Bahkan Thailand memiliki peraturan yang mewajibkan setiap perusahaan merekrut manajer energi. Hal itu bertujuan agar perusahaan tidak melakukan pemborosan energi [4].

Beda dengan penghematan energi listrik di Indonesia, sejauh ini belum ada kabar menggembirakan dari upaya hemat energi oleh pelanggan rumah tangga. Hal ini sepertinya membuktikan analisa berbagai pakar yang menyebut penggunaan energi listrik di Indonesia lebih bersifat konsumtif daripada untuk hal produktif. Sekedar contoh, di Jepang waktu beban puncak penggunaan listrik

terjadi pada jam 06.00 – 18.00 yang notabene waktu jam kerja. Dan kurva beban terlihat sangat turun pada jam istirahat sekitar pukul 12.00 – 13.00, hal yang tabu membiarkan komputer menyala saat ditinggal makan siang. Di sore malam hari saat seluruh anggota keluarga berkumpul di rumah, konsumsi listrik di negara tersebut tak terlihat kenaikan berarti [3].



Gambar 1.2 – Grafik Konsumsi Listrik Harian Indonesia [3]

Penghematan energi sangat bergantung pada perilaku dan kesadaran manusia. Sekitar 80 persen keberhasilan kegiatan konservasi energi ditentukan oleh faktor manusia, sedangkan 20 persen lagi bergantung pada teknologi dan peralatan. Contoh pemborosan terbesar di perkantoran atau bangunan publik adalah penggunaan mesin penyejuk udara (AC) dan lampu yang tetap dihidupkan meski tak diperlukan lagi. Padahal, porsi konsumsi listrik AC dan lampu relatif besar, yakni di atas 45 persen dan 30 persen [4].

Penghematan energi semakin relevan, sehubungan rencana Pemerintah untuk menurunkan subsidi energi, sehingga akan menjadikan harga BBM dan energi listrik semakin mahal pada tahun-tahun mendatang.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka dalam Skripsi ini akan dibahas tentang rancang bangun sistem otomasi untuk menghidupkan dan mematikan peralatan listrik seperti lampu dan pendingin ruangan untuk menghemat penggunaan energi listrik berbasis rumah cerdas.



Sistem yang dimaksud secara otomatis akan menghidupkan lampu dan pendingin ruangan apabila ada aktivitas manusia di dalam ruangan yang dimonitor oleh sensor dengan mempertimbangkan kondisi ruangan (intensitas cahaya dan suhu), dan akan mematikan lampu dan pendingin ruangan apabila tidak ada aktivitas manusia didalam ruangan tersebut. Dengan demikian, sistem ini tidak akan membiarkan lampu dan pendingin ruangan menyala secara terus menerus apabila ruangan tersebut tidak sedang dipergunakan manusia.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Konsumsi listrik perkapita Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun, bahkan kebutuhan listrik di Indonesia diprediksikan akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang. Pertambahan kebutuhan energi listrik tersebut selayaknya diikuti dengan penghematan penggunaan energi listrik secara menyeluruh dan terpadu. Namun, penghematan energi listrik di Indonesia sejauh ini belum ada kabar menggembirakan dari upaya hemat energi oleh pelanggan rumah tangga. Penghematan tidak berjalan efektif karena keterbatasan manusia yang sering lupa dan malas untuk memadamkan peralatan listrik seperti lampu dan pendingin ruangan. Untuk itu diperlukan sistem yang dapat menghidupkan dan mematikan peralatan listrik seperti lampu dan pendingin ruangan secara otomatis dalam upaya penghematan penggunaan energi listrik.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari Skripsi ini adalah membuat suatu rancang bangun sistem otomasi lampu dan pendingin ruangan (*DC cooler*) terintegrasi dalam suatu rumah berdasarkan keberadaan manusia dengan mempertimbangkan intensitas cahaya (untuk lampu) dan suhu ruangan (untuk pendingin ruangan) dalam upaya untuk membantu penghematan penggunaan energi listrik.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Laporan skripsi yang dibuat terbatas pada perancangan sistem otomasi lampu dan pendingin ruangan, pendingin ruangan yang dimaksud adalah DC cooler. Selain itu, di dalam skripsi ini juga dibahas mengenai algoritma yang akan digunakan sistem. Algoritma tersebut direpresentasikan ke dalam *flowchart*. Setelah dirancang dan dibuat, sistem ini akan diuji kelayakannya.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Bab satu adalah pendahuluan, yang menjelaskan mengenai latar belakang dibuatnya Skripsi ini, perumusan masalah yang akan dihadapi dalam pembuatan Skripsi dengan tema yang diambil, tujuan dibuatnya Skripsi ini, batasan masalah yang akan dibahas pada Skripsi ini, dan sistematika penulisan laporan Skripsi. Bab dua berupa landasan teori yang menjelaskan tentang sensor yang dipakai dan prinsip kerjanya, mikrokontroler dan sistem pengendalinya, dan rangkaian pendukung dari sistem otomasi ini. Bab tiga berisi penjelasan tentang skema dan rancangan sistem otomasi yang akan dibuat. Pada bab ini juga dibahas rencana implementasi. Bab empat akan dijelaskan mengenai pengujian yang dilakukan terhadap sistem yang telah dibuat dan analisisnya. Bab lima adalah penutup dan kesimpulan dari Skripsi ini.

## BAB II

### TEORI DASAR

Dalam sistem yang akan dibuat nanti menggunakan 3 sensor, yaitu sensor *pyro-electric* (PIR), LDR, dan LM35. Sensor *pyro-electric* digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia menggunakan prinsip energi panas yang dipancarkan manusia, sensor LDR mengukur intensitas cahaya dalam ruangan, sedangkan sensor LM35 digunakan untuk mengukur suhu. Data-data informasi tentang kondisi ruangan (keberadaan manusia, cahaya dan suhu) yang diterima sensor-sensor ini kemudian akan diolah oleh mikrokontroler untuk mengambil keputusan dan memerintahkan penghidupan atau pemadaman lampu dan pendingin ruangan.

#### 2.1 Sensor *Pyro-electric* (PIR)

Sensor *pyro-electric* atau biasa disebut dengan sensor pasif infrared (PIR), adalah sensor yang mendeteksi perubahan radiasi panas (infrared) dan mengubahnya menjadi output tegangan. Sesuai dengan namanya, sensor ini tidak memerlukan pemancar infrared secara khusus, melainkan hanya menerima pancaran infrared dari berbagai sumber yang bergerak, dalam hal ini adalah manusia. Jadi, ketika seseorang berjalan melewati sensor, sensor akan menangkap pancaran sinar inframerah pasif yang dipancarkan oleh tubuh manusia yang memiliki suhu yang berbeda dari lingkungan sehingga menyebabkan material *pyroelectric* bereaksi menghasilkan arus listrik karena adanya energi panas yang dibawa oleh sinar inframerah pasif tersebut [5].



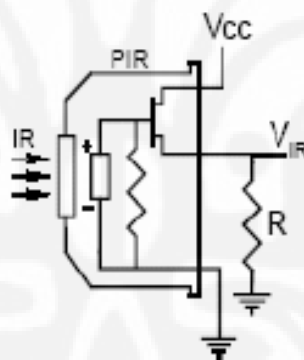
Gambar 2.1 – Sensor *Pyro-electric* (PIR)

Sensor ini terdiri dari elemen yang terbuat dari bahan keramik bersifat ferroelectric, yaitu Polyethylene Zirconate Titanate (PZT). Sensor *pyro-electric* ini berdasarkan jumlah elemennya terbagi menjadi 2 jenis, yaitu :

- Sensor *pyro-electric* elemen tunggal
- Sensor *pyro-electric* elemen ganda

a. *Pyro-electric* elemen tunggal [5]

Cara kerja sensor jenis ini adalah apabila terdapat sumber radiasi panas bergerak di dalam daerah yang dipantau oleh sensor, maka perubahan energi sinar infrared yang diakibatkan oleh perbedaan temperatur antara sumber dengan latar belakangnya dideteksi oleh sensor. Perubahan energi sinar infrared tersebut dikonversikan menjadi panas oleh lapisan film pada permukaan elektrode elemen, sehingga menyebabkan perubahan temperatur pada elemen. Perubahan temperatur ini menghasilkan arus listrik yang mengalir melalui resistor  $R_g$ , sebuah resistor penghubung antara elektrode, sehingga tegangan timbul pada resistor ini.



Gambar 2.2 – Sensor *Pyro-electric* (PIR) Elemen Tunggal

b. *Pyro-electric* elemen ganda [5]

Sensor *pyro-electric* elemen ganda terdiri dari 2 elemen, masing-masing berukuran 2x1 mm yang dihubungkan secara seri dengan polaritas saling berkebalikan. Cara kerja dari sensor *pyro-electric* jenis ini adalah sebagai berikut :

- 1) Jika terdapat energi sinar infrared melintasi 2 elemen secara berurutan, maka akan dihasilkan sinyal-sinyal positif dan negatif. Sinyal output mempunyai tegangan puncak ke puncak dengan daerah lebar.
- 2) Jika kedua elemen yang polaritasnya saling berlawanan menerima energi sinar infrared secara simultan, maka tidak akan dihasilkan sinyal output, karena sinyal dengan polaritas positif dan negatif saling meniadakan.



Gambar 2.3 – Sensor *Pyro-electric* (PIR) Elemen Ganda

Sensor *pyro-electric* jenis ini memiliki keuntungan :

- Mencegah terjadinya kesalahan operasi yang disebabkan oleh sumber cahaya luar, seperti cahaya matahari, yang mengandung energi sinar infrared.
- Mencegah terjadinya kesalahan operasi yang disebabkan oleh getaran pada sensor
- Memiliki ketahanan yang tinggi terhadap temperatur lingkungan yang bervariasi.

## 2.2 *Light Dependent Resistor (LDR)*

LDR adalah salah satu komponen listrik yang peka cahaya, piranti ini bisa disebut juga sebagai fotosel, fotokonduktif, atau fotoresistor. LDR memanfaatkan bahan semikonduktor yang karakteristik listriknya berubah-ubah sesuai dengan cahaya yang diterima. Bahan yang digunakan adalah Kadmium Sulfida (CdS) dan Kadmium Selenida (CdSe). Bahan-bahan ini paling sensitif terhadap cahaya dalam spektrum tampak, dengan puncaknya sekitar  $0,6 \mu\text{m}$  untuk CdS dan  $0,75 \mu\text{m}$  untuk CdSe. Sebuah LDR CdS yang tipikal memiliki resistansi sekitar  $1 \text{ M}\Omega$  dalam kondisi gelap gulita dan kurang dari  $1 \text{ K}\Omega$  ketika ditempatkan dibawah sumber cahaya terang. Dengan kata lain, resistansi LDR sangat tinggi dalam intensitas cahaya yang lemah (gelap), sebaliknya resistansi LDR sangat rendah dalam intensitas cahaya yang kuat (terang) [6].



Gambar 2.4 – LDR

Karakteristik LDR terdiri dari dua macam yaitu Laju Recovery dan Respon Spektral:

➤ Laju Recovery [6]

Bila sebuah LDR dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu kedalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju recovery merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K /detik, untuk LDR tipe arus nilainya lebih besar dari 200 K /detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

➤ Respon Spektral [6]

LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas, dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik.

### 2.3 Sensor Suhu LM35

Sensor LM35 adalah sensor suhu presisi yang berbentuk IC, yang output tegangannya linier sebanding dengan temperatur (skala Celsius). Dengan demikian LM35 memiliki keunggulan lebih dari sensor suhu linier yang dikalibrasi dalam °Kelvin. LM35 tidak memerlukan kalibrasi eksternal untuk memberikan akurasi  $\pm 1/4$  °C pada suhu ruangan dan  $\pm 3/4$  °C untuk rentang suhu -55 sampai 150 °C. LM35 ini dapat digunakan dengan sumber tegangan tunggal, atau dengan sumber tegangan positif dan negatif. LM35 ini beroperasi dalam rentang suhu -55 sampai 150 °C, sedangkan LM35C memiliki rating -40 sampai 110 °C. Sensor LM35 tersedia dalam bentuk hermetis TO-46 paket transistor,

sedangkan LM35C, LM35CA, dan LM35D juga tersedia dalam bentuk plastik TO-92 paket transistor [7].



Gambar 2.5 – Sensor Suhu LM35 (bentuk TO-92)

Keuntungan fitur [7]:

- Dikalibrasi langsung dalam ° Celsius
- Faktor skala linear +10.0 mV / °C
- Akurasi 0.5 °C (pada 25 °C)
- Beroperasi dalam rentang -55 ° sampai 150 °C
- Cocok untuk aplikasi remote
- Murah
- Beroperasi dalam tegangan 4-30 volt
- Arus yang mengalir kurang dari 60 µA
- *Self-heating* yang rendah, 0,08 °C dalam udara
- Nonlinier hanya ± 1/4 °C
- Impedansi output rendah, 0,1 Ω untuk beban 1 mA

#### 2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah *single chip computer* yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol[8]. Mikrokontroler merupakan komponen elektronika yang menggabungkan berbagai macam piranti tambahan ke dalam mikrokomputer menjadi satu *chip* IC. Piranti gabungan ini memuat unit pemroses data pusat (CPU), unit memori (ROM dan RAM), port I/O, dan ditambah dengan beberapa fasilitas lain seperti pewaktu, *counter*, dan layanan kontrol interupsi.

