

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN PENERANGAN LISTRIK
PADA RUANG BACA MENGGUNAKAN
SENSOR MANUSIA

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Oleh:

WAHYU TRI HUTOMO
1207220106



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Wahyu Tri Hutomo

Tempat/ Tgl Lahir : Penggalangan, 07 Desember 1993

Fakultas : Teknik Elektro

Menyatakan Dengan Sesungguhnya Dan Sejujurnya, Bahwa Laporan Tugas Akhir (Skripsi) Saya Ini Dengan Judul :

“ RANCANG BANGUN PENERANGAN LISTRIK PADA RUANG BACA MENGGUNAKAN SENSOR MANUSIA”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya orang lain, hasil karya orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material atau non material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/sesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan Integritas Akademik di program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 13 Oktober 2017

Saya yang menyatakan

(WAHYU TRI HUTOMO)

Lembar Persembahan

Yang utama dari segalanya...

Sembah sujud serta syukur ALLAH SWT. Taburan cinta dan kasih sayang_Mu telah memberiku kekuatan, membekali dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang engkau berikan kepada hamba. Swolat dan salam selalu terlimpah keharibaan beginda Rosullah Muhammad SAW...

Kepada ibunda "Hj. Jurminah Harahap"... Dan Ayahanda "H.Fahkruddin Siregar" Tercinta

Sebagai tanda bukti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kepada Ibu dan Ayah yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan dan cinta kasih yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertulisan kala cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia, karena sungguh kusadari selama ini belum bisa berbuat yang lebih baik. Untuk Ibu dan Ayah yang selalu membuatku selalu termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku menjadi lebih baik, dan selalu berkorban demi anakmu ini. Terima kasih Ibu... Terima kasih Ayah...

My lovely sisters "Mahra Elita Siregar" dan My brathers "Zulfahmi Siregar"...

Untuk Adikku dan Abangku, tiada yang paling mengharukan saat kumpul bersama kalian, walaupun sering bertengkar tapi hal itu menjadi warna yang tak akan pernah tergantikan. Maaf selama ini saya belum bisa sebagai panutan seutuhnya, dan belum memberikan apa-apa sama kalian. Tapi aku akan berusaha selalu menjadi yang terbaik untuk kalian...

ABSTRAK

Telah dilaksanakan pembuatan sistem pengontrol cahaya untuk mengontrol kuat penerangan cahaya lampu pijar pada ruang baca berdasarkan jumlah orang yang masuk pada ruang baca. Sistem ini dibangun menggunakan sensor *infra red* sebagai pendeteksi orang masuk dan keluar dari ruang baca. Arduino uno sebagai sistem pengendali seluruh sistem yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap antara lain hubungan kondisi lampu terhadap jumlah orang yang masuk dan keluar dari ruang baca serta pengujian hubungan antar kuantitas lux cahaya lampu pijar terhadap jarak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengontrol dan menjaga kesetabilan intensitas cahaya ruang baca berdasarkan jumlah orang dan yang keluar dari ruang baca.

Kata kunci: Sensor, Intensitas Cahaya, mikrokontroler ATmega328 Arduino uno.

ABSTRACT

Has made the manufacture of light control system to control the powerful illumination incandescent light bulbs in the reading room based on the number or people entering the reading room. The system is built using infra red sensor as a detector of people in and out of the den. Arduiniuno as control systems throughout the system are made. Testing is done by several stages include light conditions relation to the number of people in end out of the reading room as well as testing the relationship between the quantity of lux incandescent light bulbs to the distance. The results of this study indicate that the system can control and maintain stable ligh intensity based on the number of people reading room and coming out of the den.

Keywords: Sensor, Ligth Intensity, Arduino uno ATmega328 microcontroller

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGHANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Pembahasan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan.....	5
2.2 Saklar Otomatis.....	6
2.3 Smart Building.....	6
2.4 Arduino.....	7
2.3.1 Arduino Uno.....	8
2.3.2 Pin Masuk dan Kluaran Arduino Uno.....	10

2.3.3	Sumber Daya dan Pin Tegangan Arduino Uno.....	11
2.4	Peta Memori Arduino Uno.....	12
2.4.1	Memori Program.....	12
2.4.2	Memori Data.....	13
2.4.3	Memori Data EEPROM.....	14
2.5	Arduino Ethernet Shield.....	14
2.6	Bahasa Pemograman Arduino Uno.....	16
2.6.1	Struktur.....	16
2.6.2	Konstanta.....	17
2.6.3	Fungsi Masuk dan Kluar Digital.....	20
2.6.4	Progmem.....	21
2.7	<i>Arduino Development Environment</i>	26
2.8	Sensor.....	29
2.8.1	<i>Led Infra Merah</i>	29
2.8.2	foto dioda.....	30
2.9	Lampu Pijar.....	31
2.9.1	Kontruksi.....	33
2.9.2	Bola lampu.....	34
2.9.3	Operasi.....	34
2.10	AC/DC Adaptor.....	35
2.11	Dasar-dasar ISP (<i>in-system Chip Programming</i>).....	35
BAB III	METODELOGI PENELITIAN.....	37
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	37
3.1.1	Tempat dan Penelitian.....	37

3.1.2	Waktu Penelitian.....	37
3.2	Metode Penelitian.....	37
3.2.1	Alat dan Bahan.....	38
3.2.2	Rancan Struktural.....	39
3.3	Pemograman Mikrokontroler ATmega 328.....	51
3.4	<i>Flowchart</i> Sistem Kerja Alat.....	55
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
4.1	Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat.....	56
4.2	Hasil Pengujian Alat.....	57
4.2.1	Hasil Pengujian Kondisi lampu Terhadap Jumlah Orang Masuk.....	57
4.2.2	Hasil Pengujian Kondisi Lampu Terhadap jumlah Orang Kluar.....	58
4.2.3	Pengujian Kondisi Lux Cahaya Lampu Terhadap Jarak (Satu Lampu).....	59
4.2.4	Pengujian Kondisi Lux Cahaya Lampu Terhadap Jarak (Dua Lampu).....	60
4.2.5	Pengujian kondisi Lux Cahaya Lampu Terhadap Jarak (Tiga Lampu).....	62
4.2.6	Hasil Pengujian Kondisi Lampu Pijar.....	63
BAB V	PENUTUP.....	64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran.....	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Blok Diagram Arduini Board.....	8
Gambar 2.2	Arduino Uno.....	9
Gambar 2.3	Peta memori Program ATmega 328.....	13
Gambar 2.4	Peta Memori Data ATmega 328.....	14
Gambar 2.5	Etharned Shield.....	16
Gambar 2.6	Arduino <i>Development Environment</i>	26
Gambar 2.7	Led Infra Merah.....	29
Gambar 2.8	Foto Dioda.....	30
Gambar 2.9	Bola Lampu dan Keterangannya.....	32
Gambar 2.10	Kawat Filamen.....	33
Gambar 2.11	AC-DC Adaptor.....	34
Gambar 2.12	<i>USB-AT ISP Programmer Download Adapter</i>	35
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Kerangka Berfikir.....	37
Gambar 3.2	Rancangan Kerangka Alat	40
Gambar 3.3	AC-DC Adaptor.....	40
Gambar 3.4	Skema Rangkaian AC-DC Adaptor.....	41
Gambar 3.5	Lampu Pijar.....	42
Gambar 3.6	Skema Rangkaian <i>Driver Relay</i>	44
Gambar 3.7	Halaman <i>Board</i>	44
Gambar 3.8	Memilih Jenis Komponen.....	46
Gambar 3.9	Skema Rangkaian Sensor <i>Infra Red</i> dan Foto Dioda.....	49
Gambar 3.10	Sistem Minimum Arduino Uno.....	50

Gambar 3.11	Skema Rangkaian Seluruh Sistem.....	51
Gambar 3.12	Jendela Aplikasi Penulisan Program.....	54
Gambar 3.13	<i>Flowchart</i> Sistem Kerja Alat.....	55
Gambar 4.1	Sistem Kontrol Penerangan Lampu Pada Ruang Baca.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Penetapan Komponen (Bahan).....	39
Tabel 3.2	Komponen yang Dibutuhkan (<i>Driver Relay</i>).....	43
Tabel 3.3	<i>Tool Eagle Light Edition</i>	45
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Kondisi lampu Terhadap Jumlah Orang Masuk.....	57
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Kondisi Lampu terhadap Jumlah Orang Keluar.....	58
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Lux 1 Lampu terhadap jarak.....	59
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Lux 2 Lampu Terhadap Jarak.....	61
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Lux 3 lampu Terhadap Jarak.....	62
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Lampu pijar.....	63

KATA PENGHANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatu dan Segala puji dan syukur kepada Allah SWT, karena berkat rahmat-Nya telah memberikan kesehatan dan kelapangan sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini diajukan untuk melengkapi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Ada pun judul dari Tugas Akhir ini adalah “ **Rancang Bangun Penerangan Listrik Pada Ruang Baca Menggunakan Sensor Manusia** ”

Selama penulisan Tugas Akhir ini, Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan Kedua Orang tua penulis dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua **Orang Tua** dan **Seluruh Keluarga**, yang selalu setia mendukung dalam do'a dan selalu setia menemani dalam setiap suka dan duka.
2. Bapak **Rahmatullah,ST. M.Sc**, Selaku Dekan Fakultas Teknik Umsu
3. Bapak **Faisal Irsan Paseribu,ST., MT**, Selaku Ketua program studi Teknik Elektro.
4. Bapak **Pertaonan Harahap,ST., MT**, Selaku Sekretaris Programstudi Teknik Elektro.
5. Ibu **Noorly Evalina,ST., MT**, Selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya di dalam mengarahkan penulisan dalam penyusunan laporan ini.
6. Bapak **Zulfikar,ST.,MT**, Selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya di dalam mengarahkan penulisan dalam penyusunan laporan ini.
7. Seluruh **Staf Administrasi** dan **Dosen-dosen Program Studi Teknik Elektro** Fakultas Teknik UMSU.

8. Kepada **Teman-teman penulis** dan **Rekan-rekan mahasiswa Elektro** ,
yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga segala bantuan yang saya terima mendapat balasan yang layak dari Allah SWT. Akhir kata saya mengharapkan semoga tulisan ini bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Medan, Juni 2017
Hormat Saya

WAHYU TRI HUTOMO
1207220106

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Membaca merupakan salah satu aktivitas yang memerlukan cahaya. Penerangan cahaya yang direkomendasikan dalam aktivitas membaca yaitu 250 Lux (SNI No. 16-7062-2004). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Fathimahhayati (2012) dan Nursalim dkk (2012) menyatakan bahwa sebagian besar intensitas penerangan cahaya pada ruang tempat berlangsung aktivitas membaca tidak sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia). Intensitas cahaya yang tidak sesuai standar dalam proses membaca dapat menjadi salah satu penyebab kerusakan organ penglihatan.

Berangkat dari masalah di atas saya mencoba mencari solusi bagaimana agar dapat menyesuaikan standart intensitas penerangan yang cocok untuk ruang baca agar manusia didalamnya tidak mengalami kerusakan organ penglihatannya dengan mengangkat sebuah judul penelitian yang tidak lepas dari masalah tersebut yaitu “Rancang Bangun Penerangan Listri Pada Ruang Baca Menggunakan Sensor Manusia.

1.2. Perumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem pengaturan penerangan lampu secara otomatis pada ruang baca?

2. Bagaimana mengontrol intensitas cahaya lampu agar intensitas penerangan pada ruang baca sesuai lingkungan sekitar?
3. Variabel apa yang dideteksi agar lampu mengeluarkan penerangan yang sesuai pada ruangan baca?

1.3. Batasan Masalah

Yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian yang dilakukan berbentuk studi rancang bangun alat yang seluruh komponen pembentuknya dijelaskan secara mendetail dan ilmiah dalam laporan ini.
2. Ruang lingkup pembahasan meliputi perangkat *hardware* dan *software*.
3. Alat yang dirancang dan dibuat adalah dalam skala kecil yaitu hanya mengontrol tiga buah lampu.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mampu merancang suatu sistem kontrol penerangan lampu pada ruang baca secara *hardware* dan *software* dan dalam bentuk skala kecil dengan menggunakan sebuah pengendali cerdas yaitu sistem Arduino Uno.
2. Dapat mengimplementasikan sebuah sensor agar penerangan cahaya lampu yang dikeluarkan sesuai yang dibutuhkan pada ruang baca.
3. Mampu mendeteksi jumlah orang yang masuk dan yang keluar pada ruang baca agar dapat mengatur penerangan cahaya lampu yang harus dikeluarkan.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi pengguna, dapat memudahkan pengguna untuk mengontrol saklar listrik walaupun berada jauh dari area peralatan yang akan dikontrol sehingga meningkatkan efisiensi waktu aktifitas pengguna, menghilangkan rasa kekhawatiran pengguna saat meninggalkan ruang baca tersebut yang kosong.
2. Bagi perkembangan IPTEK, sebagai bahan masukan dalam rangka menciptakan peralatan guna menghemat energi listrik.
3. Bagi penulis, sebagai bahan pembelajaran dalam bidang perancangan sistem operasi aplikasi pengontrolan intensitas cahaya berbasis mikrokontroler.

1.6. Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, perumusan masalah yang diteliti, tujuan dan manfaat penelitian, pembatasan masalah yang diteliti, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang cakupan konsep dan teori-teori pendukung yang menjadi landasan penyusunan tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang bagaimana metode penelitian dilakukan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data, cara perancangan dan pembuatan alat serta pengujiannya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil dari segala bentuk pengujian alat yang dilakukan serta hasil yang didapatkan akan dilakukan pembahasan secara mendetail.

BAB VI PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Telah dilakukan rancang-bangun sistem otomatisasi kontrol lampu berdasarkan keberadaan orang didalam ruangan. Sistem kontrol lampu akan menyala selama ada orang didalam ruangan, dan lampu akan mati ketika orang meninggalkan ruangan. Keberadaan orang akan di deteksi oleh sensor *passive infrared* (PIR). Jarak waktu respon dari sensor PIR KC7783R telah dicobakan, dimana sensor hanya dapat mendeteksi objek selama 5,37 detik, namun dapat diatasi dengan menggunakan program yang ditanamkan ke dalam mikrokontroler AT89S51. Jarak maksimum yang dapat di deteksi sensor PIR adalah 4,3 meter pada sudut 0° (lurus dari depan sensor), dan 2 meter pada sudut 30° (kekiri dan kekanan). Sensor membutuhkan waktu pemanasan selama 25,52 detik. *Relay* digunakankan untuk menghubungkan antara arus dc dan arus ac.(Wildian 2013)

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saat sekarang banyak muncul gagasan-gagasan bidang elektronika digital. Sistem digital berkembang dengan adanya teknologi mikrokontroler. Sistem ini menyederhanakan sistem yang masih konvensional menjadi otomatis dan lebih ringkas. Tugas akhir ini dimaksudkan mengkaji pemanfaatan mikrokontroler untuk otomatis lampu Ruangan. Umumnya lampu di dalam Ruangan masih menggunakan saklar analog, sehingga pemilik rumah harus menyalakan dan mematikan lampu secara manual. Adanya rangkaian pengontrol perangkat listrik, pemilik rumah dapat mengontrol lampu dengan pewaktuan menyala dan mati

lampu secara otomatis sesuai kebutuhan. Proses otomatisasi tersebut dikontrol menggunakan program mikrokontroler sehingga dapat mengerakan relay dan mengontrol lampu. Penyusunan laporan tugas akhir ini memerlukan metode observasi, metode interview, metode dokumentasi dan metode studi pustaka. Dari hasil uji coba yang telah dilakukan menunjukkan bahwa rangkaian ini bekerja dengan baik.(syafaat 2014)

Telah dilakukan pembuatan sistem pengontrol cahaya untuk mengontrol kuat penerangan cahaya pada ruang baca. Sistem ini dibangun menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) sebagai pendeteksi intensitas cahaya. Tegangan analog LDR diolah oleh mikrokontroler ATmega16 untuk mengontrol tiga buah lampu sebagai sumber penerangan ruang baca. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran intensitas cahaya alat hasil rancangan dengan alat standar. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengontrol dan menjaga kestabilan intensitas cahaya ruang baca dalam rentang 300–400Lux.(Nurhasanah 2015)

Keamanan gedung dan rumah mewah sangat diperlukan untuk mengatasi tindak kejahatan seperti pencurian dan perampokan. Untuk pengamanan gedung dan rumah mewah diperlukan sebuah sistem pengamanan yang dapat diaplikasikan atau digunakan oleh suatu perusahaan. Salah satunya adalah sistem keamanan dengan menggunakan sensor *Passive Infra Red* (PIR) KC7783R dan mikrokontroler ATmega8535 yang sudah di dukung dengan bahasa pemograman C. Sistem keamanan gedung dan rumah mewah diantaranya menggunakan kamera CCTV yang dipantau oleh operator yang diminta oleh pemilik gedung atau rumah mewah tersebut. Kamera CCTV ada yang menggunakan sensor IR dan ultrasonik,

tetapi dalam penggunaannya juga dibutuhkan sumber sensor lain. Contohnya, sensor otomatis yaitu PIR sensor dengan jangkauan yang cukup panjang.(Zain 2013)

2.2. Saklar Otomatis

Penggunaan saklar otomatis di ruang baca merupakan salah satu cara operasi yang digunakan untuk mengendalikan beban listrik. Ide penggunaan saklar otomatis ini muncul sebagai upaya menghindari pemborosan energi listrik. Selain itu juga saklar otomatis dapat memudahkan operasi.

Dari segi ekonomis, dengan memasang saklar otomatis, maka keborosan energi listrik dapat dihindari. Dan penggunaan energi listrik pun menjadi terkontrol.

2.3. *Smart Building*

Perkembangan teknologi melaju dengan sangat pesat. Perkembangan teknologi ini merupakan hasil kerja keras dari rasa ingin tahu manusia terhadap suatu hal yang pada akhirnya diharapkan akan mempermudah kehidupan manusia. Salah satu cara untuk mempermudah kehidupan manusia adalah dengan membangun *smart building*.

Smart building sudah menjadi salah satu topik pembahasan dalam karya tulis fiksi ilmiah selama bertahun-tahun, namun baru mulai dicoba untuk diwujudkan pada awal abad ke 20 ketika pemakaian energi listrik telah meluas hingga ke rumah-rumah dan mulai majunya teknologi informasi.

Smart building mengacu pada penggunaan teknologi informasi dan

komputer untuk mengendalikan peralatan yang berada di dalam bangunan tersebut (seperti jedela atau lampu). Sistem yang beroperasi dalam *smartbuilding* dapat berupa sistem kontrol jarak jauh yang sederhana dari lampu-lampu hingga sebuah sistem yang berbasis komputer atau mikrokontroler yang memiliki tingkat kecerdasan yang bervariasi yang secara otomatis mengontrol peralatan yang berada di dalam bangunan.

Elemen dalam sebuah sistem *smart building* terdiri dari sensor (seperti sensor cahaya atau sensor suhu), pengontrol (seperti komputer atau mikrokontroler) dan aktuator (seperti motor, *relay*, *servo* atau sakelar lampu). Sebuah antarmuka antara manusia dengan mesin diperlukan, agar pemilik bangunan dapat berinteraksi dengan sistem untuk memonitor atau mengontrolnya.

Antarmuka ini dapat berupa terminal khusus atau aplikasi yang berjalan pada telepon genggam atau komputer tablet. Antarmuka tersebut berkomunikasi dengan sistem melalui jaringan kabel atau *wireless* menggunakan satu atau lebih protokol.

2.4. Arduino

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif.

Arduino pada awalnya dikembangkan di Ivrea, Italia. Nama *arduino* adalah sebuah nama maskulin yang berarti teman yang kuat. *Platformarduino*

terdiri dari *arduino board*, *shield*, bahasa pemrograman arduino, dan *arduino development environment*. Arduino board biasanya memiliki sebuah *chip* dasar mikrokontroler Atmel AVR ATmega8 berikut turunannya. Blok diagram arduino board yang sudah disederhanakan dapat dilihat pada Gambar 2.1. *Shield* adalah sebuah papan yang dapat dipasang di atas *arduino board* untuk menambah kemampuan dari *arduino board*.

Bahasa pemrograman arduino adalah bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk membuat perangkat lunak yang ditanamkan pada *arduino board*. Bahasa pemrograman arduino mirip dengan bahasa pemrograman C++.

Arduino Development Environment adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan meng-*compile* program untuk arduino. *Arduino Development Environment* juga digunakan untuk meng-*upload* program yang sudah di-*compile* ke memori program *arduino board*.

