

RANCANG BANGUN PENERANGAN PINTU GERBANG

OTOMATIS

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Reza Budi Prasetyo

14524077

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN PENERANGAN PINTU GERBANG OTOMATIS

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia


Disusun oleh:

Reza Budi Prasetyo
14524077

الجامعة الإسلامية
الاستاذة الأندونيسية

Yogyakarta, 28 Januari 2021

Menyetujui,
Pembimbing



Dr Eng Hendra Setiawan, S.T, M.T.
NIK 025200526

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

RANCANG BANGUN PENERANGAN PINTU GERBANG OTOMATIS

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Reza Budi Prasetyo

14524077

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 5 Mei 2021

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Dr Eng Hendra Setiawan, S.T, M.T,

Anggota Penguji 1: Dwi Ana Ratna Wati, S.T, M.Eng,

Anggota Penguji 2: Husein Mubarak, S.T, M.Eng,

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 10 Juni 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrulloh, S.T, M.Eng, Ph.D

NIK 045240101

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 28 Januari 2021



Reza Budi Prasetyo

NIM. 14524077

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga laporan Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Tujuan penulisan laporan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat kelulusan pada pendidikan Strata Satu Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia, selain itu pembuatan laporan ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pembaca.

Dalam penulisan laporan skripsi ini penulis menyadari bahwa selama pelaksanaan skripsi hingga penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bimbingan, dorongan, dan bantuan baik material maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. **Allah Subhanahu wa Ta'ala**, atas semua karunia dan nikmat yang tak henti-hentinya selalu membimbing gerak langkah saya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan ini.
2. **Kedua Orang Tua dan Keluarga**, terima kasih atas doa, motivasi, dan dukungan untuk saya, baik moral maupun finansial yang selalu diberikan.
3. **Bapak Dr Eng Hendra Setiawan, S.T, M.T.**, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mendampingi serta memberikan berbagai masukan dalam penulisan laporan ini.
4. **Seluruh dosen dilingkup jurusan Teknik Elektro**, yang telah memberikan bimbingan dan ilmunya kepada penulis.
5. **Seluruh Mahasiswa TE14 UII**, yang selalu mendukung proses skripsi saya.
6. **Semua pihak** yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

Dalam penulisan laporan ini penulis menyadari masih terdapat kekurangan, untuk itu penulis memohon maaf apabila dalam penulisan laporan skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan-kesalahan dikarenakan keterbatasan yang dimiliki penulis baik dari segi pengalaman maupun pengetahuan sehingga penulisan laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna.

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

<i>Lambang</i>	<i>Arti Singkatan</i>
<i>PIR</i>	<i>Passive Infrared Receiver</i>
<i>LED</i>	<i>Light Emitting Diode</i>
<i>LDR</i>	<i>Light Dependent Resistor</i>
<i>IC</i>	<i>Integrated Circuit</i>
<i>AVR</i>	<i>Advanced Virtual RISC</i>
<i>DC</i>	<i>Direct Current</i>
<i>ADC</i>	<i>Analog to Digital Converter</i>
<i>LCD</i>	<i>Liquid Crystal Display</i>
<i>LLF</i>	<i>Light Loss Factor</i>
<i>CU</i>	<i>Coefficient of Utilization</i>

ABSTRAK

Sistem penerangan adalah bagian yang penting bagi kehidupan manusia untuk bisa mengenali suatu objek secara jelas ketika suasana malam dengan keadaan jalan yang gelap. Suatu daerah desa maupun kota jika tanpa lampu penerangan jalan akan sangat mengganggu kenyamanan pengguna jalan. Beberapa daerah desa sudah ada yang dialiri listrik namun perekonomian masyarakat di desa tersebut masih tergolong kurang atau miskin. Pendapatan warganya hanya cukup bahkan kurang untuk kebutuhan sehari hari sehingga kebutuhan listrik memakai daya yang paling minim untuk dipakai secukupnya di sekitar rumah. Hasil pengamatan lapangan secara langsung banyak warga yang enggan untuk memasang lampu jalan. Oleh karena itu, bagaimana menciptakan *prototype* sistem penerangan untuk pintu gerbang daerah pedesaan mampu memberikan penyelesaian dari problematika tersebut. *Prototype* menggunakan sensor LDR untuk mengetahui bahwa hari sudah malam dan mengaktifkan sistem. *Prototype* juga menggunakan sensor PIR untuk mengetahui apakah ada orang yang melewati sensor. Jika ada orang yang melewati sensor, maka lampu akan menyala menerangi pintu gerbang. Mikrokontroler berfungsi mengendalikan lampu secara otomatis, sehingga lampu akan mati ketika tidak ada orang yang melewati sensor. *Prototype* menggunakan sumber daya *solar cell* dan aki untuk media penyimpanannya serta menjadikannya hemat biaya. Hasil yang didapatkan oleh penelitian ini adalah terciptanya *prototype* lampu penerangan otomatis untuk daerah yang belum terjangkau layanan PLN dengan kemampuan luas penerangan 2,04 m dan jangkauan 1 m². Sedangkan jika lampu menyala terus – menerus maka kapasitas aki akan habis dalam 8,64 jam. Hanya saja dibutuhkan sensor khusus untuk mendeteksi manusia saja. Karena sensor PIR mendeteksi gerakan termasuk hewan dan serangga. Jadi *prototype* sistem penerangan akan menyala jika hewan atau serangga melewati sensor PIR.