Karena kemampuannya yang tinggi, bentuknya yang kecil, konsumsi dayanya yang rendah, dan harga yang murah maka mikrokontroler begitu banyak

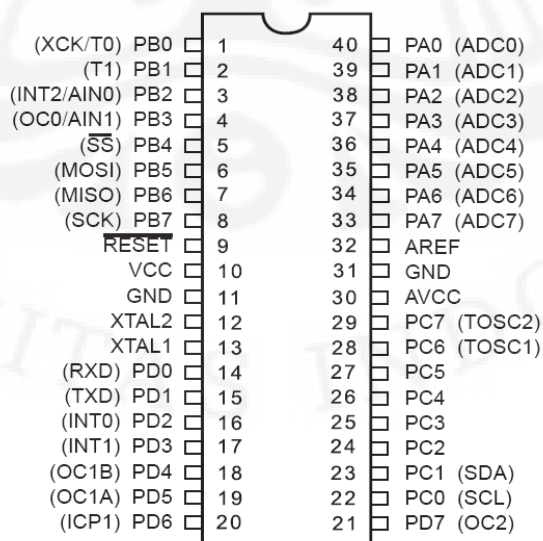
digunakan di dunia. Mikrokontroler digunakan mulai dari mainan anak-anak, perangkat elektronik rumah tangga, perangkat pendukung otomotif, peralatan industri, peralatan telekomunikasi, peralatan medis dan kedokteran, sampai dengan pengendali robot serta persenjataan militer.

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's RISC processor*) merupakan salah satu jenis arsitektur mikrokontroler yang menjadi andalan Atmel. Arsitektur ini dirancang memiliki berbagai kelebihan dan merupakan penyempurnaan dari arsitektur mikrokontroler-mikrokontroler yang sudah ada. Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8-bit dan semua intruksi dikemas dalam kode 16-bit (*word*) dan sebagian besar eksekusi dalam 1 siklus detak.

Berbagai seri mikrokontroler AVR telah diproduksi oleh Atmel dan digunakan di dunia sebagai mikrokontroler yang bersifat *low cost* dan *high performance*. Di Indonesia, mikrokontroler AVR banyak dipakai karena fiturnya yang cukup lengkap, mudah untuk didapatkan, dan harganya yang relatif terjangkau. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga Attiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Dalam Skripsi ini digunakan mikrokontroler seri ATmega8535.

#### 2.4.1 Susunan Pin ATmega8535 [9]

Berikut ini adalah gambar susunan pin ATmega8535 :



Gambar 2.6 – Susunan Pin ATmega8535 [9]



➤ VCC

Catu daya positif yang besarnya 5 volt DC

➤ GND

Catu daya *ground*

➤ Port A (PA7-PA0)

Port A berfungsi sebagai *input* analog pada A/D Konverter. Port A juga berfungsi sebagai suatu Port I/O 8-bit dua arah jika A/D Konverter tidak digunakan. Pin - pin Port dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit).

➤ Port B (PB7-PB0)

Port B adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk beberapa bit).

➤ Port C (PC7-PC0)

Port C adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk beberapa bit).

➤ Port D (PD7-PD0)

Port D adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk beberapa bit).

➤ RESET

Reset input, bertindak sebagai input untuk melakukan inisialisasi mikrokontroler pada sebuah keadaan awal.

➤ XTAL1

Input Oscillator, bersama XTAL2 digunakan untuk menghubungkan sebuah kristal atau rangkaian clock CMOS untuk menghasilkan clock internal.

➤ XTAL2

Output Oscillator, bersama XTAL1 digunakan untuk menghubungkan sebuah kristal atau rangkaian clock CMOS untuk menghasilkan clock internal.

➤ AVCC

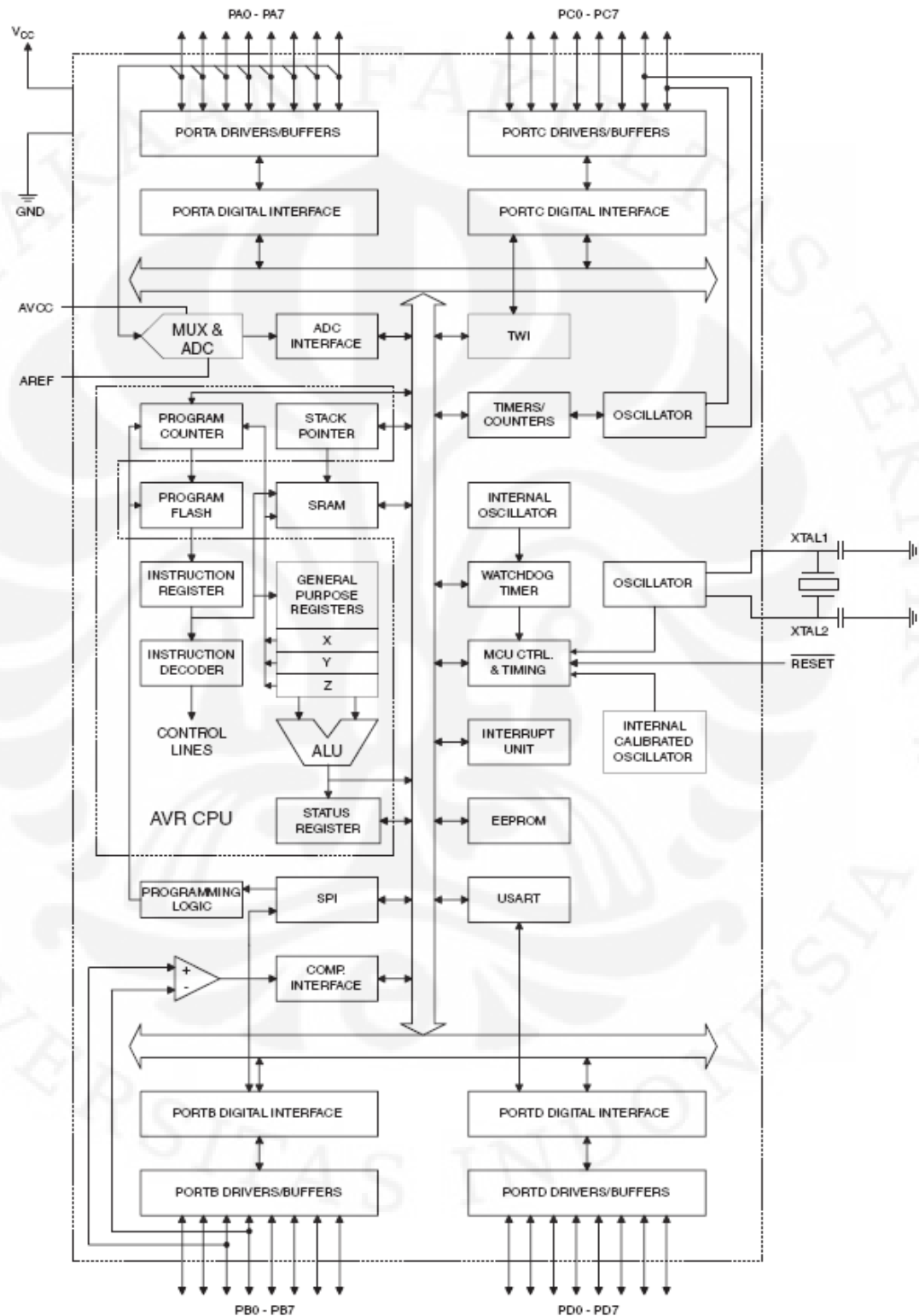
AVCC adalah pin penyedia tegangan untuk port A dan A/D Konverter

➤ AREF

AREF adalah pin referensi analog untuk A/D konverter.

## 2.4.2 Arsitektur Mikrokontroler ATmega8535

Berikut ini adalah gambar bagan arsitektur dari mikrokontroler ATmega8535 :



Gambar 2.7 – Arsitektur ATmega8535 [9]

### 2.4.3 ALU (*Arithmetic Logic Unit*)

ALU (*Arithmetic Logic Unit*) adalah sebuah rangkaian digital yang melakukan operasi aritmatika dan logika. ALU ini melakukan operasi kode program yang ditunjuk oleh *program counter* [10].

### 2.4.4 *Program Memory*

*Program memory* adalah sebuah *Flash PEROM* yang berfungsi sebagai media penyimpanan perangkat lunak yang disimpan dalam bentuk biner. Di dalam program memori ini, kode yang disimpan adalah alamat ruangan data yang disimpan dan datanya [10].

### 2.4.5 *Program Counter*

*Program counter* adalah elemen yang menunjukkan ALU alamat kode program yang akan dieksekusi [10].

### 2.4.6 *General Purpose Working Register (GPR)*

Adalah register kerja (R0-R31) yang mempunyai ruangan 8-bit. GPR ini adalah tempat ALU mengeksekusi kode-kode program sehingga dapat dikatakan bahwa setiap instruksi ALU pasti melibatkan GPR. GPR terbagi dua, yaitu kelompok atas (R16-R31) dan kelompok bawah (R0-R15), dimana kelompok bawah tidak bisa digunakan untuk mengakses data secara langsung (hanya dapat digunakan antar register, SRAM, atau register I/O [10].

Kelebihan lain dari GPR adalah terdapat register pasangan yang digunakan untuk pointer.

### 2.4.7 *Static Random Access Memory (SRAM)*

*Static RAM* adalah RAM yang alamatnya bersifat statis atau tidak berubah. Hal ini menyebabkan SRAM tidak perlu diperbaharui secara periodik. Meskipun begitu, SRAM tetap merupakan memori yang *volatile*, sehingga data yang ada di dalamnya akan hilang jika SRAM ini tidak diberi sumber tegangan [10].

### 2.4.8 Internal Pheripheral

Adalah peralatan atau modul yang internal yang terdapat di dalam mikrokontroler seperti saluran I/O (termasuk ADC), interupsi eksternal, *timer/counter*, USART, EEPROM, dan lain-lain. Setiap peralatan internal mempunyai port (register I/O) yang mengendalikannya. Kata-kata *port* dan *I/O* di sini bukan hanya pin *input* dan pin *output* tetapi semua peralatan internal yang ada di dalam *chip* di sini disebut *port* atau I/O (dengan kata lain di luar CPU adalah I/O walaupun di dalam *chip*) [10].

#### 2.4.8.1 Analog to Digital Converter (ADC)

*Analog to digital converter* (ADC) adalah sebuah divais yang mengubah sinyal kontinyu ke sinyal diskrit. Pengubahan sinyal kontinyu ke sinyal diskrit ini dilakukan dengan cara mengambil sampel pada setiap rentang waktu yang ditentukan. Setelah diambil sampelnya, kemudian nilai dari sampel ini dikodekan kedalam beberapa bit tertentu tergantung dari resolusi ADC yang digunakan.

Salah satu kelebihan dari mikrokontroler keluarga AVR adalah terdapatnya ADC internal. ADC adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal-sinyal digital. ADC ini dapat dipasang sebagai pengonversi tegangan analog dari suatu peralatan sensor ke konfigurasi digital yang akan diumpankan ke suatu sistem minimum. Jenis ADC yang terdapat pada bawaan mikrokontroler keluarga AVR mempunyai resolusi sampai dengan 10 bit [10].

#### 2.4.8.2 USART

*Universal Serial Asynchronous Receiver Transmitter* (USART) adalah rangkaian elektronika yang digunakan sebagai *port serial*. Rangkaian ini mengubah paralel *bytes* dari CPU ke dalam bit-bit serial yang digunakan untuk transmisi dan juga sebaliknya. Rangkaian ini menghasilkan bit-bit penanda awal dan akhir dari transmisi yang terpasang pada setiap karakter serta melucutinya.

Pada mikrokontroler keluarga ATmega, terdapat USART internal yang dapat bekerja dengan dua mode operasi, yaitu mode operasi sinkron dan mode operasi asinkron. Sinkron berarti *clock* yang digunakan antara *transmitter* dan *receiver* satu sumber *clock*, sedangkan asinkron berarti masing-masing mempunyai sumber *clock* sendiri [10].



**BAB III**  
**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LAMPU DAN PENDINGIN**  
**RUANGAN**

**3.1 Sistem Secara Umum**

Pada Bab ini akan dibahas perancangan dan pembuatan dari perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem otomasi lampu dan pendingin ruangan (DC cooler), dimana diharapkan dengan adanya sistem otomasi ini dapat menjadi upaya alternatif untuk menghemat penggunaan energi listrik dan memudahkan kehidupan rumah tangga. Adapun untuk blok diagram secara umum, dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 3.1 – Blok Diagram Sistem

### 3.1.1 Cara Kerja Sistem

Tubuh manusia merupakan sumber panas yang memancarkan radiasi energi panas berupa sinar infra merah yang mempunyai panjang gelombang 6,5 sampai 14  $\mu\text{m}$  pada suhu lingkungan  $27^\circ\text{C}$  (300K). Apabila manusia bergerak maka akan terdapat perbedaan antara temperatur yang dipancarkan tubuh manusia dengan temperatur lingkungan di sekitarnya. Perubahan temperatur ini dideteksi oleh sensor *pyro-electric* (PIR) yang peka terhadap radiasi infra merah.