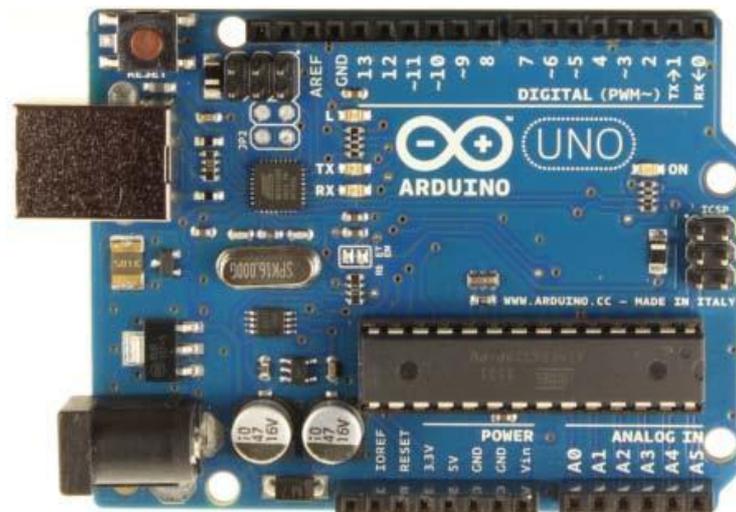
2.3.1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah *arduino board* yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai *USB-to-serial converter* untuk komunikasi serial ke computer

melalui port USB. Tampak atas dari arduino uno dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Adapun data teknis *board* Arduino Uno R3 adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler : ATmega328
2. Tegangan Operasi : 5V
3. Tegangan Input (recommended) : 7 - 12 V
4. Tegangan Input (limit) : 6-20 V
5. Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
6. Pin Analog input : 6
7. Arus DC per pin I/O : 40 mA
8. Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
9. Flash Memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
10. SRAM : 2 KB
11. EEPROM : 1 KB
12. Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz



Gambar 2.1 : Arduino uno

2.3.2. Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (diputus secara default) sebesar 20-30 KOhm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu:

1. Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima(RX) dan mengirim(TX) data secara serial.
2. External Interrupt: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
3. Pulse-width modulation (PWM): pin 3,5,6,9,10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.
4. Serial Peripheral Interface (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
5. LED: pin 13, terdapat built-in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai LOW maka LED akan padam.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari ground (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan

menggunakan pin AREF dan fungsi analog Reference(). Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter IntegratedCircuit* (I2C) dengan menggunakan Wire library.

2.3.3. Sumber Daya dan Pin Tegangan Arduino Uno

Arduino uno dapat diberi daya melalui koneksi USB (Universal Serial Bus) atau melalui power supply eksternal. Jika arduino uno dihubungkan ke kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. Power supply external (yang bukan melalui USB) dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan ke soket power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dibubungkan ke baterai dimasukkan kedalam pin GND dan Vin yang berada pada konektor Power.

Arduino uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 Volt. Jika arduino uno diberi tegangan di bawah 7 Volt, maka pin 5V akan menyediakan tegangan di bawah 5 Volt dan arduino uno mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 Volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino uno. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino uno berkisar antara 7 sampai 12 Volt.

Pin-pin tegangan pada arduino uno adalah sebagai berikut:

1. Vin adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi USB atau sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat

disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino uno dialirkan melalui soket *power*.

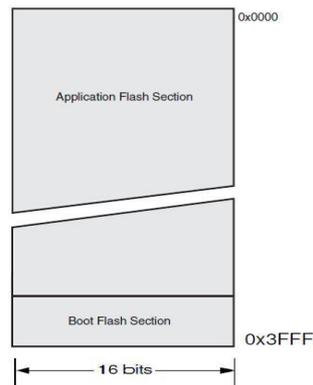
2. 5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 Volt berasal dari *regulator* tegangan pada arduino uno.
3. 3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 Volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
4. GND adalah pin *ground*.

2.4. Peta Memori Arduino Uno

Arduino Uno adalah arduino *board* yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Maka peta memori arduino uno sama dengan peta memori pada mikrokontroler ATmega328.

2.4.1. Memori Program

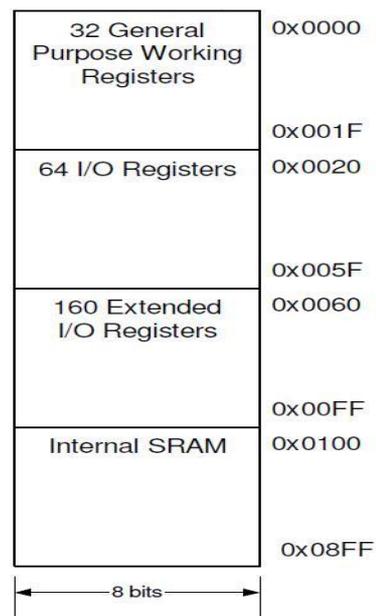
ATMega328 memiliki 32K byte *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Memori *flash* dibagi kedalam duabagian, yaitu bagian program *bootloader* dan aplikasi seperti terlihat pada Gambar 2.3. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.



Gambar 2.2 : Peta memori program ATmega 328

2.4.2. Memori Data

Memori data ATmega328 terbagi menjadi 4 bagian, yaitu 32 lokasi untuk register umum, 64 lokasi untuk register I/O, 160 lokasi untuk register I/O tambahan dan sisanya 2048 lokasi untuk data SRAM internal. Register umum menempati alamat data terbawah, yaitu 0x0000 sampai 0x001F. Register I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari 0x0020 hingga 0x005F. Register I/O tambahan menempati 160 alamat berikutnya mulai dari 0x0060 hingga 0x00FF. Sisa alamat berikutnya mulai dari 0x0100 hingga 0x08FF digunakan untuk SRAM internal. Peta memori data dari ATmega 328 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.3 : Peta memori data atmega 328

2.4.3. Memori Data EEPROM

Arduino uno terdiri dari 1 KByte memori data EEPROM. Pada memori EEPROM, data dapat ditulis/dibaca kembali dan ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat *nonvolatile*. Alamat EEPROM dimulai dari 0x000 hingga 0x3FF.

2.5. Arduino Ethernet Shield

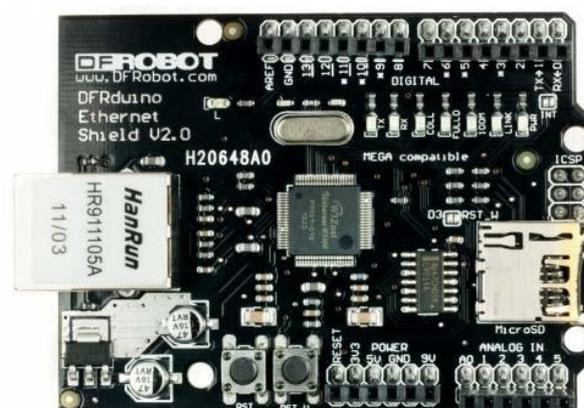
Ethernet Shield menambah kemampuan arduino board agar terhubung ke jaringan komputer. Ethernet shield berdasarkan cip ethernet Wiznet W5100. Ethernet *library* digunakan dalam menulis program agar arduino board dapat terhubung ke jaringan dengan menggunakan arduino ethernet shield.

Pada ethernet shield terdapat sebuah slot micro-SD, yang dapat digunakan

untuk menyimpan file yang dapat diakses melalui jaringan. Onboard micro-SD card reader diakses dengan menggunakan *SD library*.

Arduino board berkomunikasi dengan W5100 dan SD card menggunakan bus SPI (Serial Peripheral Interface). Komunikasi ini diatur oleh library *SPI.h* dan *Ethernet.h*. Bus SPI menggunakan pin digital 11, 12 dan 13 pada Arduino Uno. Pin digital 10 digunakan untuk memilih W5100 dan pin digital 4 digunakan untuk memilih SD card. Pin-pin yang sudah disebutkan sebelumnya tidak dapat digunakan untuk input/output umum ketika kita menggunakan ethernet shield.

Karena W5100 dan SD card berbagi bus SPI, hanya salah satu yang dapat aktif pada satu waktu. Jika kita menggunakan kedua perangkat dalam program kita, hal ini akan diatasi oleh *library* yang sesuai. Jika kita tidak menggunakan salah satu perangkat dalam program kita, kiranya kita perlu secara eksplisit *deselect*-nya. Untuk melakukan hal ini pada SD card, set pin 4 sebagai output dan menuliskan logika tinggi padanya, sedangkan untuk W5100 yang digunakan adalah pin 10. DFRduino Ethernet shield adalah sebuah *clone* dari arduino Ethernet shield yang dibuat oleh DFRobot. Penampakan DFRduino Ethernet shield dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 : *Ethernetshield*

2.6. Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroler dapat bekerja. Arduino board akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya. Bahasa Pemrograman Arduino adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk arduino board. Bahasa pemrograman arduino menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.

Karena menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya, bahasa pemrograman arduino memiliki banyak sekali kemiripan, walaupun beberapa hal telah berubah.

2.6.1. Struktur

Setiap program dalam arduino board terdiri dari dua fungsi utama yaitu `setup()` dan `loop()`. Instruksi yang berada dalam fungsi `setup()` dieksekusi hanya sekali, yaitu ketika arduino board pertama kali dihidupkan. Biasanya instruksi yang berada pada fungsi `setup()` merupakan konfigurasi dan inisialisasi dari arduino board. Instruksi yang berada pada fungsi `loop()` dieksekusi berulang-ulang hingga arduino board dimatikan (catu daya diputus). Fungsi `loop()` merupakan tugas utama dari arduino board. Jadi setiap program yang menggunakan bahasa pemrograman arduino memiliki struktur sebagai berikut:

```

void setup()
{
  // perintah-perintah untuk konfigurasi dan inisialisasi arduino board
}

void loop()
{
  //perintah-perintah utama arduino board
}

```

Program di atas dapat dianalogikan dalam bahasa C sebagai berikut:

```

void setup(void); // prototipe fungsi setup
void loop(void); // prototipe fungsi loop
int main(void) {
  setup(); //
  while(1) {
    loop(); // ulangi terus menerus
  }
  return 0; //bagian ini tidak akan pernah dieksekusi
}

```

2.6.2. Konstanta

Konstanta adalah variable yang sudah ditetapkan sebelumnya dalam bahasa pemrograman arduino. Konstanta digunakan agar program lebih mudah untuk dibaca dan dimengerti. Konstanta dibagi menjadi 3 kelompok yaitu:

1. Konstanta yang digunakan untuk menunjukkan tingkat logika (konstanta Boolean), yaitu *true* dan *false*
2. Konstanta untuk menunjukkan keadaan pin, yaitu HIGH dan LOW
3. Konstanta untuk menunjukkan fungsi pin, yaitu INPUT, INPUT_PULLUP dan OUTPUT

Konstanta yang digunakan untuk menunjukkan benar atau salah dalam bahasa pemrograman arduino adalah *true* dan *false*. *False* lebih mudah didefinisikan daripada *true*. *False* didefinisikan sebagai 0(nol). *True* sering

didefinisikan sebagai 1(satu), yang mana hal ini benar, tetapi *true* memiliki definisi yang lebih luas. Setiap integer yang bukan nol adalah *true* dalam pengertian Boolean. Jadi -2, 3 dan -100 semuanya didefinisikan sebagai *true*, juga dalam pengertian Boolean. Tidak seperti konstanta yang lain *true* dan *false* diketik dengan menggunakan huruf kecil.

Ketika membaca atau menulis ke sebuah pin digital, terdapat hanya dua nilai yang dapat diberikan atau diterima, yaitu HIGH dan LOW. HIGH memiliki arti yang berbeda tergantung apakah sebuah pin dikonfigurasi menjadi masukan atau keluaran. Ketika pin dikonfigurasi sebagai masukan dengan fungsi `pinMode()`, lalu kemudian dibaca dengan fungsi `digitalRead()`, mikrokontroler akan melaporkan nilai HIGH jika tegangan yang ada pada pin tersebut berada pada tegangan 3 volt atau lebih.

Ketika sebuah pin dikonfigurasi sebagai masukan, dan kemudian dibuat bernilai HIGH dengan fungsi `digitalWrite()`, maka resistor *pull-up* internal dari chip ATmega akan aktif, yang akan membawa pin masukan ke nilai HIGH kecuali pin tersebut ditarik (*pull-down*) ke nilai LOW oleh sirkuit dari luar.

Ketika pin dikonfigurasi sebagai keluaran dengan fungsi `pinMode()`, dan diset ke nilai HIGH dengan fungsi `digitalWrite()`, maka pin berada pada tegangan 5 volt. Dalam keadaan ini, pin tersebut dapat memberikan arus, sebagai contoh, untuk menhidupkan LED yang terhubung seri dengan resistor dan ground, atau pin lain yang dikonfigurasi sebagai keluaran dan diberi nilai LOW.

Sama seperti HIGH, LOW juga memiliki arti yang berbeda bergantung pada konfigurasi pin. Ketika pin dikonfigurasi sebagai masukan, maka mikrokontroler akan melaporkan nilai LOW jika tegangan yang terdapat pada pin

berada pada tegangan 2 volt atau kurang. Ketika pin dikonfigurasi sebagai keluaran dan diberi nilai LOW maka pin berada pada tegangan 0 volt.

Setiap pin pada arduino dapat dikonfigurasi sebagai masukan, masukan dengan resistor *pull-up* atau keluaran. Untuk mengkonfigurasi fungsi pin pada arduino digunakan konstanta INPUT, INPUT_PULLUP dan OUTPUT. Pin arduino yang dikonfigurasi sebagai masukan dengan fungsi pinMode() dikatakan berada dalam kondisi berimpedansi tinggi. Pin yang dikonfigurasi sebagai masukan memiliki permintaan yang dangat kecil kepada sikuit yang di-sampling-nya, setara dengan sebuah resistor 100 Megaohm dipasang seri dengan pin tersebut. Hal ini membuat pin tersebut berguna untuk membaca sensor, tetapi tidak untuk menghidupkan sebuah *LED*.

Cip ATmega pada arduino memiliki resisitor *pull-up* internal (resistor yang terhubung ke sumber tegangan secara internal) yang dapat digunakan. Untuk menggunakan resistor *pull-up* internal ini kita menggunakan konstatnta INPUT_PULLUP pada fungsi pinMode().

Pin yang dikonfigurasi menjadi sebuah keluaran dikatakan berada dalam kondisi berimpedansi rendah. Hal ini berarti pin tersebut dapat menyediakan sejumlah besar arus ke sirkuit yang lain. Pin pada ATmega mampu menyediakan arus hingga 40 mA.

2.6.3. Fungsi Masukan dan Keluaran Digital

Arduino memiliki 3 fungsi untuk masukan dan keluaran digital pada arduino board, yaitu pinMode(), digitalWrite() dan digitalRead().

Fungsi pinMode() mengkonfigurasi pin tertentu untuk berfungsi sebagai

masukan atau keluaran. Sintaksis untuk fungsi `pinMode()` adalah sebagai berikut:

`pinMode(pin, mode)`

Parameter: pin = angka dari pin digital yang akan dikonfigurasi

mode = konfigurasi yang diinginkan (INPUT, INPUT_PULLUP dan OUTPUT).

Fungsi `digitalWrite()` berfungsi untuk memberikan nilai HIGH atau LOW suatu digital pin. Sintaksis untuk fungsi `digitalWrite()` adalah sebagai berikut:

`digitalWrite(pin, value)`

Parameter: pin = angka dari pin digital yang akan dikonfigurasi value = nilai yang diinginkan (HIGH atau LOW).

Fungsi `digitalRead()` bertujuan untuk membaca nilai yang ada pada pin arduino uno. Sintaksis untuk fungsi `digitalRead()` adalah sebagai berikut:

`digitalRead(pin)`

Parameter: pin = angka dari pin digital yang akan dibaca

Berikut ini adalah contoh penggunaan fungsi masukan dan keluaran digital dalam sebuah program:

```
Int ledPin =13;      // LED terhubung ke pin digital 13
```

```
Int inPin =7;       // push button terhubung ke pin digital 7
```

```
Int val = 0;       // variabel untuk menyimpan sebuah nilai
```

```
Void setup()
```

```
{
```

```
  pinMode(ledpin, OUTPUT);      // set pin digital 13 sebagai keluaran
```

```
  pinMode(inpin, INPUT);       // set pin digital 13 sebagai masukan
```

```
}
```

```

Void loop()
{
    Val = digitalRead(inpin);           // baca nilai pin input
    digitalWrite(ledpin, val); // sets LED sesuai dengan nilai val}

```

2.6.4. Progmem

Terkadang program dibuat memerlukan memori yang lebih besar, misalnya kita perlu menyimpan banyak teks dalam sebuah program penampil LCD. Hal ini bisa kita atasi dengan menyimpan data pada flash memori (memori program). Besar memori program pada arduino uno adalah 32 KByte.

Kata kunci PROGMEM adalah sebuah *variable modifier*, PROGMEM hanya bisa digunakan untuk tipe data yang di definisikan pada *library pgmspace.h*. PROGMEM menjelaskan pada kompiler “letakkan informasi berikut pada memori program”, menggantikan SRAM, dimana biasanya informasi tersebut disimpan.

PROGMEM adalah bagian dari *library pgmspace.h*, jadi kita perlu memasukkan *library pgmspace.h* ke program kita. Sintaksis untuk menggunakan PROGMEM adalah sebagai berikut:

```
dataType variableName[] PROGMEM = {dataInt0, dataInt1, ...};
```

dataType – tipe variable

variableName – nama array data

Karena PROGMEM adalah sebuah *variable modifier*, tidak ada aturan yang baku untuk tempat peletakannya. Kompiler arduino menerima semua difinisi yang ditunjukkan di bawah.

```
dataType variableName[] PROGMEM = {};
```

```
dataType PROGMEM variableName[] = {};
```

```
PROGMEM dataType variableName[] = {};
```

PROGMEM juga bisa digunakan untuk menyimpan satu variabel, tetapi karena kerepotan dalam penggunaannya, sebaiknya hanya digunakan untuk menyimpan data yang sangat banyak, yang biasanya lebih mudah menyimpannya di dalam array.

Dalam menggunakan PROGMEM kita perlu melakukan 2 langkah prosedur. Pertama adalah menyimpan data pada memori program, kemudian kita menggunakan fungsi khusus, yang juga didefinisikan di *library pgmspace.h*, untuk membaca data tersebut dari memori program dan menuliskannya ke SRAM, sehingga kita dapat melakukan sesuatu dengan data tersebut.