Kata Kunci : *Penerangan, PLN, Mikrokontroler, Solar Cell, Sensor PIR*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Studi Literatur.....	3
2.2 Tinjauan Teori	4
2.2.1 Sensor LDR	4
2.2.2 Sensor PIR.....	5
2.2.3 Mikrokontroler AVR.....	6
2.2.4 <i>Solar Cell</i>	6
2.2.5 Accumulator (Aki)	7
2.2.6 IC 7805 (<i>Voltage Regulator</i>).....	8

BAB 3 METODOLOGI.....	9
3.1 Alur Penelitian.....	9
3.2 Meninjau Lokasi dan Pengumpulan Data	9
3.3 Membuat Spesifikasi Sistem	9
3.4 Perancangan Arsitektur Sistem	11
3.5 Pengujian	12
3.6 Evaluasi dan Perbaikan	13
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Sebelum Percobaan	14
4.2 Selama Percobaan.....	15
4.2.1 Percobaan Sensor	15
4.2.2 Percobaan Prototype.....	17
4.3 Setelah Percobaan.....	18
4.3.1 Analisis.....	18
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Kesimpulan.....	21
5.2 Saran.....	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN.....	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian Sederhana Sensor LDR [5]	4
Gambar 2.2 Sensor PIR	5
Gambar 2.3 Mikrokontroler ATMega16	6
Gambar 2.4 Accumulator (Aki)	7
Gambar 2.5 IC 7805 (<i>Voltage Regulator</i>)	8
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	9
Gambar 3.2 Rangkaian Sistem.....	11
Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem.....	12
Gambar 4.1 Penempatan Sensor PIR.....	17
Gambar 4.2 Penempatan <i>Prototype</i>	17

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Solar Cell</i>	10
Tabel 4.1 Tabel Perkiraan Harga Perlatan dan Komponen	15
Tabel 4.2 Data Sensor LDR Berdasarkan Waktu	15
Tabel 4.3 Data Sensor PIR Berdasarkan Gerakan Orang	16
Tabel 4.4 Jarak Jangkauan Sensor PIR	16
Tabel 4.5 Data <i>Prototype</i> Sistem Penerangan Pintu Gerbang	18



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sistem penerangan adalah bagian yang penting bagi kehidupan manusia untuk bisa mengenali suatu objek secara jelas ketika suasana malam dengan keadaan jalan yang gelap. Suatu daerah desa maupun kota jika tanpa lampu penerangan akan sangat mengganggu kenyamanan pengguna jalan. Kemungkinan dapat menimbulkan terjadinya kecelakaan lalulintas. Kasus tindak kejahatan akan berdampak kurang baik kehidupan sosial untuk daerah tersebut ketika suasana malam hari. Suatu daerah dengan penerangan yang baik juga akan mempermudah aktivitas penduduk tersebut.

Salah satu pembangunan infrastruktur pedesaan salah satu yang terpenting adalah penerangan. Diperlukan perencanaan yang baik dalam pelaksanaan pembangunan penerangan di setiap jalan maupun pintu gerbang yang minim penerangan desa terlebih lagi kapasitas daya listrik di setiap rumah di daerah pedesaan yang tidak terlalu besar. Terlebih lagi di masa pandemi *covid-19* tahun 2020 ini, kejahatan mengalami peningkatan yang menimbulkan keresahan masyarakat sekitar terutama di tempat yang penerangannya masih terjangkau [1].

Beberapa daerah desa sudah ada yang dialiri listrik namun perekonomian masyarakat di desa tersebut masih tergolong kurang atau miskin. Hasil pengamatan lapangan secara langsung banyak warga yang enggan untuk memasang lampu jalan. Hal ini dikarenakan listrik yang ada sudah tidak cukup dan faktor biaya juga [2].