Selain sensor *pyro-electric* (PIR), terdapat juga sensor cahaya (LDR) yang akan memberikan informasi tentang intensitas cahaya di dalam ruangan. Informasi ini nantinya akan digunakan oleh mikrokontroler untuk mengambil keputusan perlu tidaknya lampu dihidupkan meskipun sensor *pyro-electric* telah mendeteksi kehadiran manusia di dalam ruangan.

Sistem ini juga akan dilengkapi dengan sensor suhu (LM35) yang akan memberikan informasi temperatur ruangan tersebut. Sama halnya dengan sensor cahaya, informasi dari sensor suhu ini juga akan menjadi pertimbangan mikrokontroler untuk memutuskan perlu tidaknya menghidupkan pendingin ruangan (*DC cooler*).

Agar sinyal dari sensor cahaya dan sensor suhu tersebut dapat diproses secara digital, maka sinyal analog ini diubah menjadi sinyal digital oleh ADC (*Analog to Digital Converter*) yang sudah ada dalam mikrokontroler.

Mikrokontroler akan mengolah semua informasi yang diberikan oleh input-input yang terdiri dari sensor-sensor dan keypad. *Input* yang berasal dari keypad merupakan *set point* yang ditentukan oleh pemakai, sesuai dengan intensitas cahaya dan suhu ruangan yang diinginkan. Hasil dari penekanan keypad akan ditampilkan pada *display* (LCD). Setelah informasi diproses, maka akan dihasilkan sinyal-sinyal digital yang digunakan untuk menghidupkan atau mematikan lampu dan pendingin ruangan (*DC cooler*) dengan bantuan rangkaian *relay*.

### 3.2 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras sistem otomasi lampu dan pendingin ruangan (*DC cooler*) ini terbagi menjadi tujuh buah subsistem. Subsistem-subsistem tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sensor *pyro-electric* (PIR) yang akan mendeteksi keberadaan manusia dalam suatu ruangan
2. Sensor cahaya (LDR) untuk mengukur intensitas cahaya dalam ruangan
3. Sensor suhu (LM35) untuk mengukur temperatur dalam ruangan
4. Subsistem pengendali menggunakan mikrokontroler AVR ATmega 8535 yang sudah satu paket dengan *downloader* program
5. Subsistem *keypad* 4x4 yang digunakan untuk memilih menu dan memasukkan nilai batas intensitas cahaya dan suhu ruangan
6. Subsistem *display* menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) matrik 16x2
7. Subsistem *driver* yang merupakan rangkaian *relay* menggunakan fungsi transistor sebagai saklar untuk menghidupkan atau mematikan lampu dan pendingin ruangan (*DC cooler*).

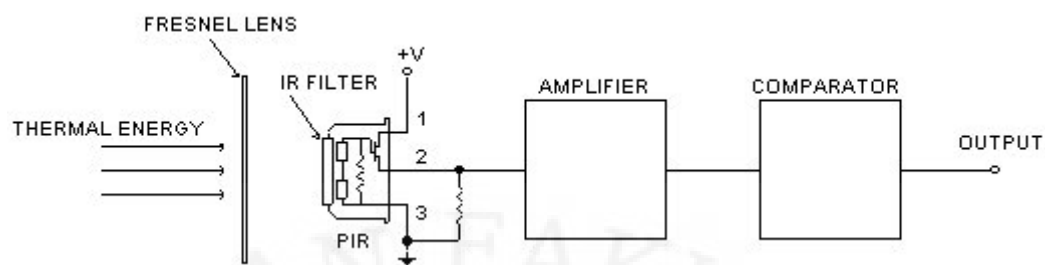
#### 3.2.1 Sensor *pyro-electric* (PIR)

Dalam tugas akhir ini, PIR yang digunakan sudah dalam modul yang dijual di pasaran yaitu KC7783R, di dalam modul PIR ini terdapat bagian-bagian yang mempunyai perannya masing-masing, yaitu *Fresnel Lens*, *IR Filter*, *Pyroelectric sensor*, *amplifier*, dan *comparator*.



Gambar 3.2 – PIR KC7783R [7]





Gambar 3.3 – Blok Diagram PIR KC7783R [11]

Sensor PIR ini hanya bereaksi pada tubuh manusia saja disebabkan karena adanya *IR Filter* yang menyaring panjang gelombang sinar inframerah pasif. *IR Filter* di modul sensor PIR ini mampu menyaring panjang gelombang sinar inframerah pasif antara 8 sampai 14 mikrometer, sehingga panjang gelombang yang dihasilkan dari tubuh manusia yang berkisar antara 9 sampai 10 mikrometer ini saja yang dapat dideteksi oleh sensor.

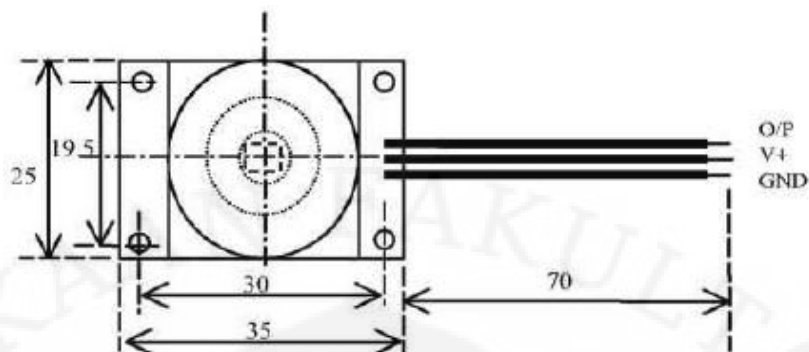
Jadi, ketika seseorang berjalan melewati sensor, sensor akan menangkap pancaran sinar inframerah pasif yang dipancarkan oleh tubuh manusia yang memiliki suhu yang berbeda dari lingkungan sehingga menyebabkan material *pyroelectric* bereaksi menghasilkan arus listrik karena adanya energi panas yang dibawa oleh sinar inframerah pasif tersebut. Kemudian sebuah sirkuit *amplifier* yang ada menguatkan arus tersebut yang kemudian dibandingkan oleh *comparator* sehingga menghasilkan output digital, ketika ada manusia outputnya *high* dan ketika tidak ada manusia outputnya *low*.

Berikut ini spesifikasi dari modul sensor PIR yang digunakan :

Tabel 3.1 – Spesifikasi Modul PIR KC7783R

	Min	Tipikal	Maks	Unit
Tegangan operasi	4,7	5	12	V
Arus <i>standby</i> (tanpa beban)	-	300	-	$\mu$ A
Lebar pulsa output	0,5	-	-	Sec
Tegangan output high	-	5	-	V
Jangkauan deteksi	-	5	-	m
Suhu operasi	-20	25	50	$^{\circ}$ C
Jangkauan kelembaban	-	-	95	%

Modul PIR ini terdapat 3 pin, seperti diperlihatkan dalam gambar berikut ini :

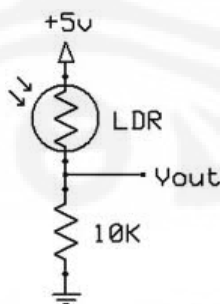


Gambar 3.4 – Konfigurasi Pin PIR KC7783R [11]

Pin O/P (*Output*) dihubungkan langsung ke mikrokontrel pin D.3, sedangkan pin V+ dan GND dihubungkan ke pin tegangan 5 volt.

### 3.2.2 Sensor Cahaya (LDR)

Komponen LDR yang digunakan adalah LDR yang banyak terdapat di pasaran, umumnya berbahan dasar *Cadmium Sulfide* (CdS). Nilai resistansi LDR yang digunakan berkisar antara  $150 \Omega$  (ketika mendapatkan cahaya maksimum) sampai  $20 \text{ M}\Omega$  (ketika tidak mendapatkan cahaya), sehingga besarnya resistansi R yang digunakan sebagai konfigurasi rangkaian pembagi tegangan harus memiliki nilai antara  $150 \Omega - 20 \text{ M}\Omega$ . Oleh karena itu, resistansi R yang digunakan pada tugas akhir ini sebesar  $10 \text{ K}\Omega$ , seperti konfigurasi rangkaian sensor cahaya LDR berikut ini:



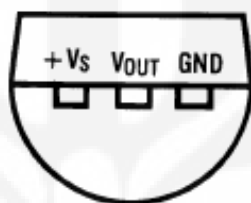
Gambar 3.5 – Rangkaian LDR

Output dari rangkaian ini dihubungkan ke pin ADC pada mikrokontroler yaitu pin A.0, tegangan dari rangkaian sensor LDR ini masih dalam bentuk *analog*, kemudian dengan ADC diubah menjadi *digital* sehingga terbaca dalam

mikrokontroler tegangan sebesar 0 – 5 V. Untuk memudahkan pembacaan intensitas cahaya, tegangan ini dikali dengan 20 sehingga menunjukkan intensitas cahaya sebesar 0 – 100 %.

### 3.2.3 Sensor Suhu (LM35)

Sensor suhu LM35 dapat mengukur suhu dalam kisaran 0 °C sampai 100 °C, dengan kenaikan tegangan sebesar 10 mV (0,01 V) setiap kenaikan 1 °C. Sensor suhu LM35 ini memiliki 3 pin seperti terlihat pada gambar LM35 bentuk TO-92 berikut ini:

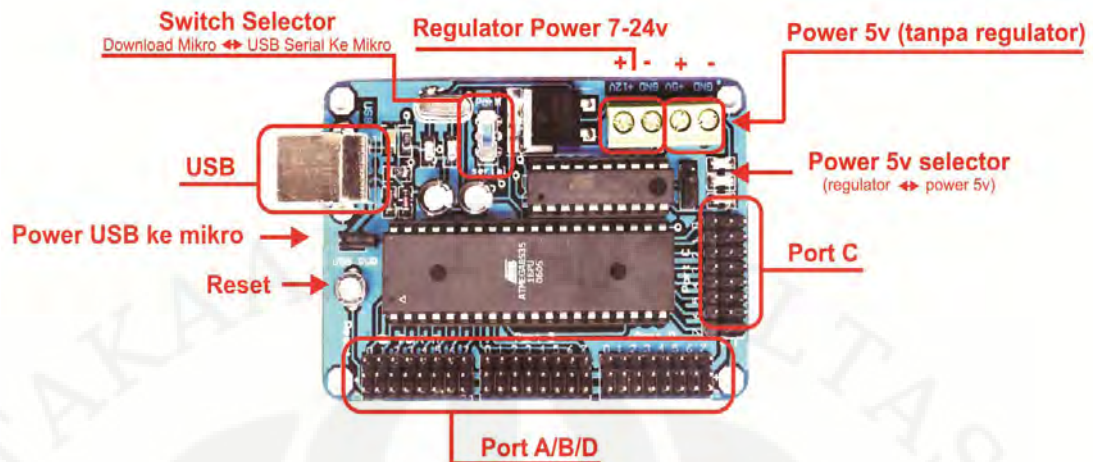


Gambar 3.6 – Konfigurasi Pin LM35 Bentuk TO-92 (Jika Dilihat Dari Bawah) [3]

Pin +Vs dihubungkan ke catudaya 5 V dan pin GND dihubungkan ke GND, sedangkan pin Vout dihubungkan ke pin ADC pada mikrokontroler yaitu pin A.1, tegangan dari rangkaian sensor LM35 ini masih dalam bentuk *analog*, kemudian dengan ADC diubah menjadi *digital* sehingga terbaca dalam mikrokontroler tegangan sebesar 0 – 5 V. Namun karena setiap kenaikan 1 °C tegangan output dari LM35 sebesar 10 mV (0,01 V), maka dalam program, tegangan output yang terbaca ini dikalikan dengan 100 sehingga tiap 10mV menunjukkan temperatur sebesar 1 °C.

### 3.2.4 Mikrokontroler ATmega 8535

Untuk mikrokontroler ATmega 8535 yang digunakan adalah modul MikroAVR 8535 produksi Klinik Robot seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.7 – Mikro AVR 8535 Produksi Klinik Robot

Dalam modul ini sudah terdapat Internal Downloader USB AVR (*In-system Programming* dilengkapi LED *programming indicator*) yang bisa juga berfungsi sebagai USB komunikasi serial antara komputer dan mikrokontroler. Modul mikrokontroler ini bisa menggunakan *power supply* dari USB atau *power supply* 5V atau *power supply* 7-24V yang akan diregulasi menjadi 5V.

### 3.2.5 Subsistem Keypad 4x4

*Keypad* yang digunakan adalah 4x4 (4 baris dan 4 kolom) produksi Innovative Electronics seperti terlihat dalam gambar berikut ini :



Gambar 3.8 – Keypad 4x4 Produksi Innovative Electronics

Dalam modul *keypad* 4x4 ini telah terdapat resistor dan dioda penyearah. Resistor berfungsi sebagai pembatas arus dan karena adanya dioda penyearah ini menyebabkan *keypad* jadi tidak fleksibel artinya baris dan kolom telah ditentukan siapa *output* dan siapa *input* karena dioda ini hanya mengalirkan tegangan dan arus dari anoda ke katoda. Oleh sebab itu pada modul keypad ini baris adalah input dan kolom adalah output. *Keypad* ini dihubungkan ke port C mikrokontroler dengan mengatur pin C.0 – C.3 sebagai *input* dan pin C.4 – C.7 sebagai *output*.