Berikut adalah tipe data yang didukung oleh *library pgmspace.h*:

Prog_char *a signed char (1 byte) -127 sampai 128*

Prog_uchar *- an unsig char (1 byte) 0 sampai 255*

Prog_int16_t *- a signed int (2 bytes) -32,767 sampai 32,768*

Prog_uint16_t *- an unsigned int (2 bytes) 0 sampai 65,535*

Prog_int32_t *- a signed long (4 bytes) -2,147,483,648 sampai **

2,147,483,647

Prog_uint32_t *- an unsigned long (4 bytes) 0 sampai 4,294,295*

Berikut ini adalah contoh program untuk menggunakan PROGMEM

```
#include <avr/pgmspace.h>
```

```
// simpan beberapa unsigned int
```

```
PROGMEM prog_uint16_t charSet[] = { 65000, 32796, 16843, 10,
```

```
11234};  
  
// simpan beberapa karakter  
  
prog_uchar signMessage[] PROGMEM = {"UNIVERSITAS SUMATERA  
UTARA"}  
  
;  
  
unsigned int displayInt;  
  
int k; // variabel counter  
  
char myChar;  
  
// baca int  
  
displayInt = pgm_read_word_near(charSet + k)  
  
// baca karakter  
  
myChar = pgm_read_byte_near(signMessage + k);
```

Di bawah ini adalah contoh program untuk menyimpan array string pada program memori. Karena string sendiri adalah sebuah array, contoh di bawah ini juga merupakan contoh penggunaan array dua dimensi.

```
#include <avr/pgmspace.h>

prog_char string_0[] PROGMEM = "String 0";
prog_char string_1[] PROGMEM = "String 1";
prog_char string_2[] PROGMEM = "String 2";
prog_char string_3[] PROGMEM = "String 3";
prog_char string_4[] PROGMEM = "String 4";
prog_char string_5[] PROGMEM = "String 5";

//buat table untuk menunjukkan string.

PROGMEM const char *string_table[] =
{
    string_0,
    string_1,
    string_2,
    string_3,
    string_4,
    string_5 };

char buffer[30];           //pastikan buffer cukup untuk menyimpan string

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
}
}
```

```

void loop()
{
    /*menggunakan table string pada memori program membutuhkan
fungsi special untuk mengambil data tersebut.

    fungsi strcpy_P ("buffer") menyalin sebuah string dari program
memori sebuah string di SRAM ("buffer").

    Pastikan bahwa SRAM cukup untuk menampung setiap string yang
diambil dari memori program*/
    for (int i = 0; i < 6; i++)
    {
        strcpy_P(buffer, (char*)pgm_read_word(&(string_table[i]))); // salin
string ke buffer

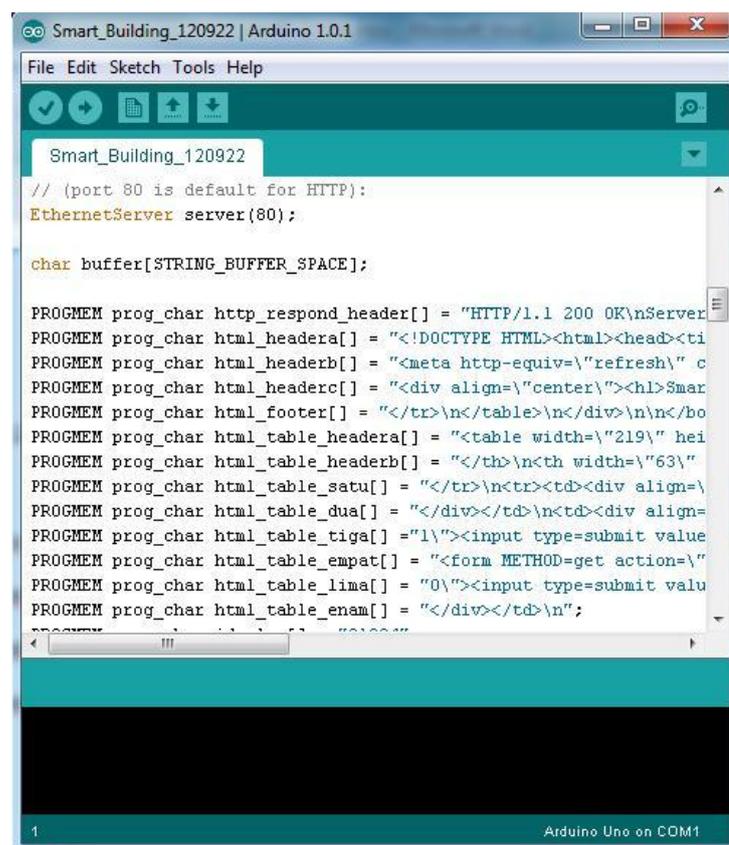
        Serial.println( buffer ); delay(
        500 );
    }
}

```

2.7. Arduino Development Environment

Arduino *Development Environment* terdiri dari editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, sebuah konsol, sebuah *toolbar* dengan tombol-tombol untuk fungsi yang umum dan beberapa menu. Arduino *Development Environment* terhubung ke arduino board untuk meng-*upload* program dan juga untuk berkomunikasi dengan arduino board.

Perangkat lunak yang ditulis menggunakan *Arduino Development Environment* disebut *sketch*. *Sketch* ditulis pada editor teks. *Sketch* disimpan dengan file berekstensi *.ino*. Area pesan memberikan informasi dan pesan error ketika kita menyimpan atau membuka *sketch*. Konsol menampilkan output teks dari *Arduino Development Environment* dan juga menampilkan pesan error ketika kita mengkompilasi *sketch*. Pada sudut kanan bawah dari jendela *Arduino Development Environment* menunjukkan jenis board dan port serial yang sedang digunakan. Tombol *toolbar* digunakan untuk mengecek dan mengupload *sketch*, membuat, membuka atau menyimpan *sketch*, dan menampilkan *serialmonitor*.



Gambar 2.5 : *Arduinodevelopment environment*

Berikut ini adalah tombol-tombol *toolbar* serta fungsinya:



Verify

mengecek error pada code program.



Upload

meng-*compile* dan meng-upload program ke Arduino board.



New

membuat sketch baru.



Open

menampilkan sebuah menu dari seluruh *sketch* yang berada di dalam *sketchbook*.



Save

menyimpan sketch.



Serial Monitor

Membukaserial *monitor*.

Dalam lingkungan arduino digunakan sebuah konsep yang disebut *sketchbook*, yaitu tempat standar untuk menumpukan program (*sketch*). *Sketch* yang ada pada *sketchbook* dapat dibuka dari menu **File > Sketchbook** atau dari tombol *open* pada *toolbar*. Ketika pertama kali menjalankan arduino development environment, sebuah direktori akan dibuat secara otomatis untuk tempat penyimpanan *sketchbook*. Kita dapat melihat atau mengganti lokasi dari direktori tersebut dari menu **File > Preferences**.

Serial monitor menampilkan data serial yang sedang dikirim dari arduinoboard. Untuk mengirim data ke board, masukkan teks dan klik tombol *send* atau tekan *enter* pada *keyboard*.

Sebelum meng-*upload* program, kita perlu mensetting jenis board dan port serial yang sedang kita gunakan melalui menu **Tools > Board** dan **Tools > SerialPort**. Pemilihan board berguna untuk mengeset parameter (contohnya: kecepatanmikrokontroler dan *baud rate*) yang digunakan ketika meng-*compile* dan meng-*upload sketch*.

Setelah memilih board dan port serial yang tepat, tekan tombol *upload* pada *toolbar* atau pilih menu **File > Upload**. Arduino board akan me-*reset* secara otomatis dan proses *upload* akan dimulai. Pada kebanyakan board, LED RX dan TX akan berkedip ketika program sedang di-*upload*. Arduino *developmentenvironment* akan menampilkan pesan ketika proses *upload* telah selesai, atau menampilkan pesan error.

Ketika sedang meng-*upload* program, arduino bootloader sedang digunakan, Arduinp bootloader adalah sebuah program kecil yang telah ditanamkan pada mikrokontroler yang berada pada arduino board. Bootloader ini mengijinkan kita meng-*upload* program tanpa menggunakan perangkat keras tambahan.

2.8. Sensor

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur magnitude sesuatu. Dengan menggunakan sensor kita dapat mengubah mekanis, magnetis, panas, cahaya dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor yang digunakan pada sistem kontrol intensitas penerangan lampu pada ruang baca ini adalah sensor *Infra Red*.

2.8.1. *Led* Infra Red

Infra merah merupakan gelombang cahaya yang tak tampak oleh mata manusia. Panjang gelombangnya berada pada rentang 700 nm sampai 1 mm. Panjang gelombang ini lebih panjang daripada panjang gelombang cahaya tampak, tetapi tidak lebih panjang daripada panjang gelombang radio. Sumber cahaya infra merah hampir sama dengan sumber cahaya tampak yaitu *LED*, tetapi bahan pembuatnya berbeda. *LED* infra merah dibuat dari bahan gallium arsenide (GaAs). *LED* infra merah hanya memerlukan tegangan masukan sebesar 3 Volt. Berikut adalah Gambar 2.6 yang menampilkan bentuk fisik dari *led* infra merah :



Gambar 2.6 : *Led* infra merah

2.8.2. Fotodioda

Fotodioda adalah komponen elektronik yang terbuat dari bahan semikonduktor dan dapat mengubah intensitas cahaya menjadi arus listrik dan berikut bentuk fisiknya yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 berikut :



Gambar 2.7 : Fotodioda

Jika diperhatikan, skematik *LED* dan fotodioda hampir sama. Perbedaan hanya terletak pada arah panahnya saja. Pada skematik *LED*, arah panahnya keluar, yang dapat diartikan bahwa *LED* memancarkan cahaya. Pada skematik fotodioda, arah panahnya masuk, yang dapat diartikan bahwa fotodioda menyerap atau memproses cahaya.

Seperti pada *LED*, fotodioda juga memiliki dua kaki. Kaki yang lebih panjang adalah anoda, dan kaki yang lebih pendek adalah katoda. Pemasangan komponen fotodioda pada rangkaian elektronik berkebalikan dengan pemasangan *LED*. Kutub positif atau anoda fotodioda dihubungkan dengan kutub negatif sumber tegangan, dan kutub negatif atau katoda fotodioda dihubungkan dengan kutub positif sumber tegangan.

2.9. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Lampu pijar dipasarkan dalam berbagai macam

bentuk dan tersedia untuk tegangan (voltase) kerja yang bervariasi dari mulai 1,25 volt hingga 300 volt. Energi listrik yang diperlukan lampu pijar untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan dengan sumber cahaya buatan lainnya seperti lampu pendar dan dioda cahaya, maka secara bertahap pada beberapa negara peredaran lampu pijar mulai dibatasi. Di samping memanfaatkan cahaya yang dihasilkan, beberapa penggunaan lampu pijar lebih memanfaatkan panas yang dihasilkan, contohnya adalah pemanas kandang ayam, dan pemanas inframerah dalam proses pemanasan di bidang industri.

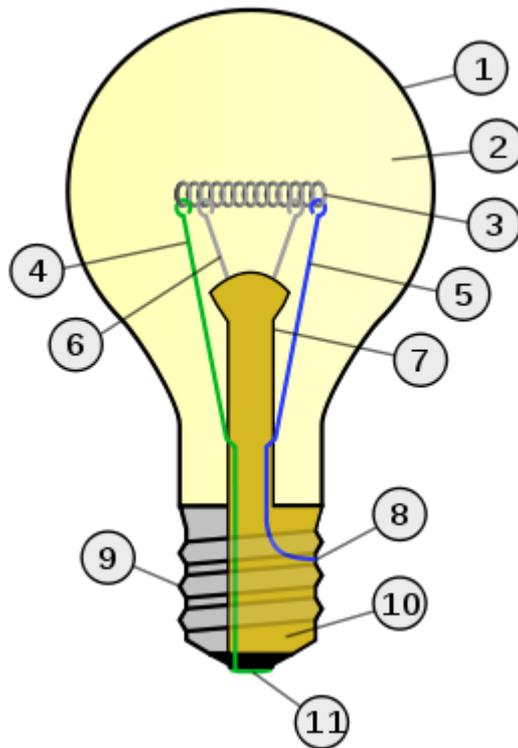
Pengembangan lampu pijar sudah dimulai pada awal abad XIX. Sejarah lampu pijar dapat dikatakan telah dimulai dengan ditemukannya tumpukan volta oleh Alessandro Volta. Pada tahun 1802, Sir Humphry Davy menunjukkan bahwa arus listrik dapat memanaskan seuntai logam tipis hingga menyala putih. Lalu, pada tahun 1820, Warren De la Rue merancang sebuah lampu dengan cara menempatkan sebuah kumparan logam muliplatina di dalam sebuah tabung lalu mengalirkan arus listrik melaluinya. Hanya saja, harga logam platina yang sangat tinggi menghalangi pendayagunaan penemuan ini lebih lanjut. Elemen karbon juga sempat digunakan, namun karbon dengan cepat dapat teroksidasi di udara; oleh karena itu, jawabannya adalah dengan menempatkan elemen dalam vakum. Pada tahun 1870-an, seorang penemu bernama Thomas Alva Edison dari Menlo Park, negara bagian New Jersey, Amerika Serikat, mulai ikut serta dalam usaha merancang lampu pijar. Dengan menggunakan elemen platina, Edison mendapatkan paten pertamanya pada bulan April 1879.

Rancangan ini relatif tidak praktis namun Edison tetap berusaha mencari elemen lain yang dapat dipanaskan secara ekonomis dan efisien. Di tahun yang

sama, Sir Joseph Wilson Swan juga menciptakan lampu pijar yang dapat bertahan selama 13,5 jam. Sebagian besar filamen lampu pijar yang diciptakan pada saat itu putus dalam waktu yang sangat singkat sehingga tidak berarti secara komersial.^[2] Untuk menyelesaikan masalah ini, Edison kembali mencoba menggunakan untaian karbon yang ditempatkan dalam bola lampu hampa udara hingga pada tanggal 19 Oktober 1879 dia berhasil menyalakan lampu yang mampu bertahan selama 40 jam.

2.9.1. Konstruksi

Komponen utama dari lampu pijar adalah bola lampu yang terbuat dari kaca, filamen yang terbuat dari wolfram, dasar lampu yang terdiri dari filamen, bola lampu, gas pengisi, dan kaki lampu. Berikut ini adalah Gambar 2.9, yang menjelaskan tentang bola lampu :



1. Bola lampu
2. Gas bertekanan rendah
(argon, neon, nitrogen)
3. Filamen wolfram
4. Kawat penghubung ke kaki
tengah
5. Kawat penghubung ke ulir
6. Kawat penyangga
7. Kaca penyangga
8. Kontak listrik di ulir
9. Sekrup ulir
10. Isolator
11. Kontak listrik di kaki
tengah

Gambar 2.8 : Bola lampu dan keterangannya

2.9.2. Bola Lampu

Selubung gelas yang menutup rapat filamen suatu lampu pijar disebut dengan bola lampu. Macam-macam bentuk bola lampu antara lain adalah bentuk bola, bentuk jamur, bentuk lilin, dan bentuk *lustre*. Warna bola lampu antara lain yaitu bening, warna susu atau buram, dan warna merah, hijau, biru, atau kuning.

2.9.3. Operasi

Pada dasarnya filamen pada sebuah lampu pijar adalah sebuah resistor. Saat dialiri arus listrik, filamen tersebut menjadi sangat panas, berkisar antara 2800 derajat Kelvin hingga maksimum 3700 derajat Kelvin. Ini menyebabkan warna cahaya yang dipancarkan oleh lampu pijar biasanya berwarna kuning kemerahan. Pada temperatur yang sangat tinggi itulah filamen mulai menghasilkan cahaya pada panjang gelombang yang kasatmata. Hal ini sejalan dengan teori radiasi benda hitam. Indeks renderasi warna menyatakan apakah warna obyek tampak alami apabila diberi cahaya lampu tersebut dan diberi nilai antara 0 sampai 100. Angka 100 artinya warna benda yang disinari akan terlihat sesuai dengan warna aslinya. Indeks renderasi warna lampu pijar mendekati 100. Berikut adalah Gambar 2.9, yang menunjukkan bentuk kawat filamen lampu pijar.



Gambar 2.9 : Kawat filament

2.10. AC/DC Adaptor

Sebagian besar piranti elektronika membutuhkan tegangan *DC* untuk bekerja. Meskipun baterai berguna dalam piranti yang bisa dibawa-bawa atau piranti berdaya rendah, akan tetapi waktu operasinya terbatas. Sumber daya yang mudah dapat dibuat dari sebuah rangkaian yang dapat mengubah tegangan *AC* menjadi tegangan *DC*. Sebuah adaptor dapat dibuat dengan tiga buah komponen

utama, yaitu transformer, dioda penyearah, dan kapasitor *filter*. Transformator penurun tegangan adalah transformator yang diperlukan untuk menurunkan tegangan primer yang tinggi misalnya sebesar 220 Volt atau 380 Volt, menjadi tegangan yang lebih rendah pada bagian sekundernya, 6 Volt, 9 Volt, 12 Volt, atau 24 Volt. Berikut adalah Gambar 2.10 yang memperlihatkan bentuk fisik *AC-DC adaptor* :



Gambar 2.10 : AC-DC Adaptor

2.11. Dasar - dasar *ISP (In-System Chip Programming)*

In-System Chip Programming (ISP) adalah sebuah fitur bagi sebuah *microcontroller* agar dapat didownload dengan program tanpa mencabut *microcontroller* dari system-nya. Sehingga *Microcontroller* tetap pada kedudukannya semua dan dihubungkan dengan *ISP*. Dan dilakukan proses download. Begitu pula saat memutuskan hubungan antara *Downloader* dan *Microcontroller*, kita hanya cukup memutuskan kabelnya saja, tanpa lagi perlu mencucuk-cabut mikrokontroler. Cara semacam ini adalah cara yang sangat hemat waktu terutama dalam proses pengembangan sebuah program.

In-System Chip Programming (ISP) buatan *ATMEL* adalah sebuah komunikasi serial yang menggunakan bus *SPI (Serial Peripheral Interface)* yang

menggunakan *Shift Register* sebagai komponen utamanya. Ada 2 kabel data yang disebut sebagai *MISO (Master In Slave Out)*, dan *MOSI(Master Out Slave In)*. Sesuai dengan namanya jika *ISP* ini adalah sebuah *downloader* dan *microcontroller*, maka dapat dikatakan Master adalah *downloader* dan *Slave* adalah *Microcontroller*. *MOSI* adalah kabel yang mengirimkan data kepada *Slave*, sedang *MISO* kabel tempat master menerima data. Transfer data tersebut memerlukan sebuah kabel lagi, yang dinamakan sebagai *shynchronization*. Dalam hal ini kabel tersebut dinamakan dengan *SCK (Serial Clock)*. Data (*MISO* dan atau *MOSI*) akan dianggap valid hanya saat *SCK* dalam keadaan tinggi. Berikut ini adalah Gambar 2.11 yang menampilkan bentuk fisiknya :



Gambar 2.11 : USB – AT ISP programmer download adapter

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Pembuatan dan pengujian sistem kontrol penerangan listrik pada ruang baca menggunakan sensor manusia dilakukan di :

1. Nama Tempat : Rumah Kontrakan
2. Alamat : Jln. Tangkul 1 No 110

3.1.2. Waktu Penelitian

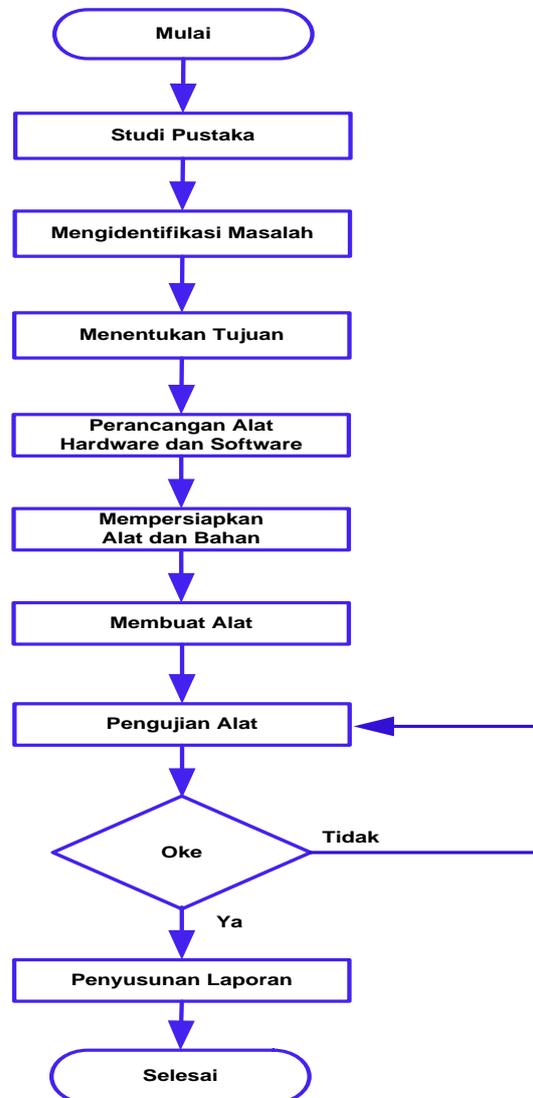
Pembuatan dan pengujian sistem kontrol akuaphonik ini membutuhkan waktu dengan rincian sebagai berikut :

1. Peyediaan bahan dan alat : 2 minggu
2. Perancangan seluruh sistem : 2 bulan
3. Pengujian sistem : 2 minggu
4. Penyusunan laporan Tugas Akhir : 3 bulan

3.2. Metoda Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian. Berikut ini adalah Gambar 3.1, yaitu *flowchart* kerangka berfikir dalam penelitian, dimana berdasarkan *flowchart* inilah sebagai tahapan-tahapan yang dilakukan oleh peniliti dalam melakukan

proses penelitian rancang bangun penerangan listrik pada ruang baca menggunakan sensor manusia:



Gambar 3.1 : *Flowchart* kerangka berfikir

3.2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada pembuatan sistem adalah : 1 set *tools mechanic*, gerinda, bor listrik, solder listrik, mistar, alat tulis. Alat-alat yang digunakan pada uji kinerja alat rancangan antara lain : multimeter, dan testpen.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem kontrol intensitas penerangan lampu secara umum adalah seperti pada Tabel 3.1 berikut :

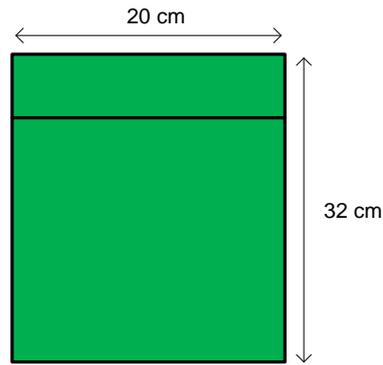
Tabel 3.1 : Penetapan komponen (bahan)