Oleh karena itu diperlukan sumber penerangan yang hemat energi dan efisien untuk desa. Dalam mengatasi sumber listrik dan jangkauan sumber daya listrik maka dipasang lah PLTS dalam skala kecil. Setelah itu digabungkan dengan lampu penerangan pintu gerbang otomatis hemat energi dengan memakai PLTS. Sehingga penelitian ini ditujukan bukan untuk bidang keilmuannya melainkan mengimplementasikan bidang elektro ke bidang sosial.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang *prototype* sistem penerangan pintu gerbang untuk daerah pedesaan yang belum terjangkau tersebut ?
2. Bagaimana cara kerja *prototype* tersebut ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian penelitian ini dilakukan di daerah yang belum ada fasilitas penerangan dari PLN.
2. Biaya yang terjangkau kurang dari satu juta rupiah.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang *prototype* sistem penerangan pintu gerbang untuk daerah pedesaan yang belum terjangkau.
2. Mengetahui cara kerja *prototype* sistem penerangan pintu gerbang untuk daerah pedesaan yang belum terjangkau.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan alternatif untuk masyarakat desa tentang lampu penerangan pintu gerbang otomatis hemat energi.
2. Memberikan masyarakat fasilitas penerangan lampu pintu gerbang di tempat yang membutuhkan penerangan.
3. Memberikan masyarakat suatu wawasan tentang teknologi dalam penghematan energi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Terdapat beberapa yang berkaitan dengan peningkatan efisiensi energi listrik seperti yang dilakukan oleh Bakhtiar dan Suherman [3]. Mereka menerapkan sistem otomasi untuk meningkatkan efisiensi energi listrik. Sistem ini secara otomatis menghidupkan dan mematikan lampu ruangan dengan mendeteksi keberadaan manusia di dalam ruangan. Hal ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sarana dalam upaya penghematan daya listrik. Penelitian ini membandingkan disipasi daya yang timbul saat lampu tidak menyala dengan lampu sensor gerak yang ada di pasaran. Rancangan otomasi ini terdiri dari dua sistem yaitu menggunakan sensor PIR terintegrasi pewaktu NE555 dan menggunakan sensor PIR terintegrasi mikrokontroler. Hasilnya disipasi daya lampu sensor gerak di pasaran adalah 6,2 Watt. Lampu penerangan ruangan otomatis terintegrasi pewaktu NE555 lebih efisien 79,26% dibandingkan dengan lampu sensor gerak di pasaran. Sedangkan lampu penerangan ruangan otomatis terintegrasi mikrokontroler lebih efisien 60,39% dibandingkan lampu sensor gerak di pasaran. Kelebihan dari sistem ini sangat jelas yaitu meningkatkan efisiensi energi listrik. Kekurangan dari sistem ini yaitu masih menggunakan fasilitas listrik dari PLN. Hal ini dapat mengakibatkan sistem tidak bisa bekerja jika fasilitas listrik dari PLN sedang mengalami gangguan.

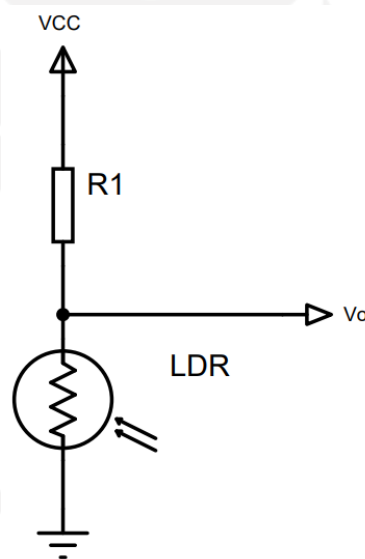
Studi analisis yang berkaitan juga dilakukan oleh Sihombing [4]. Penelitiannya yaitu membuat sarana energi alternatif yang hemat energi dan juga hemat biaya untuk digunakan dalam pemakaian energi yang tak terbatas sebagai sumber listrik. Seperti dalam penerangan jalan umum yang menggunakan tenaga surya matahari dengan jenis penerangan LED. LED ini juga hemat energi baik dalam penerangan maupun tahan lama jika disatukan dengan energi panel surya. Sebuah energi matahari yang diperoleh kemudian dijadikan listrik setelah proses *photovoltaic*. Dalam perancangan memerlukan beberapa komponen untuk mendukung proses penerangan jalan yang hemat energi ini diantaranya adalah modul surya, baterai, lampu LED, *charger*, dan *controller*. Penggunaan PJU energi ini juga sangat efisien dibandingkan dengan energi yang

dikonsumsi dari PLN. Didapatkan hasil perbandingan daya yang dikeluarkan PLN 76,66% dan energi yang menggunakan panel surya dengan baterai 12 ah hanya mengeluarkan sebesar 23,3%.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Sensor LDR

Light Sensor LDR (Light Dependent Resistor) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansi saat mengalami perubahan penerimaan cahaya. Jumlah nilai resistansi pada LDR (*Light Dependent Resistor*) tergantung pada ukuran cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut perangkat atau sensor dalam bentuk resistor yang sensitif terhadap cahaya.