### 3.2.6 Subsistem *Display LCD 16x2*

LCD digunakan untuk menampilkan data yang diberikan oleh mikrokontroler melalui program yang dibuat. LCD akan menampilkan menu, data, dan segala bentuk kerja yang sedang dilakukan oleh mikrokontroler. Berikut ini merupakan gambar dari LCD matriks 16 karakter x 2 baris yang digunakan :

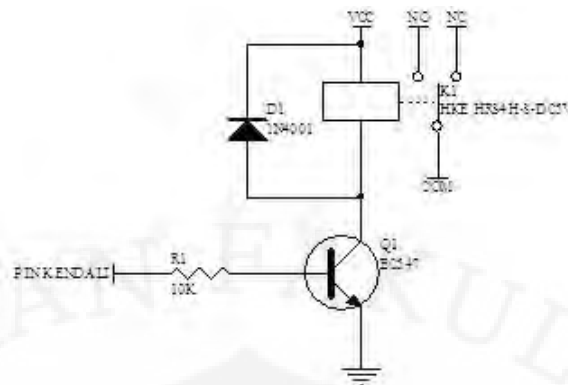


Gambar 3.9 – LCD *Display 16x2*

LCD ini dihubungkan ke mikrokontroler melalui port B. Rangkaian LCD ini perlu ditambahkan potensiometer untuk mengatur tegangan pada pin 3 LCD yang berhubungan dengan luminositas dari nyala LCD.

### 3.2.7 Subsistem *Driver Relay*

*Driver relay* ini digunakan untuk menghidupkan dan mematikan lampu dan pendingin ruangan (*DC cooler*) sesuai dengan program yang dibuat. *Driver* ini terdiri dari komponen resistor, dioda, transistor, dan *relay*. Ketika rangkaian ini mendapat sinyal low dari mikrokontroler, maka *relay* akan bergerak menutup atau membuka jalur suplai daya lampu atau pendingin ruangan (*DC cooler*), sehingga prinsip kerjanya seperti saklar. Berikut ini adalah gambar rangkaian tersebut:



Gambar 3.10 – Rangkaian *Driver Relay*

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan dan pembuatan perangkat lunak dilakukan untuk mengatur kinerja mikrokontroler AVR ATmega 8535, dimana mikrokontroler ini merupakan otak subsistem pengendali. Perangkat lunak pada mikrokontroler berfungsi untuk melakukan pengendalian seluruh subsistem.

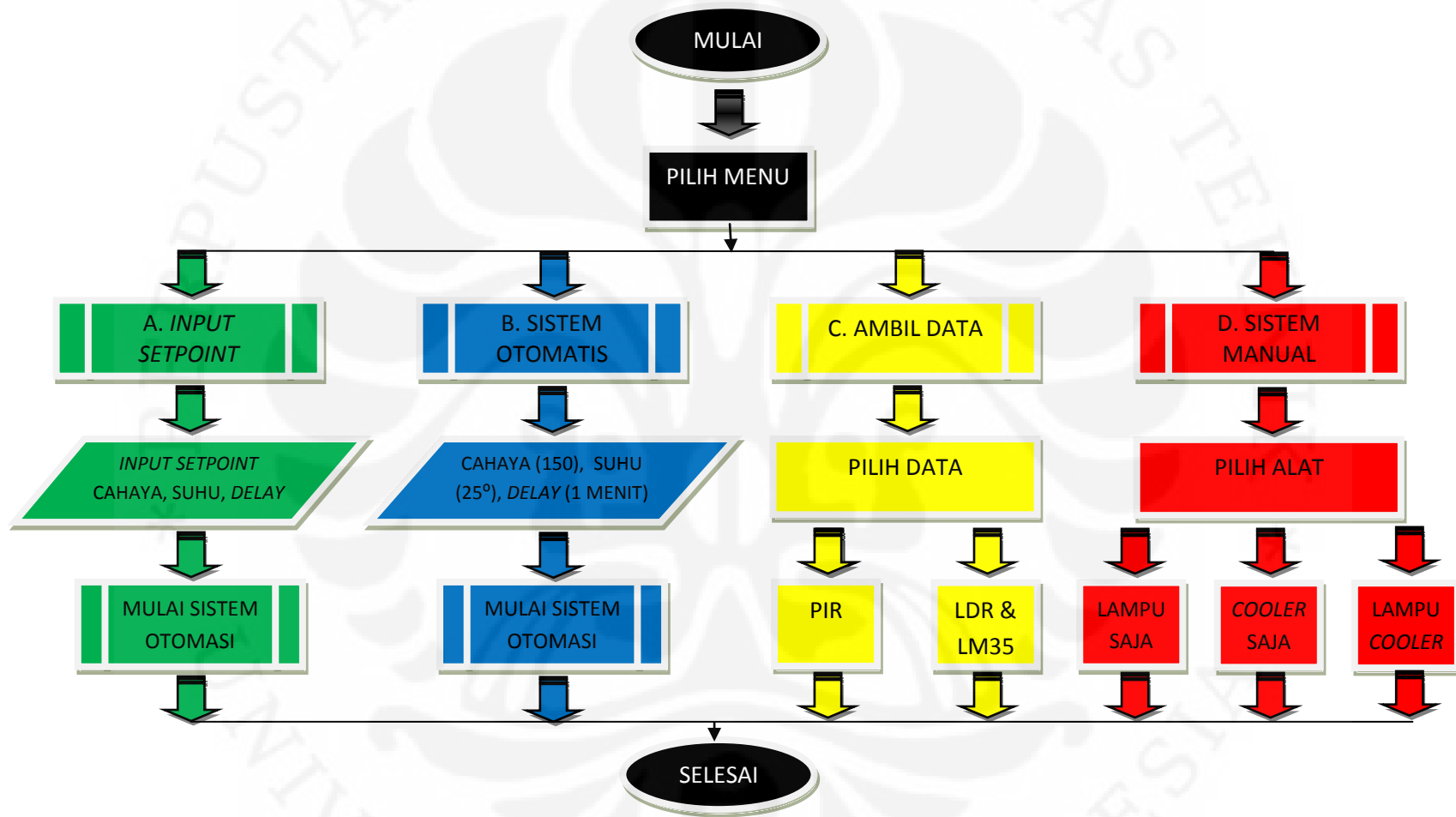
#### 3.3.1 Spesifikasi Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak yang akan dirancang adalah sebagai berikut :

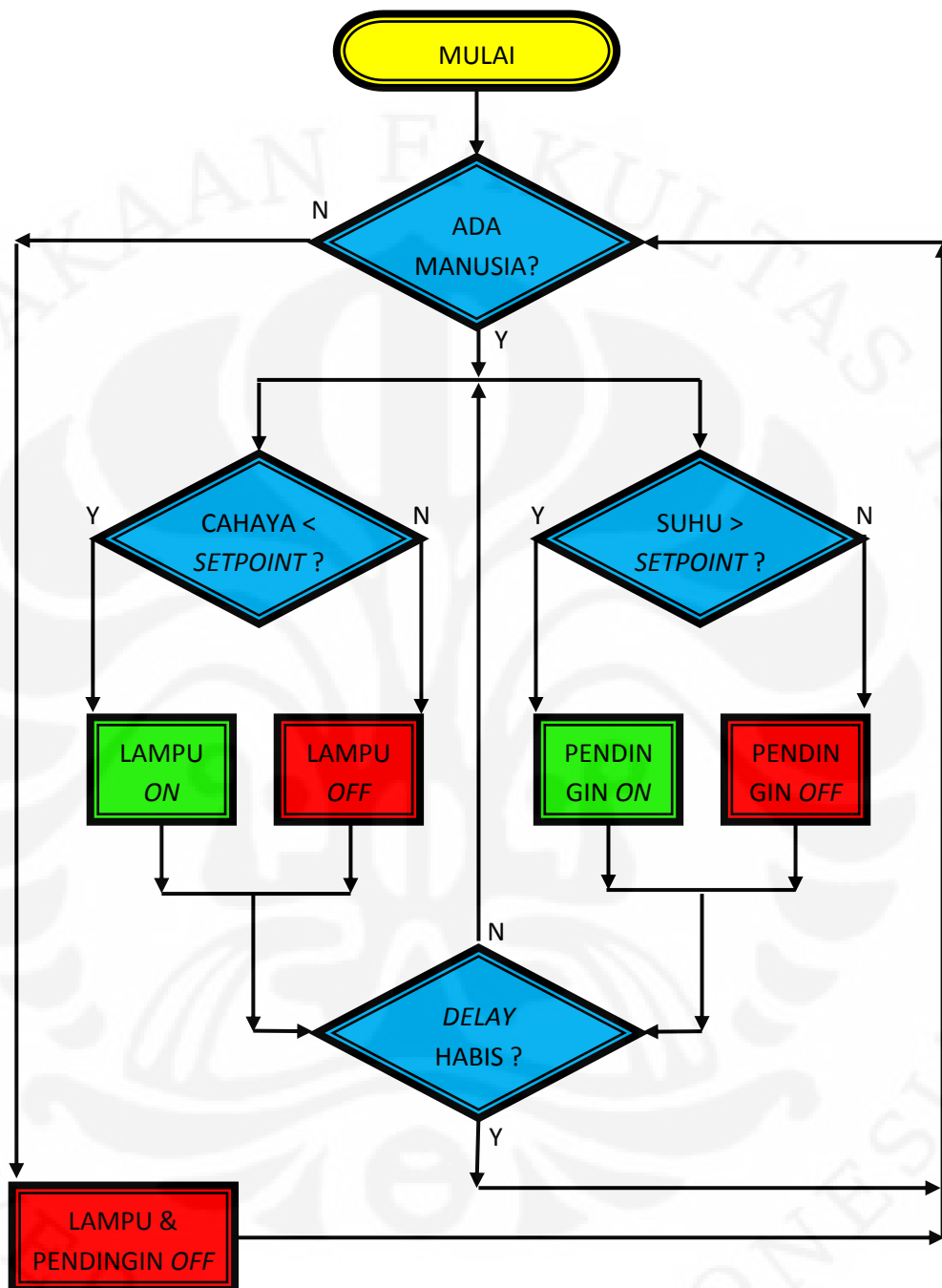
1. Perangkat lunak yang dirancang, dibuat dengan menggunakan bahasa C.
2. Program-program yang dibuat menggunakan instruksi-instruksi mikrokontroler AVR ATmega 8535
3. *Software* yang digunakan untuk menuliskan program adalah CodeVision AVR.

#### 3.3.2 Diagram Alir Perangkat Lunak

Algoritma perangkat lunak dibuat untuk memudahkan pembuatan program dari seluruh sistem. Gambar berikut adalah diagram alir secara umum dari seluruh sistem :



Gambar 3.11 – Diagram Alir Sistem Secara Umum



Gambar 3.12 – Diagram Alir Sistem Otomasi



Program dimulai dengan *inisialisasi* sistem dan menampilkan 4 menu sistem yaitu:

1. *Input* batasan (*setpoint*) intensitas cahaya, suhu dan waktu tunda (*delay*) yang diinginkan.
2. Langsung mulai sistem otomasi dengan batasan (*setpoint*) intensitas cahaya dan suhu yang telah ditentukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), tabel standar pencahayaan SNI terlampir .
3. Mengambil data yang dibaca sensor, hal ini digunakan untuk menentukan batasan (*setpoint*) yang diinginkan.
4. Sistem manual, menu ini bisa dipilih untuk kondisi – kondisi khusus.

Selanjutnya sistem otomasi akan mengecek keberadaan manusia, jika ada manusia maka sistem akan mengambil data intensitas cahaya dari sensor LDR. Jika intensitas cahaya yang didapat lebih kecil dari batasan (*setpoint*) yang diinginkan maka sistem akan menghidupkan lampu dengan mengirim sinyal *high* ke rangkaian *relay*, namun jika sebaliknya maka sistem akan mematikan lampu dengan mengirim sinyal *low* ke rangkaian *relay*.