No.	Komponen	No.	Komponen
1	IC Mikrokontroler ATmega 328	11	<i>DownloaderAT ISP</i>
2	<i>AC-DC Adaptor 12 VDC</i>	12	Sistem Minimum Arduino Uno
3	<i>DriverRelay</i>	13	<i>PCB Polos</i>
4	Triplek	14	Dioda H-Bridge
5	Fotodiode	15	<i>Led Infra Merah</i>
6	<i>IC Regulator 7805</i>	16	Konektor 2 kaki
7	Konektor 4 kaki	17	Lampu Pijar 5 Watt
8	Resistor	18	Sekrup
9	Kabel Pelangi	19	Lem Syetan
10	<i>Spicer</i>	20	Steker Listrik 220 VAC

3.2.2. Rancangan Struktural

a. Rancangan dan Pembuatan Kerangka

Bagian rangka berfungsi sebagai dudukan setiap sistem-sistem yang dirancang. Rangka terbuat dari triplek dengan dimensi ketebalan 0,1 cm, panjang 32 cm, lebar 20 cm. Bentuk kerangka sebagai dudukan secara keseluruhan adalah triplek persegi panjang. Dimensi yang dibuat adalah bertujuan agar alat mudah dibawa kemana saja (*portable*). Rancangan rangka dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini yaitu skema dalam bentuk diagram satu garis :



Gambar 3.2 : Rancangan kerangka alat

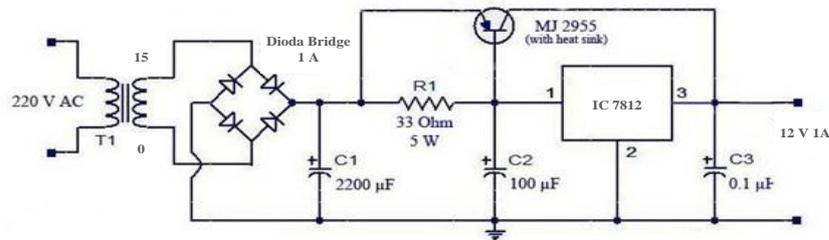
b. Rancangan dan Pembuatan AC-DC Adaptor

AC-DC adaptor yang dirancang adalah cukup menggunakan AC-DC adaptor yang sudah jadi dan lebih simpel yaitu dengan membelinya di toko-toko penjual komponen elektronika, namun hal yang harus diperhatikan adalah spesifikasinya harus sesuai dengan kebutuhan sistem yang dirancang secara keseluruhan. Berikut adalah Gambar 3.3 yang memperlihatkan bentuk fisik AC-DC adaptor yang digunakan beserta spesifikasinya yang tertera di badan adaptor :



Gambar 3.3 : AC-DC adaptor

Pada Gambar 3.3 di atas yang memperlihatkan bentuk fisik *AC-DC* adaptor dapat juga dilihat skema rangkaian didalamnya seperti Gambar 3.4 di bawah ini :



Gambar 3.4 : Skema rangkaian AC-DC adaptor

c. Rancangan dan Pembuatan Beban yang Dikendalikan

Seperti yang telah dijelaskan bahwa penelitian ini adalah mencoba mengontrol penerangan lampu pada ruang baca, maka dalam hal ini ada pun beban yang dikendalikan tentu sudah adalah lampu, namun lampu yang dikendalikan adalah lampu pijar dengan spesifikasi daya 5 Watt dan bola lampunya berwarna merah. Tetapi bukan berarti hanya lampu pijar saja yang dapat dikendalikan semua lampu bisa dikendali menggunakan sistem yang dibuat ini asalkan lampunya menggunakan tegangan input 220VAC. Berikut adalah Gambar 3.5 yang memperlihatkan bentuk fisik lampu pijar yang digunakan :



Gambar 3.5 : Lampu pijar

d. Rancangan dan Pembuatan *Driver Relay*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa *driver relay* adalah rangkaian elektronika yang bisa mengendalikan pengoperasian sesuatu dalam hal ini adalah *relay*. Relay yang memiliki spesifikasi tegangan kerja 12 VDC tidak mungkin langsung bisa dikendalikan oleh output mikrokontroler, sedangkan output maksimum mikrokontroler adalah sebesar 5 Volt. Oleh sebab itu digunakanlah rangkaian *driverrelay* agar *relay* inilah yang akan menyambungkan dan memutuskan tegangan yang dibutuhkan pompa akuarium, sedangkan untuk mengaktifkan *driverrelay* dapat menggunakan output dari mikrokontroler.

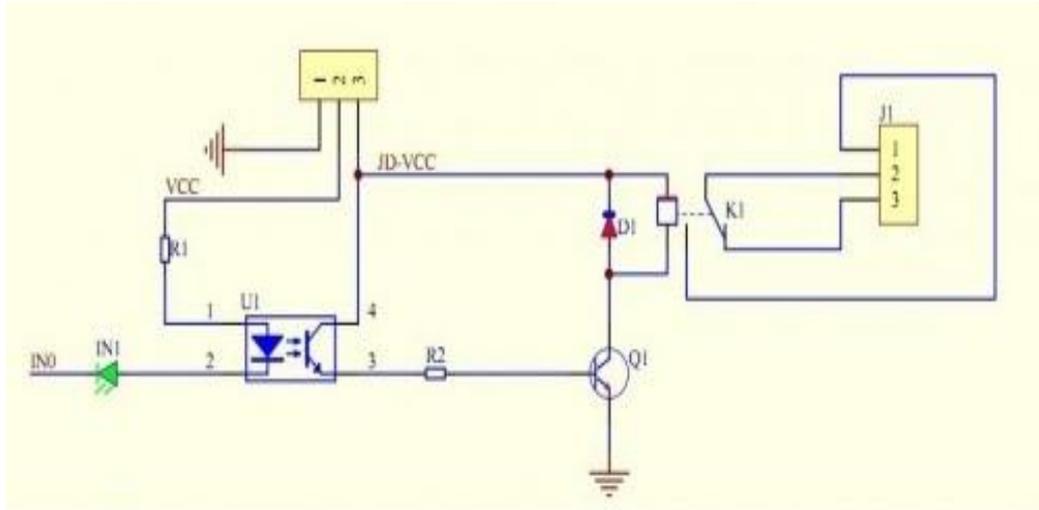
Adapun komponen elektronika yang dibutuhkan dalam perancangan *driverrelay* adalah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.2 di bawah ini :

Tabel 3.2 : Komponen yang dibutuhkan (*driverrelay*)

No.	Nama Komponen	Jumlah
1.	SRD-5VDC (Relay)	1 Buah
2.	IC 507F280	1 Buah
3.	Resistor 1 k Ω	3 Buah
4.	Dioda Zener	1 Buah
5.	Led model chip ¼ Watt	2 Buah
6.	Transistor (2TY)	1 buah
7.	Connector (cabang 3)	2 Buah

Berikut ini adalah Gambar 3.6, yang memperlihatkan skema rangkaian yang dirancang untuk *driverrelay*. Dan untuk membuat skema tersebut pada PCB polos dengan cara seperti metode pembuatan AC-DC adaptor yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu :

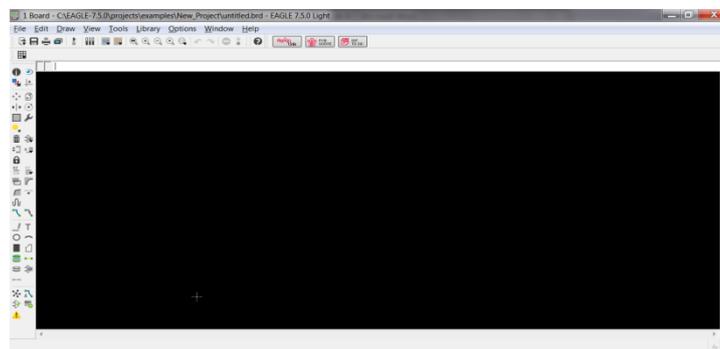
1. Menggambar skema rangkaian terlebih dahulu menggunakan *Software Eagle*.
2. Mencetak pada kertas A4
3. Proses pelarutan dengan $FeCl_3$



Gambar 3.6 : Skema rangkaian *driver relay*

e. Proses *layout PCB*

1. Membuka aplikasi *Eagle 7.5.0*. Setelah halaman *controlpanel* muncul, lalu mengklik **File** > **New** > **Board** untuk menggambar tata jalur dan tata letak rangkaian.
2. Berikut ini adalah Gambar 3.7 yaitu halaman *board* setelah melakukan perintah di atas :



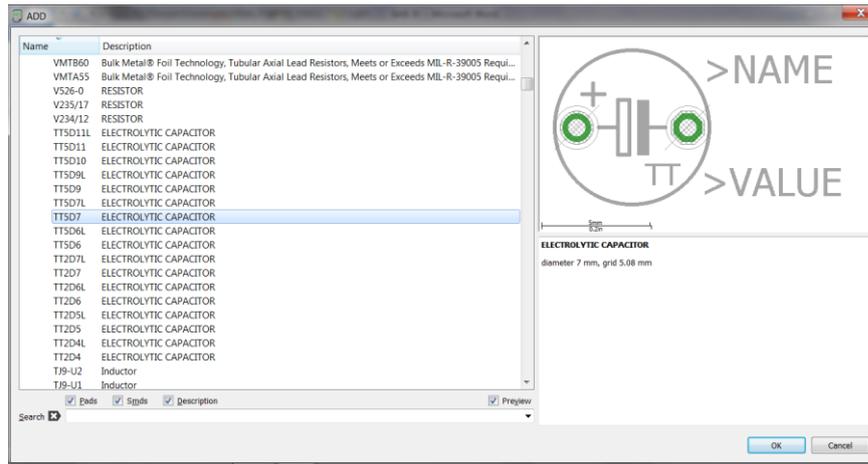
Gambar 3.7 : Halaman *board*

Halaman *board* memiliki beberapa fungsi *tools* yang dapat digunakan untuk menggambar *PCB* yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.3 berikut :

Tabel 3.3 : ToolsEAGLELightEdition

Nama	Fungsi
<i>Move</i>	Memindahkan posisi komponen
<i>Copy</i>	Menggandakankomponen
<i>Mirror</i>	Membalik komponen pada sumbu berbeda
<i>Rotate</i>	Memutar sudut komponen
<i>Group</i>	Mengelompokkan bebrapa komponen menjadi satu bagian
<i>Change</i>	Mengubah parameter dalam menggambar <i>PCB</i>
<i>Add</i>	Menambah komponen
<i>Replace</i>	Mengganti komponen
<i>Name</i>	Memberi nama komponen
<i>Value</i>	Memberi nilai satuan komponen
<i>Wire</i>	Membuat jalur antarkomponen
<i>Text</i>	Membuat tulisan pada <i>PCB</i>
<i>Circle</i>	Membuat lingkaran
<i>Arc</i>	Membuat garis melingkar
<i>Rect</i>	Membuat gambar kotak
<i>Via</i>	Menggambar lubang komponen

- Selanjutnya mengklik *Add* hingga muncul halaman baru seperti tampak pada Gambar 3.8 berikut :



Gambar 3.8 : Memilih jenis komponen

Pada halaman *Add* terdapat tiga jenis *frame* sebagai berikut :

- *Frame* untuk memilih jenis-jenis komponen elektronika. Ada ratusan jenis komponen yang terdapat pada *library EAGLE layout*.
 - *Frame* untuk menampilkan gambar komponen yang dipilih.
 - *Frame* ini menampilkan keterangan komponen, berupa nama, tipe, dan ukuran komponen.
4. Selanjutnya pilih kategori kapasitor dengan ukuran 5 , 6, dan 7 mm, dan mengklik **OK**, kemudian meletakkan komponen pada *board*.
 5. Kategori *pin connector* dengan mengklik **Add >Pinhead1 x 3** sebanyak 1 buah.
 6. Selanjutnya adalah proses pembuatan tata jalur rangkaian dengan cara mengklik **Wire** hingga muncul *opsi* baru pada *toolbar* bagian atas.
 7. Untuk memberi garis tepi rangkaian, dengan mengklik **Wire>Layer Dimension**. Selanjutnya membuat lubang *spicer* dengan menggunakan *toolViad* dan memilih nilai *drill* sebesar 3,2 dan meletakkan lubang *spicer* di setiap ujung *PCB*.

8. Gambar komponen tidak dibutuhkan saat mencetak tata jalur. Oleh karena itu, sebelum mencetak tata jalur, menghapus gambar komponen terlebih dahulu. Caranya, mengklik *Display*, yaitu mengklik tanda biru pada nomor 21 dan 22. Secara otomatis, tanda biru pada nomor 23 sampai 28 akan hilang. Kemudian mengklik *OK*, dan tata letak komponen akan hilang.
9. Mengklik *Print*, dan memberikan tanda centang pada opsi *Black* dan *Solid*, kemudian mengklik *Page*. Selanjutnya mencetak tata jalur sebanyak 3 kali pada kertas yang sama, dengan setting *vertikal top-center-bottom*. Hal ini dilakukan untuk membuat cadangan gambar jika terjadi kesalahan pada proses pembuatan *PCB*. selanjutnya mengklik *OK*.
10. Mencetak jalur *PCB* pada kertas A4.

f. Proses Pelarutan *PCB* dengan Larutan $FeCl_3$

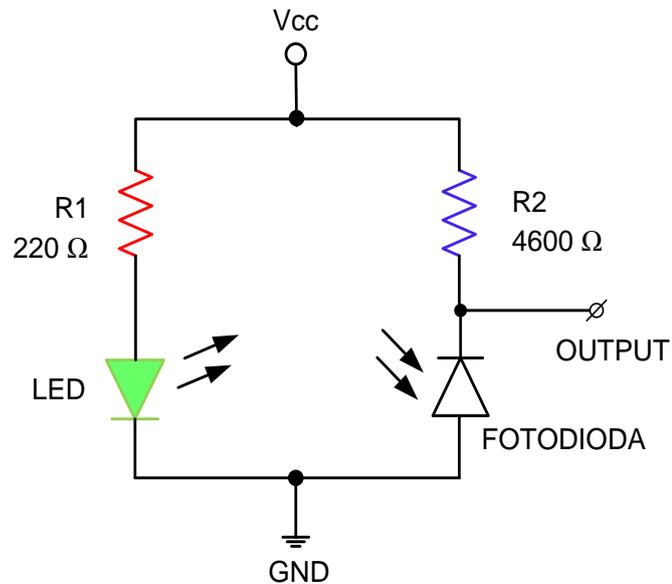
Setelah mencetak tata jalur, tahap selanjutnya adalah melarutkan *PCB* dengan langkah-langkah berikut ini :

1. Memotokopi hasil cetakan tersebut dengan menggunakan kertas transparansi.
2. Menggunting hasil fotokopi gambar tata jalur sesuai dengan garis tepi yang dibuat.
3. Menyiapkan *PCB* yang telah dibersihkan dengan menggunakan kertas gosok tipis dan bilasan air. Selanjutnya memanaskan setrika dengan suhu maksimal.

4. Menempelkan gambar tata jalur yang telah digunting, dan memastikan bagian yang terkena tinta (bagian yang kasar) menempel pada *PCB*.
5. Menempelkan setrika panas di atas kertas transparansi, lalu menekan dan menahan selama 30 detik.
6. Mendinginkan *PCB* dengan menggunakan air, dan melepaskan kertas transparansi dari *PCB* secara perlahan.
7. Memotong *PCB* sesuai dengan garis tepi gambar tata jalur rangkaian.
8. Melarutkan tembaga pada *PCB* dengan menggunakan larutan $FeCl_3$, dengan cara :
 - Menyiapkan wadah plastik dan air panas, dan memasukkan $FeCl_3$ secukupnya, kemudian memasukkan *PCB* pada larutan tersebut.
 - Menggoyang wadah plastik secara perlahan untuk mempercepat proses peleburan tembaga pada *PCB*.
 - Setelah proses peleburan selesai, selanjutnya mengeluarkan *PCB* dari larutan dan membilas dengan air. Selanjutnya menggunakan kertas gosok untuk membersihkan tinta-tinta yang menempel pada *PCB*, hingga jalur-jalur tembaga pada *PCB* terlihat.
 - Mengeringkan *PCB*. Dan selanjutnya proses pengeboran jalur-jalur rangkaian yang berbentuk lingkaran menggunakan bor listrik berdiameter 0,8 – 1 mm.
 - Setelah dibor, tahap terakhir adalah membersihkan *PCB* dengan menggunakan kertas gosok dan bilasan air.

g. Perancangan dan Pembuatan Sensor Infra Merah

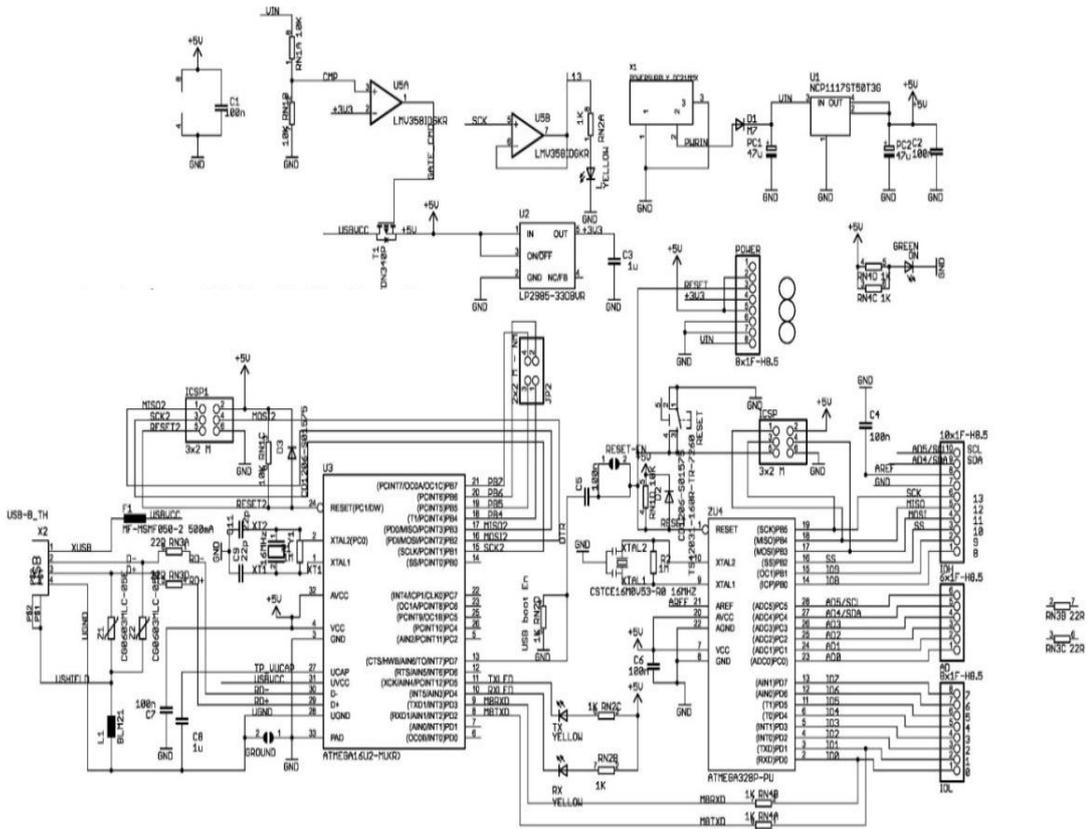
Berikut ini adalah Gambar 3.9 yaitu skema rangkaian sensor infra merah dalam penelitian yang dibuat :



Gambar 3.9 : Skema rangkaian sensor infra merah dan fotodiode

h. Rancangan dan Pembuatan Sistem Minimum Arduino Uno

Gambar 3.10 di bawah ini adalah gambar yang menunjukkan skema rangkaian dari sistem minimum Arduino Uno beserta mikrokontroler ATmega 328 :