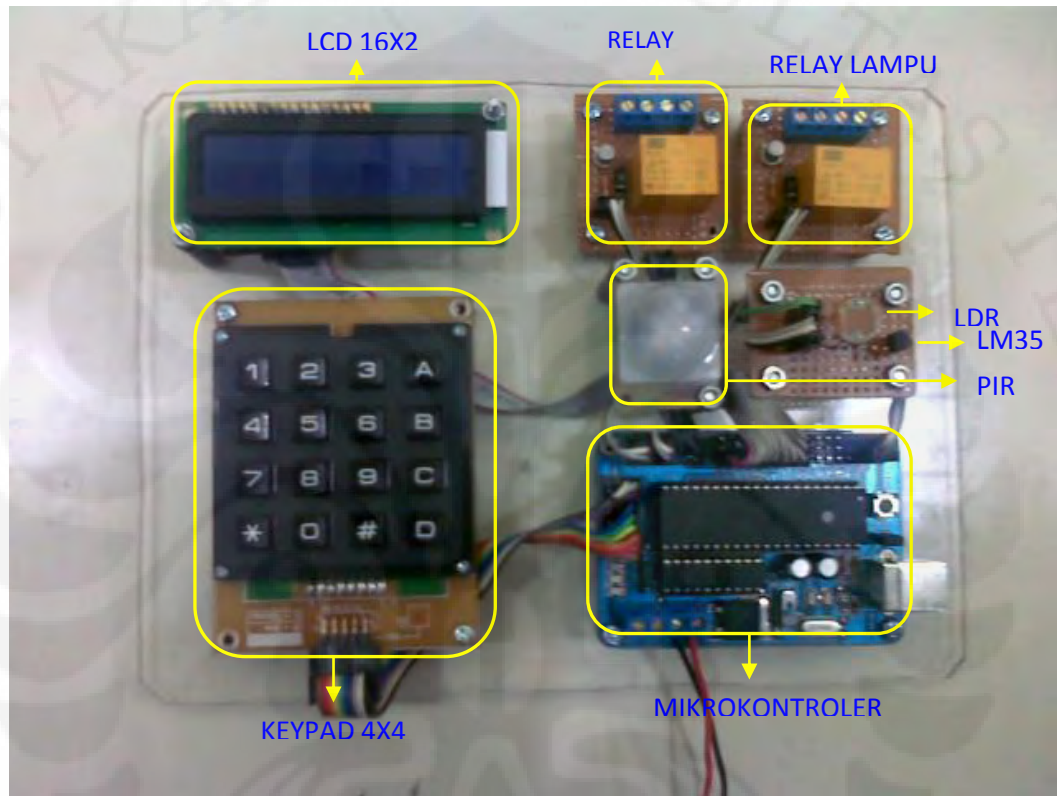
Selain itu, sistem juga akan mengambil data temperatur dari sensor LM35. Jika temperatur yang didapat lebih besar dari batasan (*setpoint*) yang diinginkan maka sistem akan menghidupkan pendingin ruangan (*DC cooler*) dengan mengirim sinyal *high* ke rangkaian *relay*, namun jika sebaliknya maka sistem akan mematikan pendingin ruangan (*DC cooler*) dengan mengirim sinyal *low* ke rangkaian *relay*. Sistem akan terus mengecek kondisi ini sampai waktu tunda (*delay*) yang diinginkan telah habis.

Setelah waktu tunda (*delay*) telah habis, maka sistem akan mengecek kembali keberadaan manusia, jika ada maka sistem akan mengulang prosedur sebelumnya, tapi jika tidak ada manusia maka sistem akan mematikan lampu dan pendingin ruangan (*DC cooler*). Sistem akan terus mengecek keberadaan manusia, karena program yang dibuat menggunakan sistem *looping*.

## BAB IV

### UJI COBA DAN ANALISIS

Bab ini akan membahas pengujian dan analisis perangkat-perangkat yang telah dirancang dan direalisasikan berdasarkan penjelasan bab-bab sebelumnya. Gambar berikut ini memperlihatkan perangkat yang telah berhasil dibuat :



Gambar 4.1 – Perangkat Yang Telah Dibuat

#### 4.1 Uji Coba dan Analisis Perangkat Keras

Uji coba perangkat keras ini terdiri dari beberapa subsistem, yaitu :

- Subsistem Sensor PIR KC7783R
- Subsistem Sensor LDR
- Subsistem Sensor LM35
- Subsistem Mikrokontroler MA-8535
- Subsistem *Driver relay*

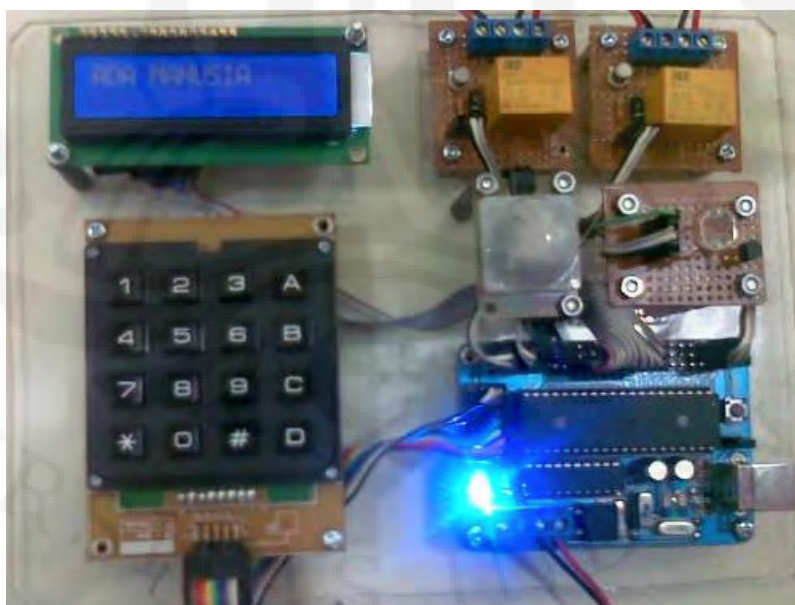
Uji coba perangkat keras ini bertujuan untuk memastikan subsistem bekerja dengan baik agar sistem secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik.

Semua subsistem ini menggunakan sumber tegangan 5 volt dari mikrokontroler MA-8535 yang berasal dari sumber tegangan baterai 6 volt yang diregulasikan dengan *voltage regulator* LM7805 yang sudah ada di modul mikrokontroler tersebut.

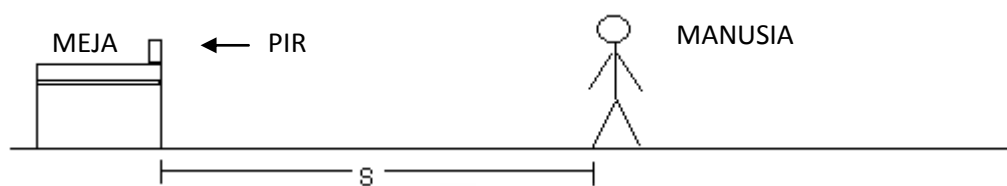
#### 4.1.1 Uji Coba Subsistem Sensor PIR KC7783R

Sensor PIR ini merupakan sensor untuk mendeteksi gerakan manusia dalam jangkauan tertentu, sensor ini sudah dalam bentuk modul yang terdiri Lensa *Fresnel*, *IR Filter*, *Pyroelectric sensor*, *amplifier*, dan *comparator* sehingga output dari sensor ini sudah dalam bentuk *high* (5 volt) dan *low* (0 volt), ketika ada manusia outputnya *high* dan ketika tidak ada manusia outputnya *low*.

Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara meletakkannya di ruangan terbuka yang cukup luas, Penulis berjalan di depan sensor dengan jarak berubah-ubah dengan perbedaan 30 cm dimulai dari 30 cm hingga 6 m, LCD akan menampilkan “ADA MANUSIA” jika mendeteksi gerakan manusia dan akan menampilkan “TIDAK ADA MANUSIA” jika tidak mendeteksi gerakan manusia.



Gambar 4.2 – Tampilan Ketika PIR Mendeteksi Manusia



Gambar 4.3 – Skema Pengambilan Data PIR

Berikut ini adalah hasil pengujiannya :

Tabel 4.1 – Hasil Pengujian PIR KC7783R

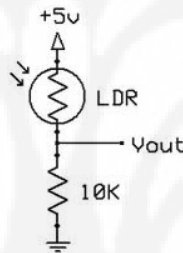
No.	Jarak (cm)	Pendeteksian Gerakan Manusia
1	30	Terdeteksi
2	60	Terdeteksi
3	90	Terdeteksi
4	120	Terdeteksi
5	150	Terdeteksi
6	180	Terdeteksi
7	210	Terdeteksi
8	240	Terdeteksi
9	270	Terdeteksi
10	300	Terdeteksi
11	330	Terdeteksi
12	360	Terdeteksi
13	390	Terdeteksi
14	420	Terdeteksi
15	450	Terdeteksi
16	480	Terdeteksi
17	510	Terdeteksi
18	540	Terdeteksi
19	570	Tidak Terdeteksi
20	600	Tidak Terdeteksi

Dari data diatas, dapat diketahui bahwa PIR dapat mendeteksi gerakan manusia hingga jarak 540 cm atau 5,4 m dan mulai tidak dapat mendeteksi gerakan manusia lebih dari 570 cm atau 5,7 m. Hal ini sesuai dengan jangkauan maksimal dari PIR KC7783R. Dengan jangkauan 5 m ini, bisa digunakan untuk

sebuah ruangan ukuran 5x5 m, tapi Penulis menyarankan untuk penempatannya diletakkan di dekat pintu atau menghadap ke pintu agar lebih meyakinkan karena bisa segera mendeteksi gerakan manusia yang masuk melalui pintu ruangan tersebut.

#### 4.1.2 Uji Coba Subsistem Sensor LDR

Sensor LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya dalam ruangan, dimana nilai resistansi LDR akan berubah-ubah berkisar antara 150  $\Omega$  (ketika mendapatkan cahaya maksimum) sampai 2 M $\Omega$  (ketika tidak mendapatkan cahaya). Untuk mengetahui perubahan resistansi (karena perubahan intensitas cahaya) ini, digunakan prinsip pembagi tegangan, seperti terlihat pada rangkaian berikut ini :



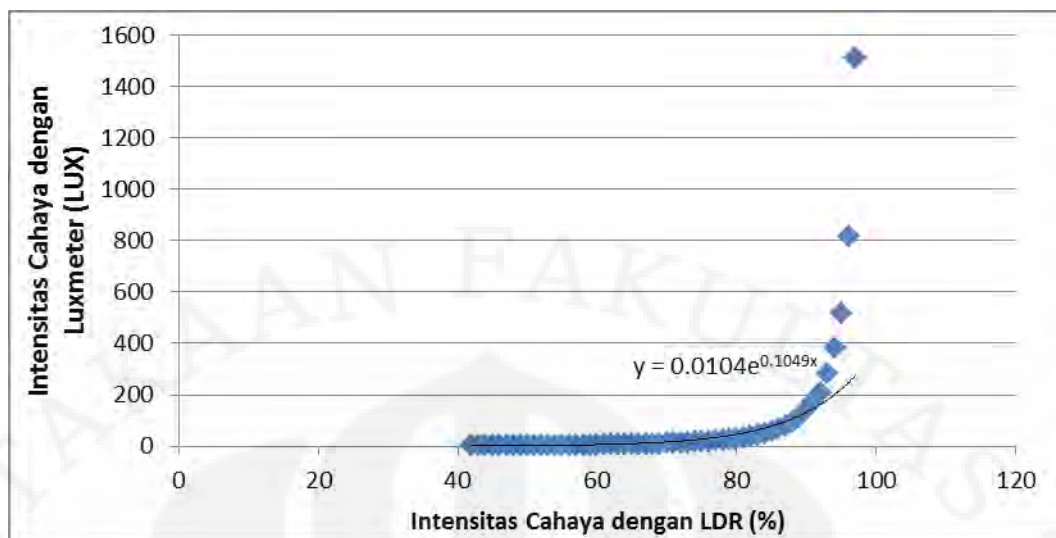
Gambar 4.4 – Rangkaian Pembagi Tegangan LDR

Tegangan keluaran ( $V_{out}$ ) rangkaian diatas berubah-ubah tergantung dari resistansi LDR ( $R_L$ ) berdasarkan rumus :

$$V_{out} = (10000/(10000+ R_L))*5 \text{ volt} \dots\dots\dots (4.1)$$

Sehingga  $V_{out}$  akan berkisar antara 0 – 5 volt. Untuk memudahkan pembacaan sebagai intensitas cahaya, maka dikalikan dengan 20 sehingga akan terbaca di LCD intensitas cahaya antara 0 – 100 %.

Pengambilan data dilakukan di dalam ruangan tertutup yang tidak memiliki jendela agar cahaya luar tidak masuk. Sebagai sumber cahaya digunakan lampu pijar (220V, 100W) yang diatur tegangannya dengan *dimmer* agar intensitas cahaya yang dihasilkan berubah-ubah. Hasil pengukuran intensitas cahaya dengan LDR yang dibandingkan dengan Luxmeter terdapat dalam lampiran. Dari data pengukuran tersebut, dicari persamaan pengalinya menggunakan grafik pada excel agar data keluaran dari LDR dapat dikalibrasi menggunakan satuan lux.



Gambar 4.5 – Grafik Perbandingan LDR dan Luxmeter

Setelah satuannya dikonversi menjadi lux, LDR diuji kembali dan dibandingkan dengan luxmeter.

Tabel 4.2 – Hasil Pengujian LDR Setelah Dikonversi Satuannya Menjadi Lux

No.	Intensitas Cahaya dengan LDR (LUX)	Intensitas Cahaya dengan Luxmeter (LUX)
1	10	8
2	20	18
3	30	26
4	40	37
5	50	47
6	60	56
7	70	66
8	80	75
9	90	85
10	100	93
11	110	95
12	120	109
13	130	126
14	140	145
15	150	168

### 4.1.3 Uji Coba Substistem Sensor LM35

Sensor LM35 merupakan sensor suhu yang memiliki karakteristik tegangan output  $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ , sehingga pembacaan suhunya dengan mudah mengkonversi dari tegangan outputnya, misalkan tegangan outputnya adalah 270 mV maka suhu yang terbaca adalah  $27^{\circ}\text{C}$ , sehingga persamaannya dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Suhu} = V_{\text{LM35}}/10 \text{ mV} \dots\dots\dots (4.2)$$

Pengambilan data dilakukan di dalam aquarium tertutup yang terdapat lampu pijar (220V, 100W) agar suhu di dalam aquarium dapat diatur dengan mengatur panas yang dihasilkan lampu pijar tersebut. Pertama-tama lampu pijar dalam keadaan mati kemudian dihidupkan dengan tegangan penuh (220V), dengan begitu suhu dalam aquarium akan berubah semakin lama semakin naik. Selama proses naiknya suhu ruangan tersebut, suhunya akan diukur oleh LM35 dan termometer digital serta tegangan output LM35 diukur dengan voltmeter digital untuk memastikan suhu yang dibaca LM35 benar. Berikut ini adalah hasil pengukurannya :

Tabel 4.3 – Hasil Pengujian LM35

No.	Suhu Terukur LM35 ( $^{\circ}\text{C}$ )	Tegangan LM35 (mV)	Suhu Terukur Termometer ( $^{\circ}\text{C}$ )	Error (%)
1	27	267	27,2	0,74
2	28	278	28,4	1,41
3	29	287	29,3	1,02
4	30	295	30,1	0,33
5	31	307	31,3	0,96
6	32	319	32,2	0,62
7	33	324	32,8	0,61
8	34	334	33,8	0,59
9	35	345	34,9	0,29
10	36	353	35,7	0,84
11	37	361	36,4	1,65
12	38	369	37,1	2,43

Dari tabel diatas, terlihat bahwa antara suhu yang terukur dengan LM35 dan termometer tidak jauh berbeda, error yang terjadi tidak lebih besar dari 5%, misalkan error pada data ke-11 hanya 1,65%. Berdasarkan perhitungan, rata – rata error yang terjadi adalah 0,96%, error yang paling besar 2,43% dan yang paling kecil 0,29%. Ini membuktikan LM35 ini bekerja dengan baik untuk mengukur suhu ruangan yang akan menjadi pertimbangan dalam menghidupkan atau mematikan pendingin ruangan (*DC cooler*).

#### 4.1.4 Uji Coba Subsistem Mikrokontroler MA-8535

Subsistem mikrokontroler MA-8535 ini adalah otak dari sistem ini, dimana data-data yang diperoleh sensor PIR, LDR, dan LM35 diolah didalam mikrokontroler ini dan memerintahkan *driver relay* untuk menghidupkan atau mematikan lampu dan pendingin ruangan (*DC cooler*).

Dalam pengujian subsistem ini terbatas pada fungsi input-outputnya dengan cara mengukur tegangan setiap pin dari port A, B, C, D dalam kondisi *high* dan *low* menggunakan multimeter digital. Berikut adalah hasil pengujiannya :

Tabel 4.4 – Hasil Pengujian Fungsi *Input/Output* MA-8535

PIN	Kondisi (Volt)		PIN	Kondisi (Volt)	
	<i>High</i>	<i>Low</i>		<i>High</i>	<i>Low</i>
PA0	4,8	0	PC0	4,8	0
PA1	4,8	0	PC1	4,8	0
PA2	4,8	0	PC2	4,8	0
PA3	4,8	0	PC3	4,8	0
PA4	4,8	0	PC4	4,8	0
PA5	4,8	0	PC5	4,8	0
PA6	4,8	0	PC6	4,8	0
PA7	4,8	0	PC7	4,8	0
PB0	4,8	0	PD0	4,8	0
PB1	4,8	0	PD1	4,8	0
PB2	4,8	0	PD2	4,8	0
PB3	4,8	0	PD3	4,8	0
PB4	4,8	0	PD4	4,8	0
PB5	4,8	0	PD5	4,8	0
PB6	4,8	0	PD6	4,8	0
PB7	4,8	0	PD7	4,8	0



Berdasarkan data ini, dapat dilihat bahwa pin-pin mikrokontroler bekerja dengan baik dalam menerima data-data dari sensor dan memberi sinyal kepada aktuator (*driver relay*) untuk menghidupkan atau mematikan lampu dan pendingin ruangan (*DC cooler*).

#### 4.1.5 Uji Coba Subsistem *Driver Relay*

*Driver relay* ini terdiri dari komponen resistor, dioda, transistor, dan *relay*. Rangkaiannya bisa dilihat pada gambar 3.12. Ketika rangkaian ini mendapat sinyal *low* dari mikrokontroler, maka *relay* akan bergerak menutup atau membuka jalur suplai daya lampu atau pendingin ruangan (*DC cooler*) dengan prinsip elektromekanis, sehingga prinsip kerjanya seperti saklar.

Untuk pengujiannya, rangkaian ini akan dihubungkan ke mikrokontroler (untuk *relay* lampu ke port D.4 dan untuk *relay* pendingin ruangan ke port D.6), sebagai sumber daya digunakan baterai 6 volt untuk menghidupkan LED sebagai indikator lampu dan pendingin ruangan (*DC cooler*). Ketika rangkaian *relay* ini mendapat sinyal *high* dari mikrokontroler maka rangkaian *relay* akan menutup jalur power supply sehingga LED akan menyala, dan ketika mendapat sinyal *low* dari mikrokontroler maka rangkaian *relay* akan membuka jalur power supply sehingga LED akan mati. Berikut adalah hasil pengujiannya :

Tabel 4.5 – Hasil Pengujian *Driver relay*

No.	Sinyal Port D.4	Sinyal Port D.6	LED 1 (Lampu)	LED 2 (Pendingin Ruangan)
1	<i>Low</i>	<i>Low</i>	Mati	Mati
2	<i>Low</i>	<i>High</i>	Mati	Hidup
3	<i>High</i>	<i>Low</i>	Hidup	Mati
4	<i>High</i>	<i>High</i>	Hidup	Hidup
5	<i>Low</i>	<i>High</i>	Mati	Hidup
6	<i>High</i>	<i>Low</i>	Hidup	Mati
7	<i>High</i>	<i>Low</i>	Hidup	Mati
8	<i>Low</i>	<i>High</i>	Mati	Hidup
9	<i>High</i>	<i>High</i>	Hidup	Hidup
10	<i>Low</i>	<i>Low</i>	Mati	Mati

Berdasarkan data pada tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil pengujian ini menunjukkan *driver relay* ini dapat bekerja sesuai dengan sistem yang diharapkan untuk menghidupkan atau mematikan lampu dan pendingin ruangan (*DC cooler*) secara otomatis.

#### 4.2 Uji Coba dan Analisis Sistem

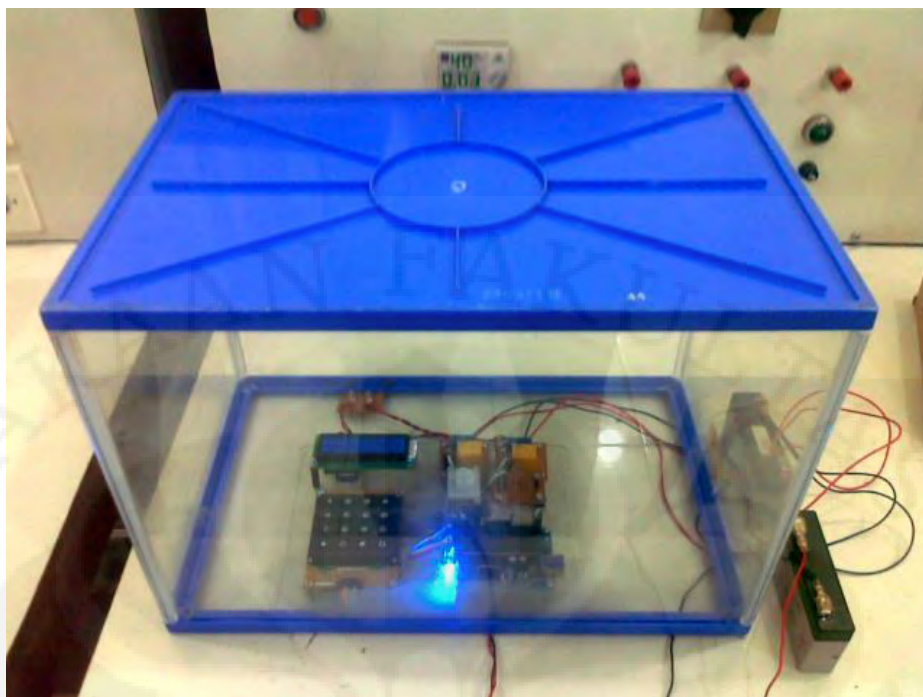
Uji coba sistem ini terbagi menjadi 3 bagian, yaitu:

- Uji Coba Perubahan Intensitas Cahaya
- Uji Coba Perubahan Suhu
- Uji Coba Perubahan Intensitas Cahaya dan Suhu



Gambar 4.6 – Tampilan Awal Ketika Dihubungkan Dengan Catu Daya

Uji coba sistem ini dilakukan di dalam aquarium tertutup sebagai miniatur sebuah ruangan dan dengan bantuan lampu pijar (220V, 100W) akan diatur intensitas cahaya dan suhu dalam aquarium dengan cara mengatur tegangan catu dayanya dengan *dimmer*. Sebagai indikator lampu dan pendingin ruangan digunakan LED 1 dan LED 2, ketika sistem menghidupkan lampu maka LED 1 akan hidup dan ketika sistem menghidupkan pendingin ruangan maka LED 2 akan hidup.



Gambar 4.7 – Sistem Diuji Dalam Aquarium Tertutup

Uji coba sistem ini bertujuan untuk memastikan sistem bekerja dengan baik ketika terjadi perubahan intensitas cahaya dan suhu.

#### 4.2.1 Uji Coba Perubahan Intensitas Cahaya

Pengujian ini dilakukan dalam ruangan yang gelap, dengan menggunakan lampu pijar yang diatur tegangannya dengan *dimmer* akan dibuat lingkungan yang berubah-ubah intensitas cahayanya, mulai dari intensitas cahaya yang rendah (gelap) hingga intensitas cahaya yang tinggi (terang) lalu dibuat rendah lagi intensitas cahayanya, namun suhunya dibuat cenderung tidak berubah (konstan). Sedangkan *set point* sistemnya sendiri ditetapkan untuk intensitas cahaya sebesar 80% dan suhunya 30 °C, inilah batas pertimbangan sistem untuk menghidupkan atau mematikan lampu dan pendingin ruangan (*DC cooler*). Ketika intensitas cahaya dibawah *set point*-nya maka LED 1 (indikator lampu) akan hidup dan ketika intensitas cahaya diatas *set point*-nya maka LED 1 akan mati. Berikut ini adalah hasil pengujiannya:

Tabel 4.6 – Hasil Pengujian Sistem dengan Perubahan Intensitas Cahaya

No.	Intensitas Cahaya (%)	Suhu Ruangan (°C)	LED 1 (Lampu)	LED 2 (Pendingin Ruangan)
1	50	26	HIDUP	MATI
2	60	26	HIDUP	MATI
3	70	26	HIDUP	MATI
4	80	26	HIDUP	MATI
5	90	27	MATI	MATI
6	80	26	MATI	MATI
7	70	27	HIDUP	MATI
8	60	27	HIDUP	MATI

Pada data ke-1 sampai data ke-4, kondisi LED 1 (indikator lampu) dalam keadaan hidup, dimana intensitas cahaya yang terbaca berkisar antara 50 – 80 %. Ini menunjukkan intensitas cahaya masih dibawah *set point* (80 %) sehingga sistem menganggap ruangan masih gelap lalu memberi sinyal untuk menghidupkan lampu.

Pada data ke-5 dan ke-6, kondisi LED 1 dalam keadaan mati dimana intensitas cahaya yang terbaca berkisar antara 80 – 90 %. Ini menunjukkan intensitas cahaya sudah diatas *set point* (80 %) sehingga sistem menganggap ruangan sudah terang lalu memberi sinyal untuk mematikan lampu.

Pada data ke-7 dan ke-8, kondisi LED 1 kembali dalam keadaan hidup dimana intensitas cahaya yang terbaca berkisar antara 60 – 70 %. Ini menunjukkan intensitas cahaya kembali dibawah *set point* (80 %) sehingga sistem menganggap ruangan sudah gelap lalu memberi sinyal untuk menghidupkan lampu lagi.

Sedangkan pada data ke-1 sampai data ke-8, LED 2 (indikator pendingin ruangan) dalam keadaan mati. Ini menunjukkan sistem menganggap ruangan masih cukup dingin karena suhu yang terbaca 26 – 27 °C masih dibawah *set point* (30 °C), sehingga sistem memberi sinyal untuk tidak menghidupkan pendingin ruangan.