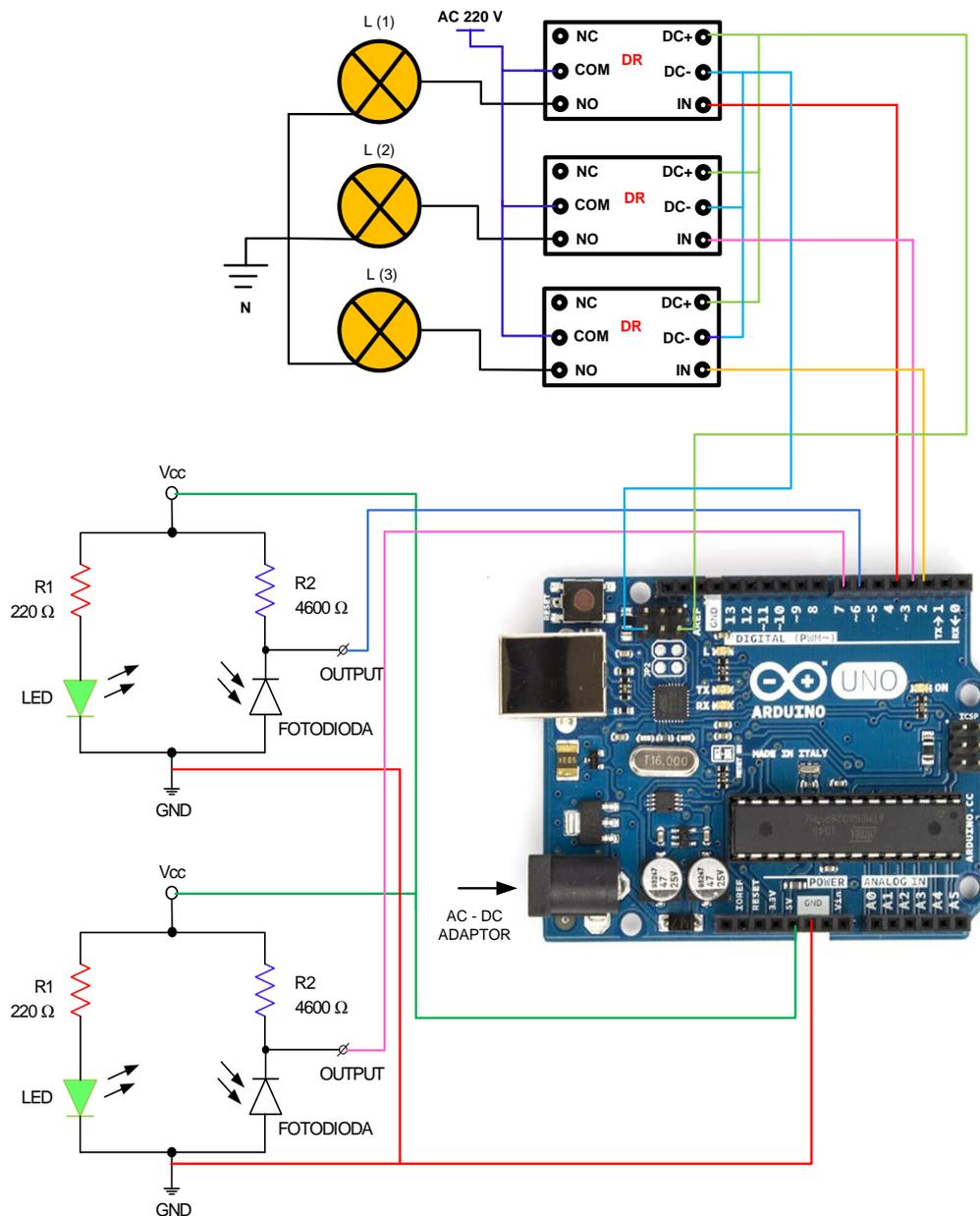


Gambar 3.10 : Sistem minimum arduino uno

i. Perancangan dan Pembuatan Sistem secara Keseluruhan

Dalam perancangan dan pembuatan sistem secara keseluruhan berarti seluruh komponen pembentuk sistem kontrol intensitas cahaya lampu akan dilakukan penggabungan seluruhnya baik dari segi mekanik maupun instalasi listriknya.

Berikut Gambar 3.11 yang menampilkan skema rangkaian seluruh sistem :



Gambar 3.11 : Skema rangkaian seluruh sistem

3.3. Pemrograman Mikrokontroler ATmega 328

Adapun rincian program bahasa C yang dimasukkan pada sistem Arduino Uno adalah sebagai berikut :

```
#define buttonPinUp 6 // pin sensor masuk
```

```

#define buttonPinDown 7 // pin sensor keluar
#define relay1 4 // relay 1
#define relay2 2 // relay 1
#define relay3 3 // relay 1

//////// Data untuk cek kondisi //////////
byte checkMasuk_ = 0;
int addr = 0;
#include <EEPROM.h>
int addrValue = 0;
int counter = 0;

//////// Data acuan lv lampu ////
byte lv1 = 1;
byte lv2 = 2;
byte lv3 = 3;

void setup() {
  ////////// deklarasi pin output //////////
  pinMode(relay1,OUTPUT);
  pinMode(relay2,OUTPUT);
  pinMode(relay3,OUTPUT);
  digitalWrite(relay1,HIGH);
  digitalWrite(relay2,HIGH);
  digitalWrite(relay3,HIGH);

  //////////// deklarasi pin input
  pinMode(buttonPinUp,INPUT);
  addrValue = EEPROM.read(addr);
  if(addrValue != 186) checkMasuk_ = 10;
  else checkMasuk_ = 0;
  pinMode(buttonPinDown,INPUT);
}

void loop() {
  checkSensor(); // lompat ke subrutin fungsi checkSensor
}

void checkSensor()
{
  switch(checkMasuk_){
  case 0:
    if(digitalRead(buttonPinUp) == HIGH) checkMasuk_ = 1; //baca sensor masuk
    else if(digitalRead(buttonPinDown) == HIGH) checkMasuk_ = 4; //baca sensor
keluar
    else checkMasuk_ = 0;
    break;
  case 1:

```

```

    if(digitalRead(buttonPinUp) == LOW) checkMasuk_ = 2; //baca sensor masuk
    else checkMasuk_ = 1;
    break;
    case 2:
        if(digitalRead(buttonPinDown) == HIGH) checkMasuk_ = 3; //baca sensor
keluar
        else checkMasuk_ = 2;
        break;
    case 3:
        if(digitalRead(buttonPinDown) == LOW) //baca sensor keluar
        {
            counter++; // counter = counter +1
            checkLv(); // check relay
            delay(100); // delay
            checkMasuk_ = 0; // reset data
        }
        else checkMasuk_ = 3;
        break;

    case 4:
        if(digitalRead(buttonPinDown) == HIGH) checkMasuk_ = 5; //baca sensor
kelaur
        else checkMasuk_ = 4;
        break;
    case 5:
        if(digitalRead(buttonPinDown) == LOW) checkMasuk_ = 6; ///baca sensor
keluar
        else checkMasuk_ = 5;
        break;
    case 6:
        if(digitalRead(buttonPinUp) == HIGH) checkMasuk_ = 7; //baca sensor
masuk
        else checkMasuk_ = 6;
        break;
    case 7:
        if(digitalRead(buttonPinUp) == LOW) ///baca sensor masuk
        {
            if(counter <=0) counter = 0;
            else counter--; // counter = counter - 1
            checkLv(); // check relay
            delay(100); // delay
            checkMasuk_ = 0; // reset data
        }
        else checkMasuk_ = 7;
        break;
    }
}
}
////////// fungsi check level aksi terhadap relay///

```

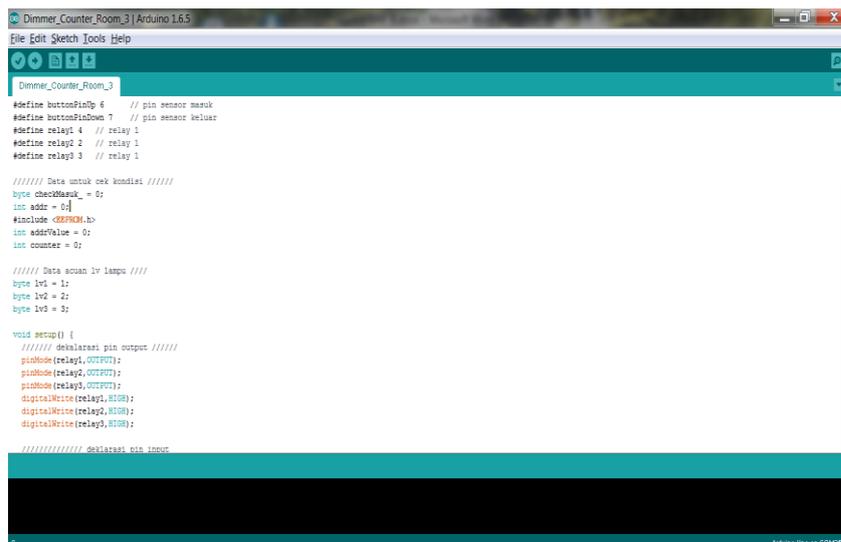
```

void checkLv(){
  if(counter >= lv3)
  {
    digitalWrite(relay3,LOW);
  }
  else if(counter >= lv2)
  {
    digitalWrite(relay2,LOW);
    digitalWrite(relay3,HIGH);
  }

  else if(counter >= lv1)
  {
    digitalWrite(relay1,LOW);
    digitalWrite(relay2,HIGH);
    digitalWrite(relay3,HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(relay1,HIGH);
    digitalWrite(relay2,HIGH);
    digitalWrite(relay3,HIGH);
  }
}

```

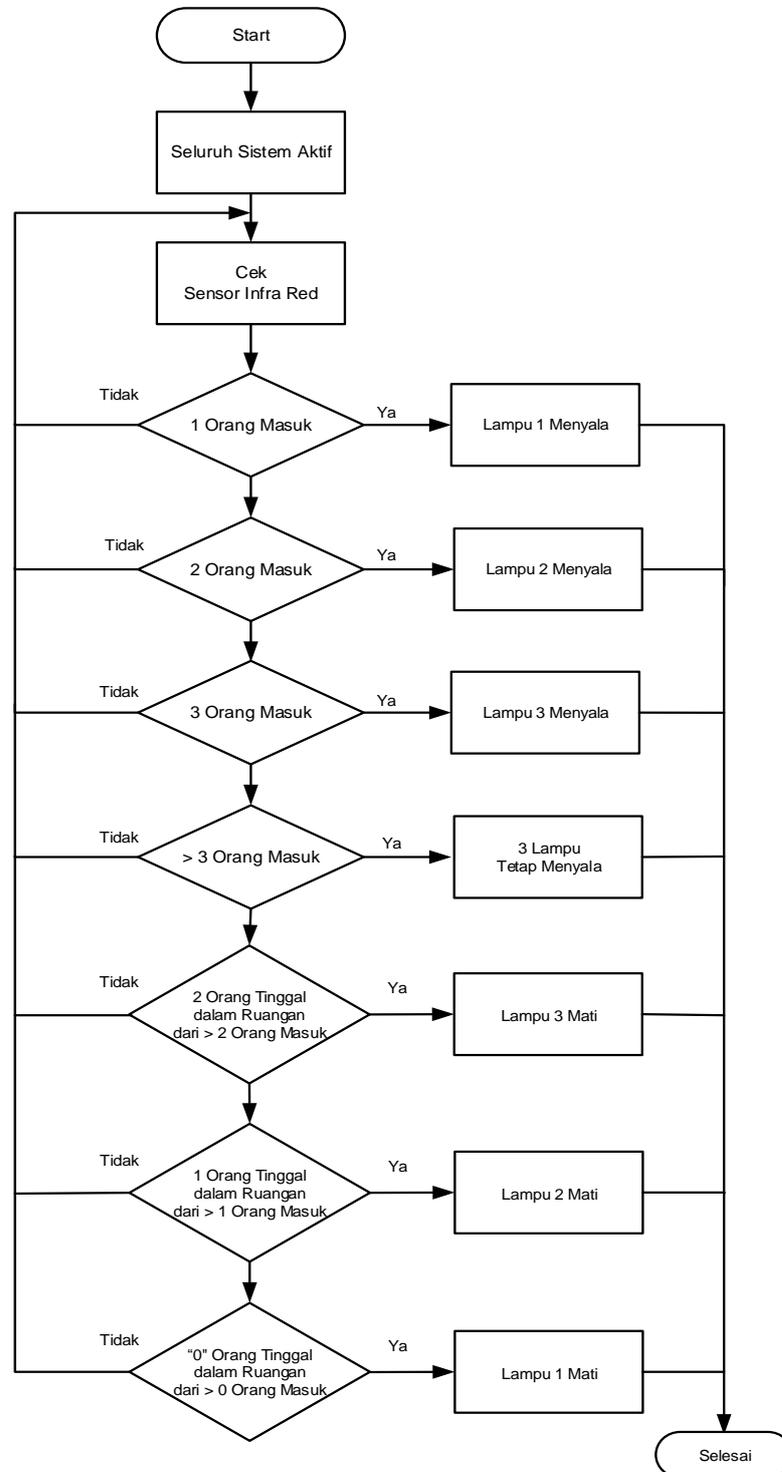
Gambar 3.12 berikut ini adalah gambar yang menampilkan model layar jendela aplikasi untuk menuliskan program bahasa “C” di atas.



Gambar 3.12 : Jendela aplikasi penulisan program

3.4. Flowchart Sistem Kerja Alat

Berikut adalah Gambar 3.13 yang memperlihatkan alur kerja sistem kontrol intensitas penerangan pada ruang baca:



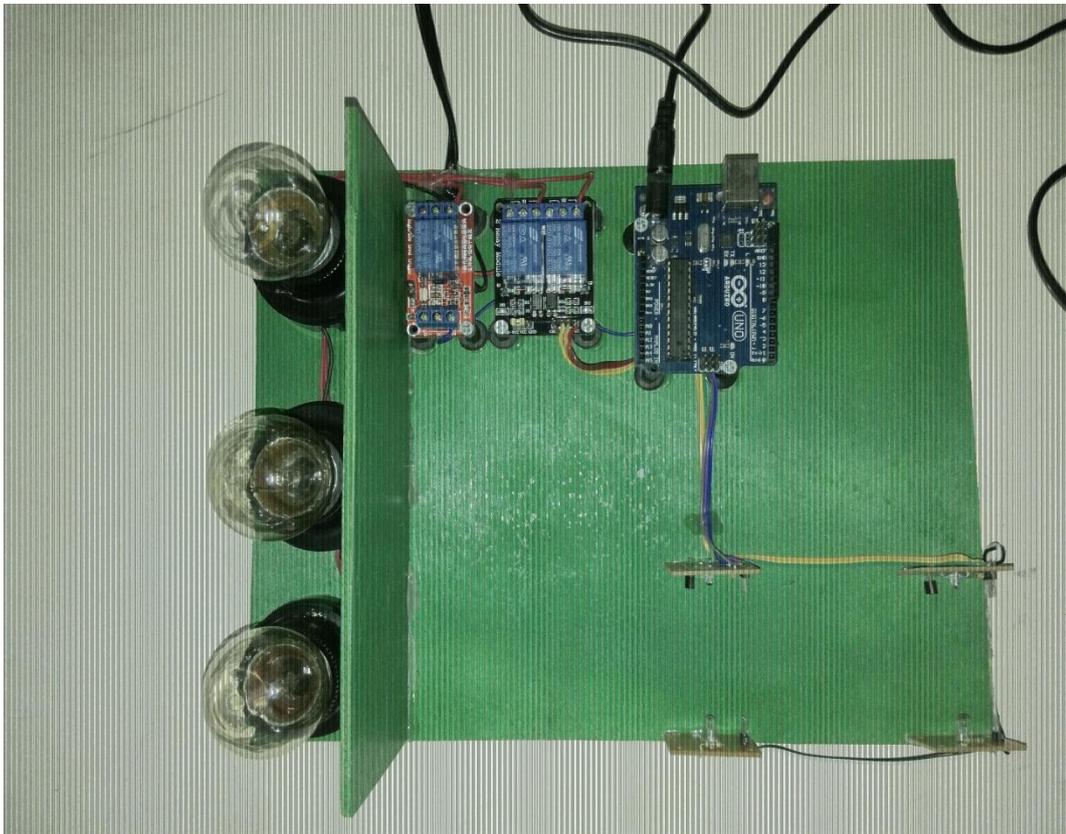
Gambar 3.13 : Flowchart sistem kerja alat

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dihasilkan suatu sistem kontrol intensitas kuat penerangan lampu pada ruang baca berbasis mikrokontroler ATmega 328 sistem minimum Arduino Uno seperti terlihat pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 :
Sistem kontrol penerangan lampu pada ruang baca

4.2. Hasil Pengujian Alat

Setelah alat yang dirancang dan dibuat sesuai konsep penelitian ini selesai dilakukan maka tahap selanjutnya melakukan pengujian alat secara keseluruhan, dimana kriteria pengujian adalah sebagai berikut :

1. Pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang yang masuk pada ruang baca.
2. Pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang yang keluar dari ruang baca.
3. Pengujian kondisi lux cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika satu lampu yang hidup.
4. Pengujian kondisi lux cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika dua lampu yang hidup.
5. Pengujian kondisi lux cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika tiga lampu yang hidup.

4.2.1 Hasil Pengujian Kondisi Lampu terhadap Jumlah Orang Masuk

Berikut adalah Tabel 4.1, yang menampilkan hasil pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang yang masuk:

Tabel 4.1 : Hasil pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang masuk

Jumlah Orang Masuk	Kondisi Lampu (I)	Kondisi Lampu (II)	Kondisi Lampu (III)
0	Mati	Mati	Mati
1	Hidup	Mati	Mati
2	Hidup	Hidup	Mati
3	Hidup	Hidup	Hidup
4	Hidup	Hidup	Hidup
5	Hidup	Hidup	Hidup
6	Hidup	Hidup	Hidup
7	Hidup	Hidup	Hidup
8	Hidup	Hidup	Hidup
9	Hidup	Hidup	Hidup
10	Hidup	Hidup	Hidup

Dari Tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa lampu akan menyala secara berturut, yaitu jika tidak ada orang di dalam ruangan maka lampu dalam kondisi awal yaitu semua lampu kondisi mati. Dan ketika masuk satu orang maka lampu (I) hidup dengan nyala yang terang dan ketika orang kedua memasuki ruang baca sehingga jumlah orang yang di dalam ruang baca menjadi dua orang maka lampu (II) hidup dengan nyala terang sehingga total jumlah lampu yang hidup adalah dua buah.

Selanjutnya ketika orang ketika memasuki ruang baca dan total jumlah orang yang ada di dalam ruang baca menjadi tiga orang maka lampu (III) hidup dengan nyala terang sehingga total jumlah lampu yang hidup adalah tiga buah. Selanjutnya untuk orang keempat, kelima dan seterusnya ketika memasuki ruang baca, kondisi lampu tetap menyala terang.

4.2.2 Hasil Pengujian Kondisi Lampu terhadap Jumlah Orang Keluar

Berikut ini adalah Tabel 4.2, yang menampilkan hasil pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang yang keluar :

Tabel4.2 :Hasil pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang keluar

Jumlah Orang Keluar	Kondisi Lampu (I)	Kondisi Lampu (II)	Kondisi Lampu (III)
0 Tinggal 10 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
1 Tinggal 9 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
2 Tinggal 8 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
3 Tinggal 7 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
4 Tinggal 6 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
5 Tinggal 5 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
6 Tinggal 4 Orang	Hidup	Hidup	Hidup

7 Tinggal 3 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
8 Tinggal 2 Orang	Hidup	Hidup	Mati
9 Tinggal 1 Orang	Hidup	Mati	Mati
10 Tinggal 0 Orang	Mati	Mati	Mati

Dari Tabel 4.2 di atas dapat dilihat bahwa lampu akan mati secara berturut, yaitu jika tidak ada orang di dalam ruangan maka lampu akan kembali dalam kondisi awal yaitu semua lampu kondisi mati. Dan ketika keluar 8 orang dari 10 orang maka lampu (III) mati dan ketika 9 orang keluar dari 10 yang ada di dalam ruang baca maka lampu (II) mati. Selanjutnya ketika 10 orang total jumlah yang keluar maka lampu (I) mati sehingga total jumlah lampu ketiganya mati.

4.2.3 Pengujian Kondisi Lux Cahaya Lampu terhadap Jarak (Satu Lampu)

Berikut ini adalah Tabel 4.3 yang menampilkan hasil pengujian kondisi lux cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika satu lampu yang hidup :

Tabel 4.3 : Hasil pengujian lux 1 lampu terhadap jarak

No.	Jarak Lux Meter -Vs- Lampu Pijar	Kuantitas Lux Lampu Pijar
1.	40 cm	100 Lux
2.	20 cm	200 Lux
3.	15 cm	300 Lux
4.	13 cm	400 Lux

5.	10 cm	500 Lux
6.	9 cm	600 Lux
7.	8 cm	700 Lux
8.	7 cm	800 Lux
9.	6 cm	900 Lux
10.	5 cm	1000 Lux

Dari Tabel 4.3 di atas dapat dilihat bahwa kondisi lux meter yang terbaca terhadap kuantitas cahaya lux dari satu lampu pijar yang hidup dengan spesifikasi lampu pijar 5 Watt adalah semakin dekat jarak lux meter dengan lampu pijar maka kuantitas lux cahaya lampu semakin besar, dan sebaliknya jika jarak lux meter dengan lampu pijar semakin jauh maka kuantitas lux cahaya lampu semakin kecil.