Gambar 4.8 – Tampilan Sistem Ketika Lampu Hidup dan Pendingin Ruangan Mati

#### 4.2.2 Uji Coba Perubahan Suhu

Pengujian ini dilakukan dalam ruangan yang terang, dengan menggunakan lampu pijar yang diatur tegangannya dengan *dimmer* akan dibuat lingkungan yang berubah-ubah suhunya, mulai dari suhu yang cukup rendah hingga suhu yang cukup tinggi lalu dibuat turun lagi, namun intensitas cahayanya dibuat cenderung tidak berubah (konstan). Sedangkan *set point* sistemnya sendiri ditetapkan untuk intensitas cahaya sebesar 80% dan suhunya 30 °C, inilah batas pertimbangan sistem untuk menghidupkan atau mematikan lampu dan pendingin ruangan. Ketika suhu dibawah *set point*-nya maka LED 2 (indikator pendingin ruangan) akan mati dan ketika suhu diatas *set point*-nya maka LED 2 akan hidup. Berikut ini adalah hasil pengujiannya:

Tabel 4.7 – Hasil Pengujian Sistem dengan Perubahan Suhu Ruangan

No.	Intensitas Cahaya (%)	Suhu Ruangan (°C)	LED 1 (Lampu)	LED 2 (Pendingin Ruangan)
1	90	28	MATI	MATI
2	95	29	MATI	MATI
3	95	30	MATI	MATI
4	95	31	MATI	HIDUP
5	95	32	MATI	HIDUP
6	97	33	MATI	HIDUP
7	90	32	MATI	HIDUP
8	90	31	MATI	HIDUP
9	90	30	MATI	MATI
10	90	29	MATI	MATI

Pada data ke-1 sampai data ke-3, kondisi LED 2 (indikator pendingin ruangan) dalam keadaan mati, dimana suhu yang terbaca berkisar antara 28 – 30 °C. Ini menunjukkan suhu masih dibawah *set point* (30 °C) sehingga sistem menganggap ruangan masih cukup dingin lalu memberi sinyal untuk tidak menghidupkan pendingin ruangan.

Pada data ke-4 sampai data ke-8, kondisi LED 2 dalam keadaan hidup dimana suhu yang terbaca berkisar antara 31 – 33 °C. Ini menunjukkan suhu sudah diatas *set point* (30 °C) sehingga sistem menganggap ruangan sudah cukup panas lalu memberi sinyal untuk menghidupkan pendingin ruangan.

Pada data ke-9 dan ke-10, kondisi LED 2 kembali dalam keadaan mati dimana suhu yang terbaca berkisar antara 29 – 30 °C. Ini menunjukkan suhu kembali dibawah *set point* (30 °C) sehingga sistem menganggap ruangan sudah cukup dingin lalu memberi sinyal untuk mematikan pendingin ruangan.

Sedangkan pada data ke-1 sampai data ke-10, LED 1 (indikator lampu) dalam keadaan mati. Ini menunjukkan sistem menganggap ruangan masih terang karena intensitas cahaya yang terbaca 90 – 97 % masih diatas *set point* (80 %), sehingga sistem memberi sinyal untuk tidak menghidupkan lampu.



Gambar 4.9 – Tampilan Sistem Ketika Lampu Mati dan Pendingin Ruangan Hidup

#### 4.2.3 Uji Coba Perubahan Intensitas Cahaya dan Suhu

Pengujian ini dilakukan dalam ruangan yang gelap, dengan menggunakan lampu pijar yang diatur tegangannya dengan *dimmer* akan dibuat lingkungan yang berubah-ubah intensitas cahaya dan suhunya. Sedangkan *set point* sistemnya sendiri ditetapkan untuk intensitas cahaya sebesar 80% dan suhunya 30 °C, inilah batas pertimbangan sistem untuk menghidupkan atau mematikan lampu dan pendingin ruangan. Ketika intensitas cahaya dibawah *set point*-nya maka LED 1 (indikator lampu) akan hidup dan ketika intensitas cahaya diatas *set point*-nya maka LED 1 akan mati. Ketika suhu dibawah *set point*-nya maka LED 2 (indikator pendingin ruangan) akan mati dan ketika suhu diatas *set point*-nya maka LED 2 akan hidup Berikut ini adalah hasil pengujiannya:

Tabel 4.8 – Hasil Pengujian Sistem dengan Perubahan Intensitas Cahaya dan Suhu Ruangan

No.	Intensitas Cahaya (%)	Suhu Ruangan (°C)	LED 1 (Lampu)	LED 2 (Pendingin Ruangan)
1	60	27	HIDUP	MATI
2	65	27	HIDUP	MATI
3	70	27	HIDUP	MATI
4	75	28	HIDUP	MATI
5	80	28	MATI	MATI
6	85	29	MATI	MATI
7	90	31	MATI	HIDUP
8	95	32	MATI	HIDUP
9	90	32	MATI	HIDUP
10	85	32	MATI	HIDUP
11	80	32	HIDUP	HIDUP
12	75	32	HIDUP	HIDUP

Pada data ke-1 sampai data ke-4, kondisi LED 1 (indikator lampu) dalam keadaan hidup dan kondisi LED 2 (indikator pendingin ruangan) dalam keadaan mati, dimana intensitas cahaya yang terbaca berkisar antara 60 – 75 % dan suhu yang terbaca berkisar antara 27 – 28 °C. Ini menunjukkan intensitas cahaya masih dibawah *set point* (80 %) dan suhu masih dibawah *set point* (30 °C) sehingga sistem menganggap ruangan masih gelap dan masih cukup dingin lalu memberi sinyal untuk menghidupkan lampu dan tidak menghidupkan pendingin ruangan.

Pada data ke-5 dan ke-6, kondisi LED 1 dan LED 2 dalam keadaan mati, dimana intensitas cahaya yang terbaca berkisar antara 80 – 85 % dan suhu yang terbaca berkisar antara 28 – 29 °C. Ini menunjukkan intensitas cahaya sudah diatas *set point* (80 %) tapi suhu masih dibawah *set point* (30 °C) sehingga sistem menganggap ruangan sudah terang tetapi masih cukup dingin lalu memberi sinyal untuk mematikan lampu tetapi belum menghidupkan pendingin ruangan.

Pada data ke-7 sampai data ke-10, kondisi LED 1 dalam keadaan mati dan LED 2 dalam keadaan hidup, dimana intensitas cahaya yang terbaca berkisar



antara 85 – 95 % dan suhu yang terbaca berkisar antara 31 – 32 °C. Ini menunjukkan intensitas cahaya masih diatas *set point* (80 %) tapi suhu sudah diatas *set point* (30 °C) sehingga sistem menganggap ruangan masih terang tetapi sudah cukup panas lalu memberi sinyal untuk tetap mematikan lampu dan mulai menghidupkan pendingin ruangan.

Pada data ke-11 dan ke-12, kondisi LED 1 dan LED 2 dalam keadaan hidup, dimana intensitas cahaya yang terbaca antara 75 – 80 % dan suhu yang terbaca 32 °C. Ini menunjukkan intensitas cahaya sudah dibawah *set point* (80 %) kembali tapi suhu masih tetap diatas *set point* (30 °C) sehingga sistem menganggap ruangan kembali gelap tetapi suhunya masih panas lalu memberi sinyal untuk menghidupkan lampu dan pendingin ruangan.

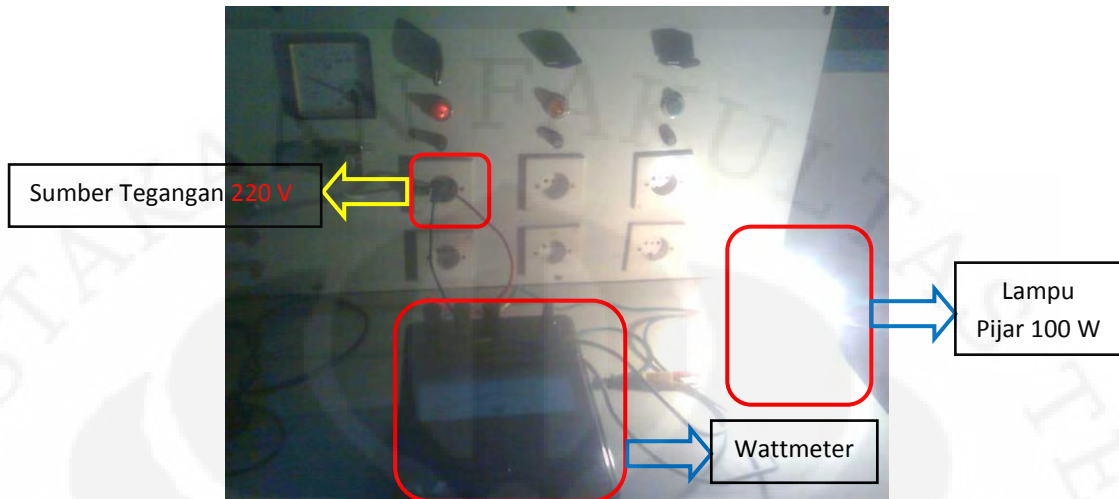


Gambar 4.10 – Tampilan Sistem Ketika Lampu Hidup dan Pendingin Ruangan Hidup

#### 4.3 Analisis Penghematan

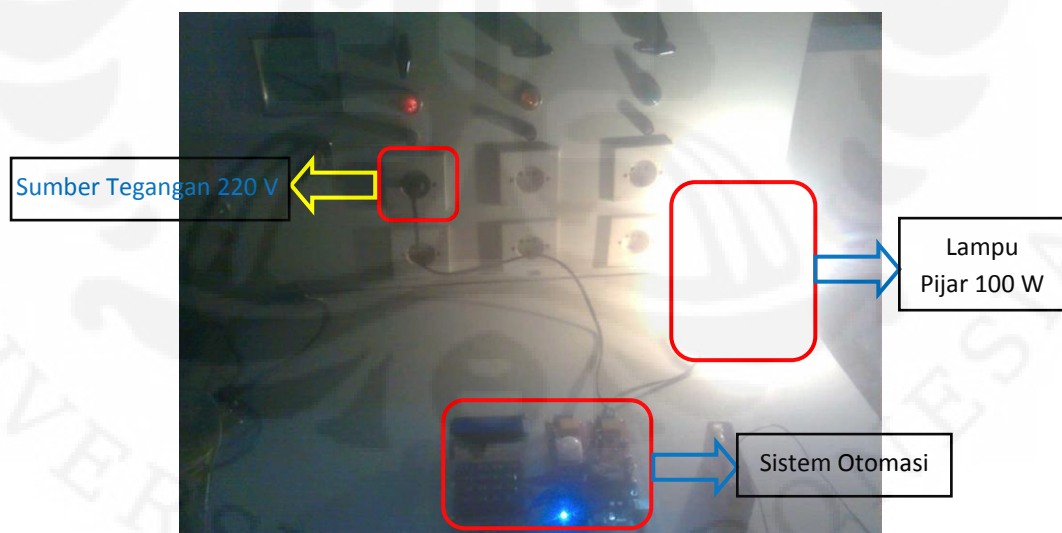
Latar belakang dibuatnya sistem ini adalah untuk membantu konsumen dalam menghemat penggunaan listrik. Untuk itu, sistem ini perlu diuji sejauh mana penghematan yang dapat dihasilkan.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan lampu pijar 100 watt yang dihidupkan selama 4 jam, yang kemudian akan dihitung energi listrik yang terpakai.



Gambar 4.11 – Pengukuran Energi Listrik Lampu Pijar 100 Watt

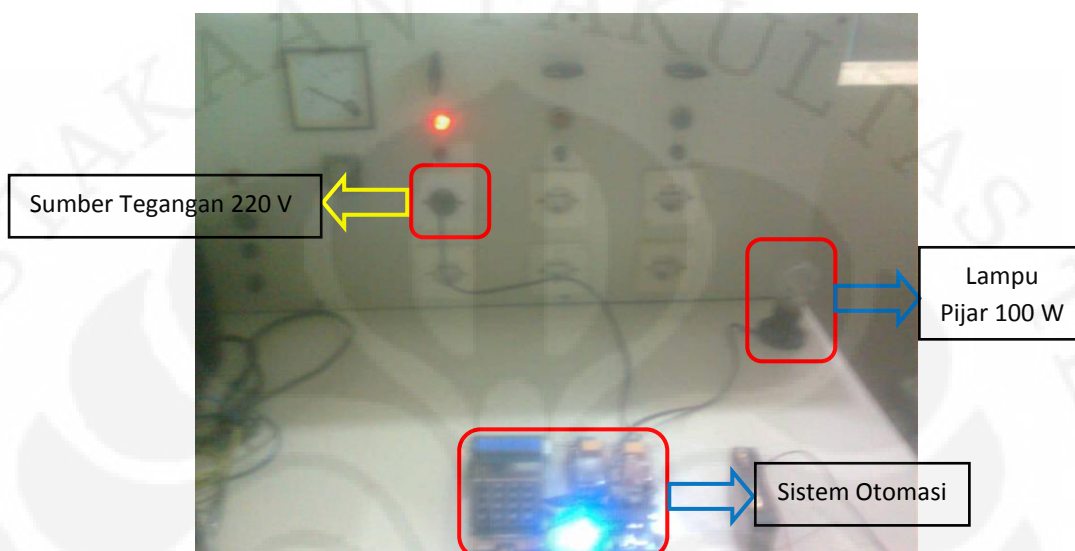
Dengan menggunakan wattmeter, daya yang terpakai oleh lampu adalah 90 watt konstan selama 4 jam. Sehingga energi listrik yang terpakai adalah sebesar 360 watthour.