4.2.4 Pengujian Kondisi Lux Cahaya Lampu terhadap Jarak (Dua Lampu)

Berikut ini adalah Tabel 4.4 yang menampilkan hasil pengujian kondisi lux cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika dua lampu yang hidup :

Tabel 4.4 : Hasil pengujian lux 2 lampu terhadap jarak

No.	Jarak Lux Meter -Vs- Lampu Pijar	Kuantitas Lux Lampu Pijar
1.	70 cm	100 Lux
2.	30 cm	200 Lux
3.	24 cm	300 Lux
4.	22 cm	400 Lux
5.	19 cm	500 Lux
6.	17 cm	600 Lux
7.	16 cm	700 Lux
8.	15 cm	800 Lux
9.	14 cm	900 Lux
10.	13 cm	1000 Lux

Dari Tabel 4.4 di atas dapat dilihat bahwa kondisi lux meter yang terbaca terhadap kuantitas cahaya lux dari dua lampu pijar yang hidup dengan spesifikasi lampu pijar masing – masing 5 Watt adalah dimana semakin dekat jarak lux meter dengan kedua lampu pijar maka kuantitas lux cahaya lampu semakin besar, dan sebaliknya jika jarak lux meter dengan kedua lampu pijar semakin jauh maka kuantitas lux cahaya lampu semakin kecil.

Dalam hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa perbedaannya dengan pengujian untuk satu lampu yaitu jarak antara lux meter dengan lampu lebih jauh dibandingkan dengan yang satu lampu dimana kuantitas lux yang dihasilkan adalah sama.

4.2.5 Pengujian Kondisi Lux Cahaya Lampu terhadap Jarak (Tiga Lampu)

Berikut ini adalah Tabel 4.5 yang menampilkan hasil pengujian kondisi lux cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika tiga lampu yang hidup :

Tabel 4.5 : Hasil pengujian lux 3 lampu terhadap jarak

No.	Jarak Lux Meter -Vs- Lampu Pijar	Kuantitas Lux Lampu Pijar
1.	90 cm	100 Lux
2.	50 cm	200 Lux
3.	45 cm	300 Lux
4.	40 cm	400 Lux
5.	35 cm	500 Lux
6.	33 cm	600 Lux
7.	32 cm	700 Lux
8.	31 cm	800 Lux
9.	30 cm	900 Lux
10.	29 cm	1000 Lux

Dari Tabel 4.5 di atas dapat dilihat bahwa kondisi lux meter yang terbaca terhadap kuantitas cahaya lux dari tiga lampu pijar yang hidup dengan spesifikasi lampu pijar masing – masing 5 Watt adalah dimana semakin dekat jarak lux meter dengan ketiga lampu pijar maka kuantitas lux cahaya lampu semakin besar, dan sebaliknya jika jarak lux meter dengan ketiga lampu pijar semakin jauh maka kuantitas lux cahaya lampu semakin kecil.

Dalam hasil pengujian di atas dapat dilihat perbedaannya yaitu lebih jauh jaraknya antara lux meter dengan lampu dengan kuantitas lux yang sama dibandingkan dengan jarak untuk satu lampu dan dua lampu yang hidup.

4.2.6 Hasil Pengujian Kondisi Lampu Pijar

Dalam pengujian kondisi lampu pijar cukup simpel karena hanya menghubungkan fittingnya bersama lampu pijar didalamnya dengan aliran listrik PLN 220 VAC.

Ternyata setelah diuji maka hasil pengujian lampu pijar dapat dilihat seperti pada Tabel 4.6 berikut ini :

Tabel4.6 :Hasil pengujian lampu pijar

Pengujian	Aliran Listrik 220VAC	Kondisi Lampu
I	Terhubung	Hidup
II	Tidak Terhubung	Mati

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem kontrol intensitas kuat penerangan lampu pijar mampu memenuhi syarat dari tujuan penelitian dengan indikator intensitas penerangan lampu pijar dapat dikendalikan sesuai jumlah orang yang masuk dalam ruang baca.
2. Tingkat ketelitian pendeteksian sensor *infra red* mampu memenuhi syarat dengan mendeteksi jumlah orang yang masuk pada ruang baca dengan mengontrol 3 buah lampu.
3. Dengan sistem pengendali *IC* mikrokontroler ATmega 328 dapat melakukan proses pembacaan data dengan adanya orang yang masuk dan keluar dari ruang baca.

5.2. Saran

Adapun yang menjadi saran pada penelitian ini adalah :

1. Untuk kesempurnaan alat ini kedepannya alangkah baiknya sistem rancangan alat dapat diimplementasikan secara langsung di lapangan dengan mencocokkan nilai intensitas penerangan dengan standart yang ada.
2. Alat ini bekerja baru sebatas dapat mengendalikan secara otomatis intensitas penerangan melalui jumlah lampu pijar yang mesti hidup pada ruang baca.

3. Jika ingin mencocokkan nilai standart intensitas yang ada terhadap cahaya yang dikeluarkan oleh lampu pijar maka cukup mengganti lampunya saja dengan lampu pijar yang nilai Watt-nya lebih besar sesuai standart.

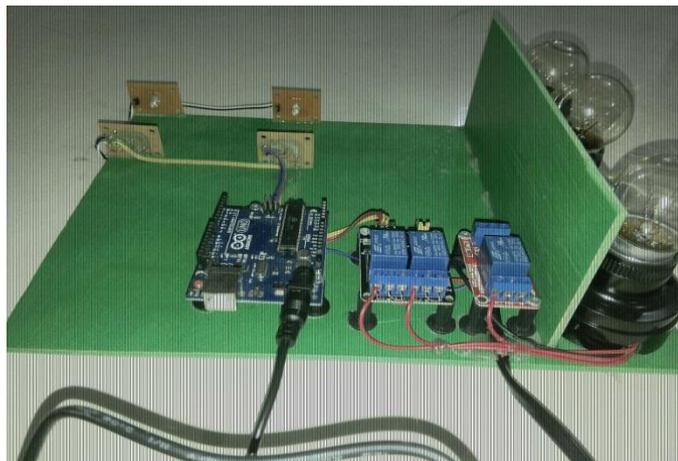
DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, Widodo. Firmansyah, Sigit. 2004. *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Chapman, Stephen J. *Electrical Machinery Fundamental*. McGraw Hill International Edition, New York, 1991
- Fitzgerald, AE and Charles Kingsley. *Machinery Fundamenta*. McGraw Hill International Edition, New York, 1991
- Hughes, E. *Electrical Technology*. The English Language Book Society Longman Group Ltd
- Kuznetsov, M. *Fundamental of Electrical Engineering*. Peace Publisher, Moscow
- Lister, Eugene C. *Electric Circuits and Machines*. McGraw Hill International Edition, New York 1984
- Nagrath, IJ and DP Kothari, *Electrical Machines*. Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1989
- Nurhasanah, 2015, "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Intensitas Cahaya Pada Ruang Baca Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16", *Jurnal Positron* Vol.V, No1 ISSN 2301-4970
- Sudarto, Marselindo. (1994). "Perencanaan dan Pembuatan Alat untuk Menyalakan dan Mematikan Lampu Penerangan di Dalam Ruang Tertutup dengan Bantuan Sensor Pyroelectrc dan Mikrokontroler MCH68HC11" Surabaya :Tugas Akhir.
- Sensor Cahaya –LDR (Light Dependent Resistor) (n.d). September, 2010. <http://nubielab.com/elektronika/analog/sensor-cahaya-ldr-light-dependent-resistor>.
- Sasongko Hari Bagus. (2012). *Pemrograman Mikrokontroler dengan Bahasa C*. Yogyakarta :Penerbit ANDI.
- Winarno. Arifianto, Deni.2011. *Bikin Robot Itu Gampang*. Jakarta : Kawan Pustaka.
- Wildian, 2013, "Sistem Kontrol Penyalan Lampu Ruang Berdasarkan Pendeteksian Ada Tidaknya Orang Di Dalam Ruang", *Jurnal Fisika Unand* Vol.2 No.4 ISSN 2302-8491.

Zain, 2013, “Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor *Passive Infra Red* (Pir) Dilengkapi Kontrol Penerangan Pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dan Real Time Clock Ds1307”, Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan Vol.6 No.1 ISSN 2086-4981.

<https://www.scribd.com/document/72903842/Zero-Crossing>

LAMPIRAN



Lampiran 1 : Sistem kontrol intensitas penerangan tampak depan dan tampak belakang
Dari hasil penelitian yang dilakukan, dihasilkan suatu sistem kontrol intensitas kuat penerangan lampu pada ruang baca berbasis mikrokontroler ATmega 328 sistem minimum Arduino Uno seperti terlihat pada Gambar di atas.



Lampiran 4 : Lux meter tampak depan dan tampak atas

Lux meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya di suatu tempat. Besarnya intensitas cahaya ini perlu untuk diketahui karena pada dasarnya manusia juga memerlukan penerangan yang cukup.

BIODATA

Pend. Terakhir : S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah

Sumatera Utara



Nama : WAHYU TRI HUTOMO

Npm : 1207220106

Telp/Hp : 085207097112

Email : wahyutrihutomo35@gmail.com

I. Data Pribadi

Nama : Wahyu Tri Hutomo

Tempat/Tgl. Lahir : Penggalangan, 07 Desember 1993

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Agama : Islam

Nama Ayah : Sakirman B.A

Ibu : Herlina S.pd

II. Pendidikan

MIN Penggalangan 2000 s/d 2006

MTS Swata Babul Irsyad 2006 s/d 2009

SMK N 2 Tebing Tinggi 2009 s/d 2012

S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik UMSU 2012 s/d 2017

Medan, 25 November 2017

Wahyu Tri Hutomo

JURNAL TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PENERANGAN LISTRIK PADA RUANG BACA MENGGUNAKAN SENSOR MANUSIA

Wahyu Tri Hutomo^[1], Noorly Evalina, S.T, M.T^[2], Zulfikar, S.T, M.T.^[3]
Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro^[1], Dosen Pembimbing^[2], Dosen Pembimbing^[3]

Universitas Muhammadiyah Sumatera utara (UMSU) Medan, Indonesia
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan, 20238 Telp. (061) 6622400
E-mail: wahyutrihutomo35@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilaksanakan pembuatan sistem pengontrol cahaya untuk mengontrol kuat penerangan cahaya lampu pijar pada ruang baca berdasarkan jumlah orang yang masuk pada ruang baca. Sistem ini dibangun menggunakan sensor *infra red* sebagai pendeteksi orang masuk dan keluar dari ruang baca. Arduino uno sebagai sistem pengendali seluruh sistem yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap antara lain hubungan kondisi lampu terhadap jumlah orang yang masuk dan keluar dari ruang baca serta pengujian hubungan antar kuantitas lux cahaya lampu pijar terhadap jarak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengontrol dan menjaga kestabilan intensitas cahaya ruang baca berdasarkan jumlah orang dan yang keluar dari ruang baca. **Kata kunci:** Sensor, Intensitas Cahaya, mikrokontroler ATmega328 Arduino uno.

ABSTRACT

Has made the manufacture of light control system to control the powerful illumination incandescent light bulbs in the reading room based on the number or people entering the reading room. The system is built using infra red sensor as a detector of people in and out of the den. Arduiniuno as control systems throughout the system are made. Testing is done by several stages include light conditions relation to the number of people in end out of the reading room as well as testing the relationship between the quantity of lux incandescent light bulbs to the distance. The results of this study indicate that the system can control and maintain stable lighth intensity based on the number of people reading room and coming out of the den.

Keywords: Sensor, Lighth Intensity, Arduino uno ATmega328 microcontroller.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Membaca merupakan salah satu aktivitas yang memerlukan cahaya. Penerangan cahaya yang direkomendasikan dalam aktivitas membaca yaitu 250 Lux (SNI No. 16-7062-2004). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Fathimahhayati (2012) dan Nursalim dkk (2012) menyatakan bahwa sebagian besar intensitas penerangan cahaya pada ruang tempat berlangsung aktivitas membaca tidak sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia). Intensitas

cahaya yang tidak sesuai standar dalam proses membaca dapat menjadi salah satu penyebab kerusakan organ penglihatan.

Berangkat dari masalah di atas saya mencoba mencari solusi bagaimana agar dapat menyesuaikan standart intensitas penerangan yang cocok untuk ruang baca agar manusia didalamnya tidak mengalami kerusakan organ penglihatannya dengan mengangkat sebuah judul penelitian yang tidak lepas dari masalah tersebut yaitu "Rancang Bangun Penerangan Listri Pada Ruang Baca Menggunakan Sensor Manusia.

Perumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem pengaturan penerangan lampu secara otomatis pada ruang baca?
2. Bagaimana mengontrol intensitas cahaya lampu agar intensitas penerangan pada ruang baca sesuai lingkungan sekitar?
3. Variabel apa yang dideteksi agar lampu mengeluarkan penerangan yang sesuai pada ruangan baca?

Batasan Masalah

Yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian yang dilakukan berbentuk studi rancang bangun alat yang seluruh komponen pembentuknya dijelaskan secara mendetail dan ilmiah dalam laporan ini.
2. Ruang lingkup pembahasan meliputi perangkat *hardware* dan *software*.
3. Alat yang dirancang dan dibuat adalah dalam skala kecil yaitu hanya mengontrol tiga buah lampu.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mampu merancang suatu sistem kontrol penerangan lampu pada ruang baca secara *hardware* dan *software* dan dalam bentuk skala kecil dengan menggunakan sebuah pengendali cerdas yaitu sistem Arduino Uno.
2. Dapat mengimplementasikan sebuah sensor agar penerangan cahaya lampu yang dikeluarkan sesuai yang dibutuhkan pada ruang baca.
3. Mampu mendeteksi jumlah orang yang masuk dan yang keluar pada ruang baca agar dapat mengatur penerangan cahaya lampu yang harus dikeluarkan.

Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi pengguna, dapat memudahkan pengguna untuk mengontrol saklar listrik walaupun berada jauh dari area peralatan yang akan dikontrol sehingga meningkatkan efisiensi waktu aktifitas pengguna, menghilangkan rasa

kekhawatiran pengguna saat meninggalkan ruang baca tersebut yang kosong.

2. Bagi perkembangan IPTEK, sebagai bahan masukan dalam rangka menciptakan peralatan guna menghemat energi listrik.
3. Bagi penulis, sebagai bahan pembelajaran dalam bidang perancangan sistem operasi aplikasi pengontrolan intensitas cahaya berbasis mikrokontroler.

Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, perumusan masalah yang diteliti, tujuan dan manfaat penelitian, pembatasan masalah yang diteliti, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang cakupan konsep dan teori-teori pendukung yang menjadi landasan penyusunan tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang bagaimana metode penelitian dilakukan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data, cara perancangan dan pembuatan alat serta pengujiannya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil dari segala bentuk pengujian alat yang dilakukan serta hasil yang didapatkan akan dilakukan pembahasan secara mendetail.

BAB VI PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan.

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka Relevan

Telah dilakukan rancang-bangun sistem otomatisasi kontrol lampu berdasarkan keberadaan orang didalam ruangan. Sistem kontrol lampu akan menyala selama ada orang didalam ruangan, dan lampu akan mati ketika orang meninggalkan ruangan. Keberadaan orang akan di deteksi oleh sensor *passive infrared* (PIR). Jarak waktu respon dari sensor PIR KC7783R telah dicobakan, dimana sensor hanya dapat mendeteksi objek selama 5,37 detik, namun dapat diatasi dengan menggunakan program yang ditanamkan ke dalam mikrokontroler AT89S51. Jarak maksimum yang dapat di

deteksi sensor PIR adalah 4,3 meter pada sudut 0° (lurus dari depan sensor), dan 2 meter pada sudut 30° (kekiri dan kekanan). Sensor membutuhkan waktu pemanasan selama 25,52 detik. *Relay* digunakan untuk menghubungkan antara arus dc dan arus ac. (Wildian 2013)

Telah dilakukan pembuatan sistem pengontrol cahaya untuk mengontrol kuat penerangan cahaya pada ruang baca. Sistem ini dibangun menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) sebagai pendeteksi intensitas cahaya. Tegangan analog LDR diolah oleh mikrokontroler ATmega16 untuk mengontrol tiga buah lampu sebagai sumber penerangan ruang baca. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran intensitas cahaya alat hasil rancangan dengan alat standar. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengontrol dan menjaga kestabilan intensitas cahaya ruang baca dalam rentang 300–400Lux. (Nurhasanah 2015)

Keamanan gedung dan rumah mewah sangat diperlukan untuk mengatasi tindak kejahatan seperti pencurian dan perampokan. Untuk pengamanan gedung dan rumah mewah diperlukan sebuah sistem pengamanan yang dapat diaplikasikan atau digunakan oleh suatu perusahaan. Salah satunya adalah sistem keamanan dengan menggunakan sensor *Passive Infra Red* (PIR) KC7783R dan mikrokontroler ATmega8535 yang sudah didukung dengan bahasa pemrograman C. Sistem keamanan gedung dan rumah mewah diantaranya menggunakan kamera CCTV yang dipantau oleh operator yang diminta oleh pemilik gedung atau rumah mewah tersebut. Kamera CCTV ada yang menggunakan sensor IR dan ultrasonik, tetapi dalam penggunaannya juga dibutuhkan sumber sensor lain. Contohnya, sensor otomatis yaitu PIR sensor dengan jangkauan yang cukup panjang. (Zain 2013)

Saklar Otomatis

Penggunaan saklar otomatis di ruang baca merupakan salah satu cara operasi yang digunakan untuk mengendalikan beban listrik. Ide penggunaan saklar otomatis ini muncul sebagai upaya menghindari pemborosan

energi listrik. Selain itu juga saklar otomatis dapat memudahkan operasi.

Dari segi ekonomis, dengan memasang saklar otomatis, maka keborosan energi listrik dapat dihindari. Dan penggunaan energi listrik pun menjadi terkontrol.

Smart Building

Perkembangan teknologi melaju dengan sangat pesat. Perkembangan teknologi ini merupakan hasil kerja keras dari rasa ingin tahu manusia terhadap suatu hal yang pada akhirnya diharapkan akan mempermudah kehidupan manusia. Salah satu cara untuk mempermudah kehidupan manusia adalah dengan membangun *smart building*.

Smart building sudah menjadi salah satu topik pembahasan dalam karya tulis fiksi ilmiah selama bertahun-tahun, namun baru mulai dicoba untuk diwujudkan pada awal abad ke 20 ketika pemakaian energi listrik telah meluas hingga ke rumah-rumah dan mulai majunya teknologi informasi.

Smart building mengacu pada penggunaan teknologi informasi dan komputer untuk mengendalikan peralatan yang berada di dalam bangunan tersebut (seperti jendela atau lampu). Sistem yang beroperasi dalam *smartbuilding* dapat berupa sistem kontrol jarak jauh yang sederhana dari lampu-lampu hingga sebuah sistem yang berbasis komputer atau mikrokontroler yang memiliki tingkat kecerdasan yang bervariasi yang secara otomatis mengontrol peralatan yang berada di dalam bangunan.

Elemen dalam sebuah sistem *smart building* terdiri dari sensor (seperti sensor cahaya atau sensor suhu), pengontrol (seperti komputer atau mikrokontroler) dan aktuator (seperti motor, *relay*, *servo* atau sakelar lampu). Sebuah antarmuka antara manusia dengan mesin diperlukan, agar pemilik bangunan dapat berinteraksi dengan sistem untuk memonitor atau mengontrolnya.

Antarmuka ini dapat berupa terminal khusus atau aplikasi yang berjalan pada telepon genggam atau komputer tablet. Antarmuka tersebut berkomunikasi dengan sistem melalui jaringan kabel atau *wireless* menggunakan satu atau lebih protokol.

Arduino

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif.

Arduino *Development Environment* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan meng-*compile* program untuk arduino. *ArduinoDevelopment Environment* juga digunakan untuk meng-*upload* program yang sudah di-*compile* ke memori program arduino *board*.