Gambar 4.12 – Lampu dengan Sistem Otomasi (Hidup Ketika Mendeteksi Manusia)

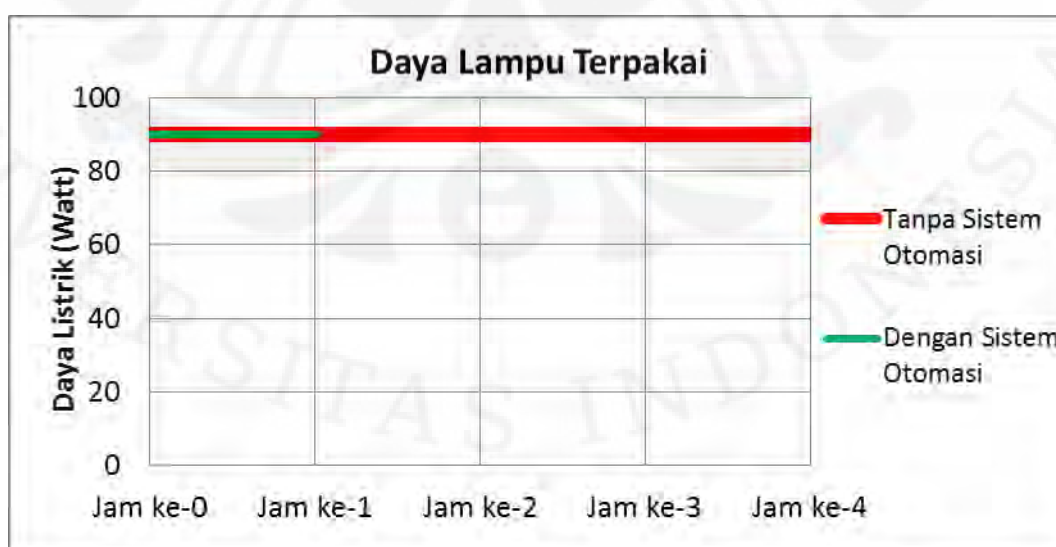
Kemudian dibandingkan dengan penggunaan energi listrik setelah menggunakan sistem otomasi. Setelah sistem mendeteksi keberadaan manusia

lampu tersebut hidup, namun setelah 1 jam sistem ini sudah tidak mendeteksi keberadaan manusia sehingga mengakibatkan lampu tersebut mati. Dengan demikian, energi listrik yang terpakai dengan menggunakan sistem ini hanya 90 watt-hour.



Gambar 4.13 – Lampu dengan Sistem Otomasi (Mati Ketika Tidak Mendeteksi Manusia)

Jika kondisi seperti ini terjadi dalam 1 hari maka penghematan energi listrik yang diperoleh sebesar 270 watt-hour dalam sehari atau jika terjadi dalam sebulan maka penghematan energi listrik yang diperoleh sebesar 8100 watt-hour.



Gambar 4.14 – Grafik Perbandingan Daya Listrik yang Terpakai Lampu



Gambar 4.15 – Grafik Perbandingan Energi Listrik yang Terpakai Lampu

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari proses rancang bangun sistem otomasi lampu dan pendingin ruangan adalah sebagai berikut :

1. PIR KC7783R yang digunakan dapat mendeteksi gerakan manusia dengan baik hingga 5 meter, sehingga sistem ini dapat digunakan untuk luas ruangan  $5 \times 5 \text{ m}^2$ .
2. LDR yang dipakai mampu mendeteksi intensitas cahaya dengan baik walaupun ukuran intensitas cahayanya tidak sama dengan alat ukur intensitas cahaya yang umum digunakan.
3. LM35 dapat mengukur suhu ruangan dengan tingkat ketelitian hampir mirip dengan alat ukur suhu termometer digital dengan skala  $^{\circ}\text{C}$ , berdasarkan pengujian rata-rata error yang didapat sebesar 0,96%.
4. Berdasarkan pengujian-pengujian yang dilakukan, sistem yang telah dibuat mampu menghidupkan atau mematikan lampu dan pendingin ruangan secara otomatis berdasarkan keberadaan manusia dengan mempertimbangkan intensitas cahaya dan suhu dalam suatu ruangan
5. Sistem ini dapat menjadi solusi alternatif dalam penghematan penggunaan energi listrik karena dapat mematikan secara otomatis perlengkapan listrik (lampu dan pendingin ruangan) ketika tidak dibutuhkan.
6. Untuk lampu 90 Watt yang dihidupkan selama 4 jam terus menerus bisa dihemat dengan sistem ini yang hanya menghidupkan lampu selama 1 jam (ketika ada manusia), sehingga energi listrik yang bisa dihemat sebesar 270 watt-hour.

#### **5.2 Saran**

Ada pun saran yang dapat diberikan pada skripsi ini yaitu:

1. Penempatan alat atau sensor harap memperhatikan posisi yang biasa ditempati oleh manusia (pengguna) seperti meja kerja dan pintu agar pendeteksiannya lebih baik.

2. Sensor-sensor yang digunakan (PIR, LDR, LM35) dapat ditambahkan agar sistem ini dapat digunakan pada ruangan yang lebih luas lagi.
3. Untuk mendukung sistem ini dalam menghemat penggunaan energi listrik (lampu dan pendingin ruangan), disarankan setiap ruangan memiliki jendela agar cahaya dan udara dari luar dapat masuk.
4. Untuk kedepannya, sistem ini perlu diuji dalam ruangan sesungguhnya dengan kondisi yang dinamis dari segi keluar masuknya orang serta kondisi cahaya dan suhu ruangan yang tidak stabil.

## DAFTAR ACUAN

- [1] Bank Dunia, Indeks Pembangunan Dunia. (n.d.). *Konsumsi Listrik Indonesia*. November, 2010. [http://www.google.com/publicdata?ds=wb-wdi&met=eg\\_use\\_elec\\_kh\\_pc&idim=country:IDN&dl=id&hl=id&q=konsumsi+listrik+indonesia](http://www.google.com/publicdata?ds=wb-wdi&met=eg_use_elec_kh_pc&idim=country:IDN&dl=id&hl=id&q=konsumsi+listrik+indonesia)
- [2] PT PLN (Persero). (2008). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2009 – 2018*. Jakarta.
- [3] PLN Jateng. (2006). *Listrik Murah Bukan Untuk Diboroskan*. November, 2010. <http://www.plnjateng.co.id/?p=22>
- [4] *Pemakaian Listrik di ASEAN Indonesia yang Terboros*. (n.d.). November, 2010. <http://www.alpensteel.com/article/47-103-energi-angin--wind-turbine--wind-mill/3566--pemakaian-listrik-diasian-indonesia-yang-terboros.html>
- [5] Marselindo Sudarto. "Perencanaan Dan Pembuatan Alat untuk Menyalakan Dan Mematikan Lampu Di Dalam Ruangan Tertutup Dengan Bantuan Sensor Pyroelectric Dan Mikrokontroler MC68HC11". Tugas Akhir, Surabaya: 1994.
- [6] *Sensor Cahaya – LDR (Light Dependent Resistor)*. (n.d.). September, 2010. <http://nubielab.com/elektronika/analog/sensor-cahaya-ldr-light-dependent-resistor>
- [7] National Semiconductor. (2000, November). *LM35 Datasheet*. September, 2010. <http://www.national.com/ds/LM/LM35.pdf>
- [8] Prasimax Technology. (n.d). *Apa Itu Mikrokontroler*. September, 2010. <http://www.mikron123.com/index.php/Tutorial-MCS-51/Apa-itu-Mikrokontroler.html>
- [9] Atmel. (n.d). *ATmega8535 Datasheet*. September, 2010. [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/2502S.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/2502S.pdf)
- [10] Winoto, Aardi. (2008). *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535*. Bandung: Informatika.
- [11] COMedia Ltd. (n.d.). *PIR Module KC7783R Datasheet*. September, 2010. [http://www.comedia.com.hk/FP10/Spec\\_PDF/KC7783R.pdf](http://www.comedia.com.hk/FP10/Spec_PDF/KC7783R.pdf)

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, Heri. (2008). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16*. Bandung: Informatika.
- Atmel. (n.d). *ATmega8535 Datasheet*. September, 2010.  
[http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/2502S.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/2502S.pdf)
- COMedia Ltd. (n.d.). *PIR Module KC7783R Datasheet*. September, 2010.  
[http://www.comedia.com.hk/FP10/Spec\\_PDF/KC7783R.pdf](http://www.comedia.com.hk/FP10/Spec_PDF/KC7783R.pdf)
- National Semiconductor. (2000, November). *LM35 Datasheet*. September, 2010.  
<http://www.national.com/ds/LM/LM35.pdf>
- Prasimax Technology. (n.d). *Apa Itu Mikrokontroler*. September, 2010.  
<http://www.mikron123.com/index.php/Tutorial-MCS-51/Apa-itu-Mikrokontroler.html>
- Sensor Cahaya – LDR (Light Dependent Resistor)*. (n.d.). September, 2010.  
<http://nubiellab.com/elektronika/analog/sensor-cahaya-ldr-light-dependent-resistor>
- Sudarto, Marselindo. (1994). "Perencanaan Dan Pembuatan Alat untuk Menyalakan Dan Mematikan Lampu Di Dalam Ruangan Tertutup Dengan Bantuan Sensor Pyroelectric Dan Mikrokontroler MC68HC11". Surabaya: Tugas Akhir.
- Winoto, Aardi. (2008). *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535*. Bandung: Informatika.



## LAMPIRAN 1

### DATA HASIL PENGUJIAN LDR

No.	Intensitas Cahaya dengan LDR (%)	Intensitas Cahaya dengan Luxmeter (LUX)
1	42	1
2	43	1
3	44	2
4	45	2
5	46	2
6	47	2
7	48	2
8	49	2
9	50	3
10	51	3
11	52	3
12	53	3
13	54	3
14	55	4
15	56	4
16	57	5
17	58	5
18	59	5
19	60	5
20	61	6
21	62	6
22	63	6
23	64	7
24	65	8
25	66	8
26	67	9
27	68	9
28	69	10

No.	Intensitas Cahaya dengan LDR (%)	Intensitas Cahaya dengan Luxmeter (LUX)
29	70	11
30	71	12
31	72	14
32	73	15
33	74	16
34	75	18
35	76	20
36	77	22
37	78	24
38	79	26
39	80	30
40	81	33
41	82	38
42	83	42
43	84	49
44	85	60
45	86	69
46	87	80
47	88	93
48	89	114
49	90	145
50	91	173
51	92	210
52	93	283
53	94	382
54	95	518
55	96	815
56	97	1511

**LAMPIRAN 2**  
**STANDARD PENCAHAYAAN**

Standar pencahayaan yang terdapat dalam SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi energi pada sistem pencahayaan

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K-5300K	Daylight > 5300 K
<b>Rumah tinggal:</b>					
Teras	60	1 atau 2	♦	♦	
Ruang tamu	120 - 150	1 atau 2		♦	
Ruang makan	120 - 250	1 atau 2	♦		
Ruang kerja	120 - 250	1		♦	♦
Kamar tidur	120 - 250	1 atau 2	♦	♦	
Kamar mandi	250	1 atau 2		♦	♦
Dapur	250	1 atau 2	♦	♦	
Garasi	60	3 atau 4		♦	♦
<b>Perkantoran :</b>					
Ruang Direktur	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang kerja	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang komputer	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang rapat	300	1	♦	♦	
Ruang gambar	750	1 atau 2		♦	♦
Gudang arsip	150	1 atau 2		♦	♦
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		♦	♦
<b>Lembaga Pendidikan :</b>					
Ruang kelas	250	1 atau 2		♦	♦
Perpustakaan	300	1 atau 2		♦	♦
Laboratorium	500	1		♦	♦
Ruang gambar	750	1		♦	♦
Kantin	200	1	♦	♦	
<b>Hotel dan Restoran :</b>					
Lobi, koridor	100	1	♦	♦	
Ruang serba guna	200	1	♦	♦	
Ruang makan	250	1	♦	♦	
Kafetaria	200	1	♦	♦	
Kamar tidur	150	1 atau 2	♦		
Dapur	300	1	♦	♦	

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K-5300K	Daylight > 5300 K
<b>Rumah sakit/ Balai pengobatan</b>					
Ruang rawat inap	250	1 atau 2		♦	♦
Ruang operasi, ruang bersalin	300	1		♦	♦
Laboratorium	500	1 atau 2		♦	♦
Ruang rekreasi dan rehabilitasi	250	1	♦	♦	
<b>Pertokoan/Ruang Pamer :</b>					
Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil)	500	1	♦	♦	♦
Toko kue dan makanan.	250	1	♦	♦	
Toko bunga	250	1		♦	
Toko buku dan alat tulis/gambar.	300	1	♦	♦	♦
Toko perhiasan, arloji.	500	1	♦	♦	
Toko barang kulit dan sepatu	500	1	♦	♦	
Toko pakaian.	500	1	♦	♦	
Pasar swalayan	500	1 atau 2	♦	♦	
Toko mainan	500	1	♦	♦	
Toko alat listrik (TV, Radio/tape, mesin cuci dan lain-lain)	250	1 atau 2	♦	♦	♦
Toko alat musik dan olahraga	250	1	♦	♦	♦
<b>Industri (Umum) :</b>					
Gudang	100	3		♦	♦
Pekerjaan kasar	100 - 200	2 atau 3		♦	♦
Pekerjaan menengah	200 - 500	1 atau 2		♦	♦
Pekerjaan halus	500 - 1000	1		♦	♦
Pekerjaan amat halus	1000-2000	1		♦	♦
Pemeriksaan warna	750	1		♦	♦
<b>Rumah ibadah :</b>					
Masjid	200	1 atau 2		♦	
Gereja	200	1 atau 2		♦	
Vihara	200	1 atau 2		♦	