Arduino Uno

Arduino Uno adalah arduino *board* yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuanya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai *USB-to-serial converter* untuk komunikasi serial ke computer melalui port USB. Tampak atas dari arduino uno dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Adapun data teknis *board* Arduino Uno R3 adalah sebagai berikut:

13. Mikrokontroler : ATmega328
14. Tegangan Operasi : 5V
15. Tegangan Input (recommended) : 7 - 12 V
16. Tegangan Input (limit) : 6-20 V
17. Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
18. Pin Analog input : 6
19. Arus DC per pin I/O : 40 mA
20. Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
21. Flash Memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
22. SRAM : 2 KB
23. EEPROM : 1 KB

24. Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz



Gambar 2.1 : Arduino uno

Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (diputus secara default) sebesar 20-30 KOhm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu:

6. Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data secara serial.
7. External Interrupt: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
8. Pulse-width modulation (PWM): pin 3,5,6,9,10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.
9. Serial Peripheral Interface (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
10. LED: pin 13, terdapat built-in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai LOW maka LED akan padam.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari ground (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated Circuit* (I2C) dengan menggunakan Wire library.

Sumber Daya dan Pin Tegangan Arduino Uno

Arduino uno dapat diberi daya melalui koneksi USB (Universal Serial Bus) atau melalui power supply eksternal. Jika arduino uno dihubungkan ke kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. Power supply external (yang bukan melalui USB) dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan ke soket power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dibubungkan ke baterai dimasukkan kedalam pin GND dan Vin yang berada pada konektor Power.

Arduino uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 Volt. Jika arduino uno diberi tegangan di bawah 7 Volt, maka pin 5V akan menyediakan tegangan di bawah 5 Volt dan arduino uno mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 Volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino uno. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino uno berkisar antara 7 sampai 12 Volt.

Pin-pin tegangan pada arduino uno adalah sebagai berikut:

5. Vin adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi USB atau sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino uno dialirkan melalui soket *power*.
6. 5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 Volt berasal dari *regulator* tegangan pada arduino uno.
7. 3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 Volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
8. GND adalah pin *ground*.

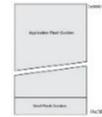
Peta Memori Arduino Uno

Arduino Uno adalah arduino *board* yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Maka peta memori arduino uno sama dengan peta memori pada mikrokontroler ATmega328.

Memori Program

ATmega328 memiliki 32K byte *On-*

chip In-System Reprogrammable Flash Memory untuk menyimpan program. Memori *flash* dibagi kedalam duabagian, yaitu bagian program *bootloader* dan aplikasi seperti terlihat pada Gambar 2.3. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.



Gambar 2.2 : Peta memori program ATmega 328

Memori Data

Memori data ATmega328 terbagi menjadi 4 bagian, yaitu 32 lokasi untuk register umum, 64 lokasi untuk register I/O, 160 lokasi untuk register I/O tambahan dan sisanya 2048 lokasi untuk data SRAM internal. Register umum menempati alamat data terbawah, yaitu 0x0000 sampai 0x001F. Register I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari 0x0020 hingga 0x005F. Register I/O tambahan menempati 160 alamat berikutnya mulai dari 0x0060 hingga 0x00FF. Sisa alamat berikutnya mulai dari 0x0100 hingga 0x08FF digunakan untuk SRAM internal. Peta memori data dari ATmega 328 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.3 : Peta memori data atmega 328

Arduino Ethernet Shield

Ethernet Shield menambah kemampuan arduino board agar terhubung ke jaringan komputer. Ethernet shield berdasarkan cip ethernet Wiznet W5100. Ethernet *library* digunakan dalam menulis program agar arduino board dapat terhubung ke jaringan dengan menggunakan arduino ethernet shield.

Pada ethernet shield terdapat sebuah slot micro-SD, yang dapat digunakan untuk menyimpan file yang dapat diakses melalui jaringan. Onboard micro-SD card reader diakses dengan menggunakan *SD library*.



Gambar 2.4 : *Ethernetshield*

Struktur

Setiap program dalam arduino board terdiri dari dua fungsi utama yaitu `setup()` dan `loop()`. Instruksi yang berada dalam fungsi `setup()` dieksekusi hanya sekali, yaitu ketika arduino board pertama kali dihidupkan. Biasanya instruksi yang berada pada fungsi `setup()` merupakan konfigurasi dan inisialisasi dari arduino board. Instruksi yang berada pada fungsi `loop()` dieksekusi berulang-ulang hingga arduino board dimatikan (catu daya diputus). Fungsi `loop()` merupakan tugas utama dari arduino board. Jadi setiap program yang menggunakan bahasa pemrograman arduino memiliki struktur sebagai berikut:

Konstanta

Konstanta adalah variable yang sudah ditetapkan sebelumnya dalam bahasa pemrograman arduino. Konstanta digunakan agar program lebih mudah untuk dibaca dan dimengerti. Konstanta dibagi menjadi 3 kelompok yaitu:

1. Konstanta yang digunakan untuk menunjukkan tingkat logika (konstanta Boolean), yaitu *true* dan *false*
2. Konstanta untuk menunjukkan keadaan pin, yaitu HIGH dan LOW
3. Konstanta untuk menunjukkan fungsi pin, yaitu INPUT, INPUT_PULLUP dan OUTPUT

Konstanta yang digunakan untuk menunjukkan benar atau salah dalam bahasa pemrograman arduino adalah *true* dan *false*. *False* lebih mudah didefinisikan daripada *true*. *False* didefinisikan sebagai 0(nol). *True* sering didefinisikan sebagai 1(satu), yang mana hal ini benar, tetapi *true* memiliki definisi yang lebih luas. Setiap integer yang bukan nol adalah *true* dalam pengertian Boolean. Jadi -2, 3 dan -100 semuanya didefinisikan sebagai *true*, juga dalam pengertian Boolean. Tidak seperti konstanta yang lain *true* dan *false* diketik dengan menggunakan huruf kecil.

Fungsi Masukan dan Keluaran Digital

Arduino memiliki 3 fungsi untuk masukan dan keluaran digital pada arduino board, yaitu `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`.

Progmem

Terkadang program dibuat memerlukan memori yang lebih besar, misalnya kita perlu menyimpan banyak teks dalam sebuah program penampil LCD. Hal ini bisa kita atasi dengan menyimpan data pada flash memori (memori program). Besar memori program pada arduino uno adalah 32 KByte.

Kata kunci `PROGMEM` adalah sebuah *variable modifier*, `PROGMEM` hanya bisa digunakan untuk tipe data yang didefinisikan pada `library pgmspace.h`. `PROGMEM` menjelaskan pada kompiler “letakkan informasi berikut pada memori program”, menggantikan SRAM, dimana biasanya informasi tersebut disimpan.

Arduino Development Environment

Arduino Development Environment terdiri dari editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, sebuah konsol, sebuah *toolbar* dengan tombol-tombol untuk fungsi yang umum dan beberapa menu. *Arduino Development Environment* terhubung ke arduino board untuk meng-*upload* program dan juga untuk berkomunikasi dengan arduino board.

Sensor

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur magnitudo sesuatu. Dengan menggunakan sensor kita dapat mengubah mekanis, magnetis, panas, cahaya dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor yang digunakan pada sistem kontrol intensitas penerangan lampu pada ruang baca ini adalah sensor *Infra Red*.

LedInfra Red

Infra merah merupakan gelombang cahaya yang tak tampak oleh mata manusia. Panjang gelombangnya berada pada rentang 700 nm sampai 1 mm. Panjang gelombang ini lebih panjang daripada panjang gelombang cahaya tampak, tetapi tidak lebih panjang daripada panjang gelombang radio. Sumber cahaya infra merah hampir sama dengan sumber cahaya tampak yaitu *LED*, tetapi bahan pembuatnya berbeda. *LED* infra merah dibuat dari bahan gallium arsenide (GaAs). *LED* infra merah hanya memerlukan tegangan masukan sebesar 3 Volt. Berikut adalah

Gambar 2.6 yang menampilkan bentuk fisik dari *led* infra merah :



Gambar 2.6 : *LED* infra merah

Fotodioda

Fotodioda adalah komponen elektronik yang terbuat dari bahan semikonduktor dan dapat mengubah intensitas cahaya menjadi arus listrik dan berikut bentuk fisiknya yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 berikut :



Gambar 2.7 : Fotodioda

Jika diperhatikan, skematik *LED* dan fotodioda hampir sama. Perbedaan hanya terletak pada arah panahnya saja. Pada skematik *LED*, arah panahnya keluar, yang dapat diartikan bahwa *LED* memancarkan cahaya. Pada skematik fotodioda, arah panahnya masuk, yang dapat diartikan bahwa fotodioda menyerap atau memproses cahaya.

Seperti pada *LED*, fotodioda juga memiliki dua kaki. Kaki yang lebih panjang adalah anoda, dan kaki yang lebih pendek adalah katoda. Pemasangan komponen fotodioda pada rangkaian elektronik berkebalikan dengan pemasangan *LED*. Kutub positif atau anoda fotodioda dihubungkan dengan kutub negatif sumber tegangan, dan kutub negatif atau katoda fotodioda dihubungkan dengan kutub positif sumber tegangan.

Lampu Pijar

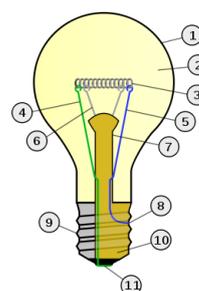
Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Lampu pijar dipasarkan dalam berbagai macam bentuk dan tersedia untuk tegangan (voltase) kerja yang bervariasi dari mulai 1,25 volt hingga 300 volt. Energi listrik yang diperlukan lampu pijar untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan dengan sumber cahaya buatan lainnya seperti lampu pendar dan dioda cahaya, maka secara

bertahap pada beberapa negara peredaran lampu pijar mulai dibatasi. Di samping memanfaatkan cahaya yang dihasilkan, beberapa penggunaan lampu pijar lebih memanfaatkan panas yang dihasilkan, contohnya adalah pemanas kandang ayam, dan pemanas inframerah dalam proses pemanasan di bidang industri.

Pengembangan lampu pijar sudah dimulai pada awal abad XIX. Sejarah lampu pijar dapat dikatakan telah dimulai dengan ditemukannya tumpukan volta oleh Alessandro Volta. Pada tahun 1802, Sir Humphry Davy menunjukkan bahwa arus listrik dapat memanaskan seuntai logam tipis hingga menyala putih. Lalu, pada tahun 1820, Warren De la Rue merancang sebuah lampu dengan cara menempatkan sebuah kumparan logam muliplatina di dalam sebuah tabung lalu mengalirkan arus listrik melaluinya. Hanya saja, harga logam platina yang sangat tinggi menghalangi pendayagunaan penemuan ini lebih lanjut. Elemen karbon juga sempat digunakan, namun karbon dengan cepat dapat teroksidasi di udara; oleh karena itu, jawabannya adalah dengan menempatkan elemen dalam vakum. Pada tahun 1870-an, seorang penemu bernama Thomas Alva Edison dari Menlo Park, negara bagian New Jersey, Amerika Serikat, mulai ikut serta dalam usaha merancang lampu pijar. Dengan menggunakan elemen platina, Edison mendapatkan paten pertamanya pada bulan April 1879.

Konstruksi

Komponen utama dari lampu pijar adalah bola lampu yang terbuat dari kaca, filamen yang terbuat dari wolfram, dasar lampu yang terdiri dari filamen, bola lampu, gas pengisi, dan kaki lampu. Berikut ini adalah Gambar 2.9, yang menjelaskan tentang bola lampu :



12. Bola lampu
13. Gas bertekanan rendah (argon, neon, nitrogen)
14. Filamen wolfram
15. Kawat penghubung ke kaki tengah
16. Kawat penghubung ke ulir
17. Kawat penyangga
18. Kaca penyangga
19. Kontak listrik di ulir
20. Sekrup ulir
21. Isolator
22. Kontak listrik di kaki tengah

Gambar 2.8 : Bola lampu dan keterangannya

Bola Lampu

Selubung gelas yang menutup rapat filamen suatu lampu pijar disebut dengan bola lampu. Macam-macam bentuk bola lampu antara lain adalah bentuk bola, bentuk jamur, bentuk lilin, dan bentuk *lustre*. Warna bola lampu antara lain yaitu bening, warna susu atau buram, dan warna merah, hijau, biru, atau kuning.

Operasi

Pada dasarnya filamen pada sebuah lampu pijar adalah sebuah resistor. Saat dialiri arus listrik, filamen tersebut menjadi sangat panas, berkisar antara 2800 derajat Kelvin hingga maksimum 3700 derajat Kelvin. Ini menyebabkan warna cahaya yang dipancarkan oleh lampu pijar biasanya berwarna kuning kemerahan. Pada temperatur yang sangat tinggi itulah filamen mulai menghasilkan cahaya pada panjang gelombang yang kasatmata. Hal ini sejalan dengan teori radiasi benda hitam. Indeks renderasi warna menyatakan apakah warna obyek tampak alami apabila diberi cahaya lampu tersebut dan diberi nilai antara 0 sampai 100. Angka 100 artinya warna benda yang disinari akan terlihat sesuai dengan warna aslinya. Indeks renderasi warna lampu pijar mendekati 100. Berikut adalah Gambar 2.9, yang menunjukkan bentuk kawat filamen lampu pijar.



Gambar 2.9 : Kawat filament

AC/DC Adaptor

Sebagian besar piranti elektronika membutuhkan tegangan *DC* untuk bekerja. Meskipun baterai berguna dalam piranti yang bisa dibawa-bawa atau piranti berdaya rendah, akan tetapi waktu operasinya terbatas. Sumber daya yang mudah dapat dibuat dari sebuah rangkaian yang dapat mengubah tegangan *AC* menjadi tegangan *DC*. Sebuah adaptor dapat dibuat dengan tiga buah komponen utama, yaitu transformer, dioda penyearah, dan kapasitor *filter*. Transformator penurun tegangan adalah transformator yang diperlukan untuk menurunkan tegangan primer yang tinggi misalnya sebesar 220 Volt atau 380 Volt, menjadi tegangan yang lebih rendah pada bagian sekundernya, 6 Volt, 9 Volt, 12 Volt, atau 24

Volt. Berikut adalah Gambar 2.10 yang memperlihatkan bentuk fisik *AC-DC adaptor* :



Gambar 2.10 : AC-DC Adaptor

Dasar - dasar ISP (*In-System Chip Programming*)

In-System Chip Programming (ISP) adalah sebuah fitur bagi sebuah *microcontroller* agar dapat didownload dengan program tanpa mencabut *microcontroller* dari system-nya. Sehingga *Microcontroller* tetap pada kedudukannya semua dan dihubungkan dengan *ISP*. Dan dilakukan proses download. Begitu pula saat memutuskan hubungan antara *Downloader* dan *Microcontroller*, kita hanya cukup memutuskan kabelnya saja, tanpa lagi perlu mencucuk-cabut mikrokontroler. Cara semacam ini adalah cara yang sangat hemat waktu terutama dalam proses pengembangan sebuah program.



Gambar 2.11 : *USB – AT ISP programmer download adapter*

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat Penelitian

Pembuatan dan pengujian sistem kontrol penerangan listrik pada ruang baca menggunakan sensor manusia dilakukan di :

3. Nama Tempat : Rumah Kontrakan
4. Alamat : Jln. Tangkul 1 No 110

Waktu Penelitian

Pembuatan dan pengujian sistem kontrol akuaphonik ini membutuhkan waktu dengan rincian sebagai berikut :

5. Penyediaan bahan dan alat : 2 minggu
6. Perancangan seluruh sistem : 2 bulan
7. Pengujian sistem : 2 minggu
8. Penyusunan laporan Tugas Akhir : 3 bulan

Metoda Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian. Berikut ini adalah Gambar 3.1, yaitu *flowchart* kerangka

berfikir dalam penelitian, dimana berdasarkan *flowchart* inilah sebagai tahapan-tahapan yang dilakukan oleh peneliti dalam melakukan proses penelitian rancang bangun penerangan listrik pada ruang baca menggunakan sensor manusia:



Gambar 3.1 : *Flowchart* kerangka berfikir

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada pembuatan sistem adalah : 1 set *tools mechanic*, gerinda, bor listrik, solder listrik, mistar, alat tulis. Alat-alat yang digunakan pada uji kinerja alat rancangan antara lain : multimeter, dan testpen.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem kontrol intensitas penerangan lampu secara umum adalah seperti pada Tabel 3.1 berikut :

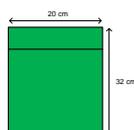
Tabel 3.1 : Penetapan komponen (bahan)

No.	Komponen	No.	Komponen
1	IC Mikrokontroler ATmega 328	11	Downloader AT ISP
2	AC-DC Adaptor 12 VDC	12	Sistem Minimum Arduino Uno
3	Driver Relay	13	PCB Polos
4	Triplek	14	Dioda H-Bridge
5	Fotodioda	15	Led Infra Merah
6	IC Regulator 7805	16	Konektor 2 kaki
7	Konektor 4 kaki	17	Lampu Pijar 5 Watt
8	Resistor	18	Sekrup
9	Kabel Pelangi	19	Lem Syetan
10	Spicer	20	Steker Listrik 220 VAC

Rancangan Struktural

a. Rancangan dan Pembuatan Kerangka

Bagian rangka berfungsi sebagaiudukan setiap sistem-sistem yang dirancang. Rangka terbuat dari triplek dengan dimensi ketebalan 0,1 cm, panjang 32 cm, lebar 20 cm. Bentuk kerangka sebagaiudukan secara keseluruhan adalah triplek persegi panjang. Dimensi yang dibuat adalah bertujuan agar alat mudah dibawa kemana saja (*portable*). Rancangan rangka dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini yaitu skema dalam bentuk diagram satu garis :



Gambar 3.2 : Rancangan kerangka alat

b. Rancangan dan Pembuatan AC-DC Adaptor

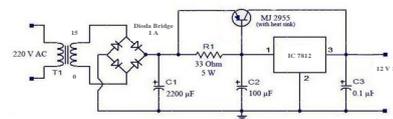
AC-DC adaptor yang dirancang adalah cukup menggunakan AC-DC adaptor yang sudah

jadi dan lebih simpel yaitu dengan membelinya di toko-toko penjual komponen elektronika, namun hal yang harus diperhatikan adalah spesifikasinya harus sesuai dengan kebutuhan sistem yang dirancang secara keseluruhan. Berikut adalah Gambar 3.3 yang memperlihatkan bentuk fisik AC-DC adaptor yang digunakan beserta spesifikasinya yang tertera di badan adaptor :



Gambar 3.3 : AC-DC adaptor

Pada Gambar 3.3 di atas yang memperlihatkan bentuk fisik AC-DC adaptor dapat juga dilihat skema rangkaian didalamnya seperti Gambar 3.4 di bawah ini :



Gambar 3.4 : Skema rangkaian AC-DC adaptor

c. Rancangan dan Pembuatan Beban yang Dikendalikan

Seperti yang telah dijelaskan bahwa penelitian ini adalah mencoba mengontrol penerangan lampu pada ruang baca, maka dalam hal ini ada pun beban yang dikendalikan tentu sudah adalah lampu, namun lampu yang dikendalikan adalah lampu pijar dengan spesifikasi daya 5 Watt dan bola lampunya berwarna merah. Tetapi bukan berarti hanya lampu pijar saja yang dapat dikendalikan semua lampu bisa dikendalikan menggunakan sistem yang dibuat ini asalkan lampunya menggunakan tegangan input 220VAC. Berikut adalah Gambar 3.5 yang memperlihatkan bentuk fisik lampu pijar yang digunakan :



Gambar 3.5 : Lampu pijar

d. Rancangan dan Pembuatan Driver Relay

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa *driver relay* adalah rangkaian elektronika yang bisa mengendalikan pengoperasian sesuatu dalam hal ini adalah *relay*. Relay yang memiliki spesifikasi tegangan kerja 12 VDC tidak mungkin langsung bisa dikendalikan oleh output mikrokontroler, sedangkan output maksimum mikrokontroler adalah sebesar 5 Volt. Oleh sebab itu digunakanlah rangkaian *driver relay*

agar *relay* inilah yang akan menyambungkan dan memutuskan tegangan yang dibutuhkan pompa akuarium, sedangkan untuk mengaktifkan *driverrelay* dapat menggunakan output dari mikrokontroler.

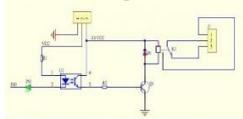
Adapun komponen elektronika yang dibutuhkan dalam perancangan *driverrelay* adalah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.2 di bawah ini :

Tabel 3.2 : Komponen yang dibutuhkan (*driverrelay*)

No.	Nama Komponen	Jumlah
1.	SRD-5VDC (Relay)	1 Buah
2.	IC 507F280	1 Buah
3.	Resistor 1 kΩ	3 Buah
4.	Dioda Zener	1 Buah
5.	Led model chip ¼ Watt	2 Buah
6.	Transistor (2TY)	1 buah
7.	Connector (cabang 3)	2 Buah

Berikut ini adalah Gambar 3.6, yang memperlihatkan skema rangkaian yang dirancang untuk *driverrelay*. Dan untuk membuat skema tersebut pada PCB polos dengan cara seperti metode pembuatan AC-DC adaptor yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu :

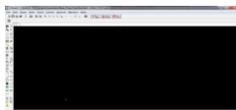
1. Mengambarkan skema rangkaian terlebih dahulu menggunakan *Software Eagle*.
2. Mencetak pada kertas A4
3. Proses pelarutan dengan $FeCl_3$



Gambar 3.6 : Skema rangkaian *driver relay*

e. Proses layout PCB

1. Membuka aplikasi *Eagle 7.5.0*. Setelah halaman *controlpanel* muncul, lalu mengklik **File > New > Board** untuk menggambar tata jalur dan tata letak rangkaian.
2. Berikut ini adalah Gambar 3.7 yaitu halaman *board* setelah melakukan perintah di atas :



Gambar 3.7 : Halaman *board*

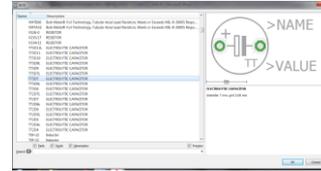
Halaman *board* memiliki beberapa fungsi *tools* yang dapat digunakan untuk menggambar PCB yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.3 berikut :

Tabel 3.3 : ToolsEAGLELightEdition

Nama	Fungsi
<i>Move</i>	Memindahkan posisi komponen
<i>Copy</i>	Menggendakankomponen
<i>Mirror</i>	Membalik komponen pada sumbu berbeda
<i>Rotate</i>	Memutar sudut komponen
<i>Group</i>	Mengelompokkan bebrapa komponen menjadi satu bagian
<i>Change</i>	Mengubah parameter dalam menggambar PCB
<i>Add</i>	Menambah komponen
<i>Replace</i>	Mengganti komponen

<i>Name</i>	Memberi nama komponen
<i>Value</i>	Memberi nilai satuan komponen
<i>Wire</i>	Membuat jalur antarkomponen
<i>Text</i>	Membuat tulisan pada PCB
<i>Circle</i>	Membuat lingkaran
<i>Arc</i>	Membuat garis melingkar
<i>Rect</i>	Membuat gambar kotak
<i>Via</i>	Menggambar lubang komponen

3. Selanjutnya mengklik **Add** hingga muncul halaman baru seperti tampak pada Gambar 3.8 berikut :



Gambar 3.8 : Memilih jenis komponen Pada halaman *Add*terdapat tiga jenis *frame* sebagai berikut :

- *Frame* untuk memilih jenis-jenis komponen elektronika. Ada ratusan jenis komponen yang terdapat pada *library EAGLE layout*.
 - *Frame* untuk menampilkan gambar komponen yang dipilih.
 - *Frame* ini menampilkan keterangan komponen, berupa nama, tipe, dan ukuran komponen.
4. Selanjutnya pilih kategori kapasitor dengan ukuran 5 , 6, dan 7 mm, dan mengklik OK, kemudian meletakkan komponen pada board.
 5. Kategori pin connector dengan mengklik Add >Pinhead1 x 3 sebanyak 1 buah.
 6. Selanjutnya adalah proses pembuatan tata jalur rangkaian dengan cara mengklik Wirehingga muncul opsi baru pada toolbar bagian atas.
 7. Untuk memberi garis tepi rangkaian, dengan mengklik Wire>Layer Dimension. Selanjutnya membuat lubang spicerdengan menggunakan toolViadan memilih nilai drill sebesar 3,2 dan meletakkan lubang spicer di setiap ujung PCB.
 8. Gambar komponen tidak dibutuhkan saat mencetak tata jalur. Oleh karena itu, sebelum mencetak tata jalur, menghapus gambar komponen terlebih dahulu. Caranya, mengklik Display, yaitu mengklik tanda biru pada nomor 21 dan 22. Secara otomatis, tanda biru pada nomor 23 sampai 28 akan hilang. Kemudian mengklik OK, dan tata letak komponen akan hilang.
 9. Mengklik Print, dan memberikan tanda centang pada opsi Black dan Solid,

kemudian mengklik Page. Selanjutnya mencetak tata jalur sebanyak 3 kali pada kertas yang sama, dengan setting vertikal top-center-bottom. Hal ini dilakukan untuk membuat cadangan gambar jika terjadi kesalahan pada proses pembuatan PCB, selanjutnya mengklik OK.

10. Mencetak jalur PCB pada kertas A4.

f. Proses Pelarutan PCB dengan Larutan $FeCl_3$

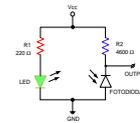
Setelah mencetak tata jalur, tahap selanjutnya adalah melarutkan PCB dengan langkah-langkah berikut ini :

1. Memotokopi hasil cetakan tersebut dengan menggunakan kertas transparansi.
2. Menggantung hasil fotokopi gambar tata jalur sesuai dengan garis tepi yang dibuat.
3. Menyiapkan PCB yang telah dibersihkan dengan menggunakan kertas gosok tipis dan bilasan air. Selanjutnya memanaskan setrika dengan suhu maksimal.
4. Menempelkan gambar tata jalur yang telah digunting, dan memastikan bagian yang terkena tinta (bagian yang kasar) menempel pada PCB.
5. Menempelkan setrika panas di atas kertas transparansi, lalu menekan dan menahan selama 30 detik.
6. Mendinginkan PCB dengan menggunakan air, dan melepaskan kertas transparansi dari PCB secara perlahan.
7. Memotong PCB sesuai dengan garis tepi gambar tata jalur rangkaian.
8. Melarutkan tembaga pada PCB dengan menggunakan larutan $FeCl_3$, dengan cara :
 - Menyiapkan wadah plastik dan air panas, dan memasukkan $FeCl_3$ secukupnya, kemudian memasukkan PCB pada larutan tersebut.
 - Menggoyang wadah plastik secara perlahan untuk mempercepat proses peleburan tembaga pada PCB.
 - Setelah proses peleburan selesai, selanjutnya mengeluarkan PCB dari larutan dan membilas dengan air. Selanjutnya menggunakan kertas gosok untuk membersihkan tinta-tinta yang menempel pada PCB, hingga jalur-jalur tembaga pada PCB terlihat.

- Meringkakan PCB. Dan selanjutnya proses pengeboran jalur-jalur rangkaian yang berbentuk lingkaran menggunakan bor listrik berdiameter 0,8 – 1 mm.
- Setelah dibor, tahap terakhir adalah membersihkan PCB dengan menggunakan kertas gosok dan bilasan air.

g. Perancangan dan Pembuatan Sensor Infra Merah

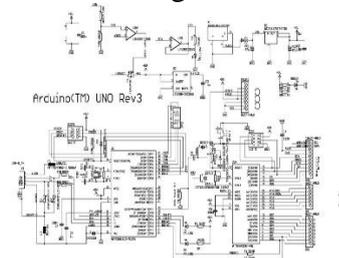
Berikut ini adalah Gambar 3.9 yaitu skema rangkaian sensor infra merah dalam penelitian yang dibuat :



Gambar 3.9 : Skema rangkaian sensor infra merah dan fotodiode

h. Rancangan dan Pembuatan Sistem Minimum Arduino Uno

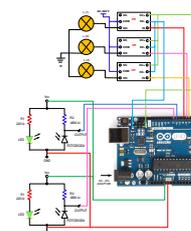
Gambar 3.10 di bawah ini adalah gambar yang menunjukkan skema rangkaian dari sistem minimum Arduino Uno beserta mikrokontroler ATmega 328 :



Gambar 3.10 : Sistem minimum arduino uno

i. Perancangan dan Pembuatan Sistem secara Keseluruhan

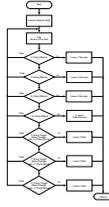
Dalam perancangan dan pembuatan sistem secara keseluruhan berarti seluruh komponen pembentuk sistem kontrol intensitas cahaya lampu akan dilakukan penggabungan seluruhnya baik dari segi mekanik maupun instalasi listriknya. Berikut Gambar 3.11 yang menampilkan skema rangkaian seluruh sistem:



Gambar 3.11 : Skema rangkaian seluruh sistem

Flowchart Sistem Kerja Alat

Berikut adalah Gambar 3.13 yang memperlihatkan alur kerja sistem kontrol intensitas penerangan pada ruang baca:



Gambar 3.13 : Flowchart sistem kerja alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dihasilkan suatu sistem kontrol intensitas kuat penerangan lampu pada ruang baca berbasis mikrokontroler ATmega 328 sistem minimum Arduino Uno seperti terlihat pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 : Sistem kontrol penerangan lampu pada ruang baca

Hasil Pengujian Alat

Setelah alat yang dirancang dan dibuat sesuai konsep penelitian ini selesai dilakukan maka tahap selanjutnya melakukan pengujian alat secara keseluruhan, dimana kriteria pengujian adalah sebagai berikut :

1. Pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang yang masuk pada ruang baca.
2. Pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang yang keluar dari ruang baca.
3. Pengujian kondisi lux cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika satu lampu yang hidup.
4. Pengujian kondisi lux cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika dua lampu yang hidup.
5. Pengujian kondisi lux cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika tiga lampu yang hidup.

Hasil Pengujian Kondisi Lampu terhadap Jumlah Orang Masuk

Berikut adalah Tabel 4.1, yang menampilkan hasil pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang yang masuk:

Tabel 4.1 : Hasil pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang masuk

Jumlah Orang Masuk	Kondisi Lampu (I)	Kondisi Lampu (II)	Kondisi Lampu (III)
0	Mati	Mati	Mati
1	Hidup	Mati	Mati
2	Hidup	Hidup	Mati
3	Hidup	Hidup	Hidup
4	Hidup	Hidup	Hidup
5	Hidup	Hidup	Hidup
6	Hidup	Hidup	Hidup
7	Hidup	Hidup	Hidup
8	Hidup	Hidup	Hidup
9	Hidup	Hidup	Hidup
10	Hidup	Hidup	Hidup

Dari Tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa lampu akan menyala secara berturut, yaitu jika tidak ada orang di dalam ruangan maka lampu dalam kondisi awal yaitu semua lampu kondisi mati. Dan ketika masuk satu orang maka lampu (I) hidup dengan nyala yang terang dan ketika orang kedua memasuki ruang baca sehingga jumlah orang yang di dalam ruang baca menjadi dua orang maka lampu (II) hidup dengan nyala terang sehingga total jumlah lampu yang hidup adalah dua buah.

Hasil Pengujian Kondisi Lampu terhadap Jumlah Orang Keluar

Berikut ini adalah Tabel 4.2, yang menampilkan hasil pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang yang keluar :

Tabel 4.2 : Hasil pengujian kondisi lampu terhadap jumlah orang keluar

Jumlah Orang Keluar	Kondisi Lampu (I)	Kondisi Lampu (II)	Kondisi Lampu (III)
0 Tinggal 10 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
1 Tinggal 9 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
2 Tinggal 8 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
3 Tinggal 7 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
4 Tinggal 6 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
5 Tinggal 5 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
6 Tinggal 4 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
7 Tinggal 3 Orang	Hidup	Hidup	Hidup
8 Tinggal 2 Orang	Hidup	Hidup	Mati
9 Tinggal 1 Orang	Hidup	Mati	Mati
10 Tinggal 0 Orang	Mati	Mati	Mati

Dari Tabel 4.2 di atas dapat dilihat bahwa lampu akan mati secara berturut, yaitu jika tidak ada orang di dalam ruangan maka lampu akan kembali dalam kondisi awal yaitu semua lampu kondisi mati. Dan ketika keluar 8 orang dari 10 orang maka lampu (III) mati dan ketika 9 orang keluar dari 10 yang ada di dalam ruang baca maka lampu (II) mati. Selanjutnya ketika 10 orang total jumlah yang keluar maka lampu (I) mati sehingga total jumlah lampu ketiganya mati.

Pengujian Kondisi Lux Cahaya Lampu terhadap Jarak (Satu Lampu)

Berikut ini adalah Tabel 4.3 yang menampilkan hasil pengujian kondisi lux cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika satu lampu yang hidup :

Tabel 4.3 : Hasil pengujian lux 1 lampu terhadap jarak

No.	Jarak Lux Meter -Vs- Lampu Pijar	Kuantitas Lux Lampu Pijar
1.	40 cm	100 Lux
2.	20 cm	200 Lux
3.	15 cm	300 Lux
4.	13 cm	400 Lux
5.	10 cm	500 Lux
6.	9 cm	600 Lux
7.	8 cm	700 Lux
8.	7 cm	800 Lux
9.	6 cm	900 Lux
10.	5 cm	1000 Lux

Dari Tabel 4.3 di atas dapat dilihat bahwa kondisi lux meter yang terbaca terhadap kuantitas cahaya lux dari satu lampu pijar yang hidup dengan spesifikasi lampu pijar 5 Watt adalah semakin dekat jarak lux meter dengan lampu pijar maka kuantitas lux cahaya lampu semakin besar, dan sebaliknya jika jarak lux meter dengan lampu pijar semakin jauh maka kuantitas lux cahaya lampu semakin kecil.

Pengujian Kondisi Lux Cahaya Lampu terhadap Jarak (Dua Lampu)

Berikut ini adalah Tabel 4.4 yang menampilkan hasil pengujian kondisi lux cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika dua lampu yang hidup :

Tabel 4.4 : Hasil pengujian lux 2 lampu terhadap jarak

No.	Jarak Lux Meter -Vs- Lampu Pijar	Kuantitas Lux Lampu Pijar
1.	70 cm	100 Lux
2.	30 cm	200 Lux
3.	24 cm	300 Lux
4.	22 cm	400 Lux
5.	19 cm	500 Lux
6.	17 cm	600 Lux
7.	16 cm	700 Lux
8.	15 cm	800 Lux
9.	14 cm	900 Lux
10.	13 cm	1000 Lux

Dari Tabel 4.4 di atas dapat dilihat bahwa kondisi lux meter yang terbaca terhadap kuantitas cahaya lux dari dua lampu pijar yang hidup dengan spesifikasi lampu pijar masing – masing 5 Watt adalah dimana semakin dekat jarak lux meter dengan kedua lampu pijar maka kuantitas lux cahaya lampu semakin besar, dan sebaliknya jika jarak lux meter dengan kedua lampu pijar semakin jauh maka kuantitas lux cahaya lampu semakin kecil.

Dalam hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa perbedaannya dengan pengujian untuk satu lampu yaitu jarak antara lux meter dengan lampu lebih jauh dibandingkan dengan yang satu lampu dimana kuantitas lux yang dihasilkan adalah sama.

Pengujian Kondisi Lux Cahaya Lampu terhadap Jarak (Tiga Lampu)

Berikut ini adalah Tabel 4.5 yang menampilkan hasil pengujian kondisi lux

cahaya lampu terhadap jarak dari alat ukur lux meter jika tiga lampu yang hidup :

Tabel 4.5 : Hasil pengujian lux 3 lampu terhadap jarak

No.	Jarak Lux Meter -Vs- Lampu Pijar	Kuantitas Lux Lampu Pijar
1.	90 cm	100 Lux
2.	50 cm	200 Lux
3.	45 cm	300 Lux
4.	40 cm	400 Lux
5.	35 cm	500 Lux
6.	33 cm	600 Lux
7.	32 cm	700 Lux
8.	31 cm	800 Lux
9.	30 cm	900 Lux
10.	29 cm	1000 Lux

Dari Tabel 4.5 di atas dapat dilihat bahwa kondisi lux meter yang terbaca terhadap kuantitas cahaya lux dari tiga lampu pijar yang hidup dengan spesifikasi lampu pijar masing – masing 5 Watt adalah dimana semakin dekat jarak lux meter dengan ketiga lampu pijar maka kuantitas lux cahaya lampu semakin besar, dan sebaliknya jika jarak lux meter dengan ketiga lampu pijar semakin jauh maka kuantitas lux cahaya lampu semakin kecil.

Dalam hasil pengujian di atas dapat dilihat perbedaannya yaitu lebih jauh jaraknya antara lux meter dengan lampu dengan kuantitas lux yang sama dibandingkan dengan jarak untuk satu lampu dan dua lampu yang hidup.

Hasil Pengujian Kondisi Lampu Pijar

Dalam pengujian kondisi lampu pijar cukup simpel karena hanya menghubungkan fittingnya bersama lampu pijar didalamnya dengan aliran listrik PLN 220 VAC.

Ternyata setelah diuji maka hasil pengujian lampu pijar dapat dilihat seperti pada Tabel 4.6 berikut ini :

Tabel 4.6 : Hasil pengujian lampu pijar

Pengujian	Aliran Listrik 220VAC	Kondisi Lampu
I	Terhubung	Hidup
II	Tidak Terhubung	Mati

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem kontrol intensitas kuat penerangan lampu pijar mampu memenuhi syarat dari tujuan penelitian dengan indikator intensitas penerangan lampu pijar dapat dikendalikan sesuai jumlah orang yang masuk dalam ruang baca.
2. Tingkat ketelitian pendeteksian sensor *infra red* mampu memenuhi syarat dengan mendeteksi jumlah orang yang masuk pada ruang baca dengan mengontrol 3 buah lampu.

3. Dengan sistem pengendali *IC* mikrokontroler ATmega 328 dapat melakukan proses pembacaan data dengan adanya orang yang masuk dan keluar dari ruang baca.

Saran

Adapun yang menjadi saran pada penelitian ini adalah :

1. Untuk kesempurnaan alat ini kedepannya alangkah baiknya sistem rancangan alat dapat diimplementasikan secara langsung di lapangan dengan mencocokkan nilai intensitas penerangan dengan standart yang ada.
2. Alat ini bekerja baru sebatas dapat mengendalikan secara otomatis intensitas penerangan melalui jumlah lampu pijar yang mesti hidup pada ruang baca.
3. Jika ingin mencocokkan nilai standart intensitas yang ada terhadap cahaya yang dikeluarkan oleh lampu pijar maka cukup mengganti lampunya saja dengan lampu pijar yang nilai Watt-nya lebih besar sesuai standart.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, Widodo. Firmansyah, Sigit. 2004. *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Chapman, Stephen J. *Electrical Machinery Fundamental*. McGraw Hill International Edition, New York, 1991
- Fitzgerald, AE and Charles Kingsley. *Machinery Fundamentaal*. McGraw Hill Inter-national Edition, New York, 1991
- Hughes, E. *Electrical Technology*. The English Language Book Society Longman Group Ltd
- Kuznetsov, M. *Fundamental of Electrical Engineering*. Peace Publisher, Moscow
- Lister, Eugene C. *Electric Circuits and Machines*. McGraw Hill International Edition, New York 1984
- Nagrath, IJ and DP Kothari, *Electrical Machines*. Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1989
- Nurhasanah, 2015, "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Intensitas Cahaya Pada Ruang Baca Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16", *Jurnal Positron* Vol.V, No1 ISSN 2301-4970
- Sasongko Hari Bagus. (2012). *Pemrograman Mikrokontroler dengan Bahasa C*. Yogyakarta :Penerbit ANDI.
- Sensor Cahaya –LDR (Light Dependent Resistor) (n.d.). September, 2010. <http://nubielab.com/elektronika/analog/sensor-cahaya-ldr-light-dependent-resistor>.
- Sudarto, Marselindo. (1994). "Perencanaan dan Pembuatan Alat untuk Menyalakan dan Mematikan Lampu Penerangan di Dalam Ruangan Tertutup dengan Bantuan Sensor Pyroelectrc dan Mikrokontroler MCH68HC11" Surabaya :Tugas Akhir.
- Wildian, 2013, "Sistem Kontrol Penyalaan Lampu Ruang Berdasarkan Pendeteksian Ada Tidaknya Orang Di Dalam Ruangan", *Jurnal Fisika Unand* Vol.2 No.4 ISSN 2302-8491.
- Winarno. Arifianto, Deni.2011. *Bikin Robot Itu Gampang*. Jakarta : Kawan Pustaka.
- Zain, 2013, "Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor *Passive Infra Red* (Pir) Dilengkapi Kontrol Penerangan Pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dan Real Time Clock Ds1307", *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan* Vol.6 No.1 ISSN 2086-4981.

BIODATA



I. Data Pribadi

Nama : Wahyu Tri Hutomo
T./ Tgl. Lahir : Penggalangan, 07 Desember 1993
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Nama Ayah : Sakirman B.A
Ibu : Herlina S.pd

II. Pendidikan

MIN Penggalangan 2000 s/d 2006

MTS Swata Babul Irsyad 2006 s/d 2009

SMK N 2 Tebing Tinggi 2009 s/d 2012

S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik UMSU
2012 s/d 2017