Gambar 2.1 Rangkaian Sederhana Sensor LDR [5]

Prinsip Kerja *Light Sensor LDR (Light Dependent Resistor)* akan berubah seiring perubahan intensitas cahaya yang mengelilinginya atau sekitarnya. Dalam keadaan gelap resistensi LDR adalah sekitar $10\text{M}\Omega$ dan dalam cahaya keadaan $1\text{K}\Omega$ atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti kadmium sulfida. Dengan material ini energinya dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dikeluarkan atau peningkatan arus listrik. Ini berarti bahwa perlawanan dari material telah menurun [5].

Nilai hambatan LDR dipengaruhi oleh cahaya yang diterima dari lingkungan sekitar. Resistansi LDR dapat berubah-ubah tergantung pada intensitas cahaya yang

diterima oleh LDR itu sendiri. Untuk menghitung tegangan keluaran pada LDR digunakan persamaan 2.1 berikut [6].

$$V_o = \frac{LDR \times V_{cc}}{LDR + R_1} \quad (2.1)$$

Keterangan :

V_o = Tegangan keluaran (Volt DC)

LDR = Resistansi LDR (Ω)

R_1 = Resistor (Ω)

VCC = Tegangan masuk (Volt DC)

Penelitian [7] Sensor LDR biasa digunakan untuk mengaktifkan atau mematikan lampu jalan secara otomatis. Dengan intensitas cahaya 70% sensor ultrasonik akan menyalakan lampu ketika ada obyek yang melewati sensor tersebut sensor PIR akan bekerja ketika ada objek yang melewati trotoar dan lampu jalan akan menyalakan intensitas cahaya 100%. Dan saat tidak ada objek yang melewati maka lampu jalan mengurangi intensitas cahaya 30%.

2.2.2 Sensor PIR

Sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR), sensor ini adalah sensor yang menggunakan sistem *infrared*. Sensor ini tidak memancarkan apapun, namun merespon energi dari pancaran *infrared* pasif yang dimiliki oleh setiap benda. Salah satu benda yang memiliki pancaran *infrared* pasif adalah tubuh manusia. Energi panas yang dipancarkan oleh benda dengan suhu di atas nol mutlak akan dapat ditangkap oleh sensor tersebut [8].

Sensor PIR bekerja berdasarkan prinsip *pyroelectric*. Seperti tubuh manusia yang merupakan suhu panas yang khas yang terdapat pada lingkungan. Pancaran sinar *infrared* inilah yang kemudian ditangkap oleh *pyroelectric* [9].



Gambar 2.2 Sensor PIR

2.2.3 Mikrokontroler AVR

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem computer yang sebagian besar elemennya dikemas ke dalam 1 *chip* IC. Arsitektur ini dirancang memiliki berbagai kelebihan dan merupakan penyempurnaan dari arsitektur mikrokontroler yang sudah ada [6]. Berbagai seri mikrokontroler AVR telah diproduksi oleh Atmel dan digunakan di dunia sebagai mikrokontroler yang bersifat *low cost* dan *high performance*. Di Indonesia, mikrokontroler AVR banyak dipakai karena fiturnya yang cukup lengkap, mudah untuk didapatkan, dan harganya yang relatif terjangkau. AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman C [10]. Mikrokontroler bisa digunakan sebagai *interface*, yaitu penghubung antara *hardware* dengan komputer.



Gambar 2.3 Mikrokontroler ATMega16

2.2.4 Solar Cell

Solar cell merupakan teknologi yang berfungsi mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. *Solar cell* biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek *fotovoltaik*.



Gambar 2.4 Solar Cell

2.2.5 Accumulator (Aki)

Aki merupakan komponen yang digunakan untuk menyimpan arus listrik. Aki sering digunakan untuk menyalakan sebuah rangkaian listrik yang membutuhkan sumber listrik. Di dalam penelitian ini, aki digunakan untuk sumber cadangan listrik ketika malam hari. Pada waktu siang hari, *prototype* penerangan pintu gerbang ini menggunakan *solar cell* sebagai sumber daya.



Gambar 2.4 Accumulator (Aki)

2.2.6 IC 7805 (Voltage Regulator)

Mengatur sumber daya sangat penting untuk kebutuhan perangkat elektronik. Perangkat elektronik membutuhkan sumber daya dengan besaran tertentu. Pada penelitian ini komponen elektronik di *prototype* penerangan pintu gerbang ini membutuhkan sumber daya 5 Volt DC. Sedangkan sumber daya yang didapatkan lebih besar dari 5 Volt DC. Jika diteruskan akan mengakibatkan rusaknya komponen elektronik. Oleh karena itu dibutuhkan IC 7805 *Voltage Regulator*. IC 7805 ini merupakan komponen elektronik yang digunakan untuk meregulasi tegangan ke 5 Volt DC. Dengan komponen ini, *prototype* penerangan pintu gerbang dapat bekerja dengan baik karena mendapatkan sumber daya yang sesuai.

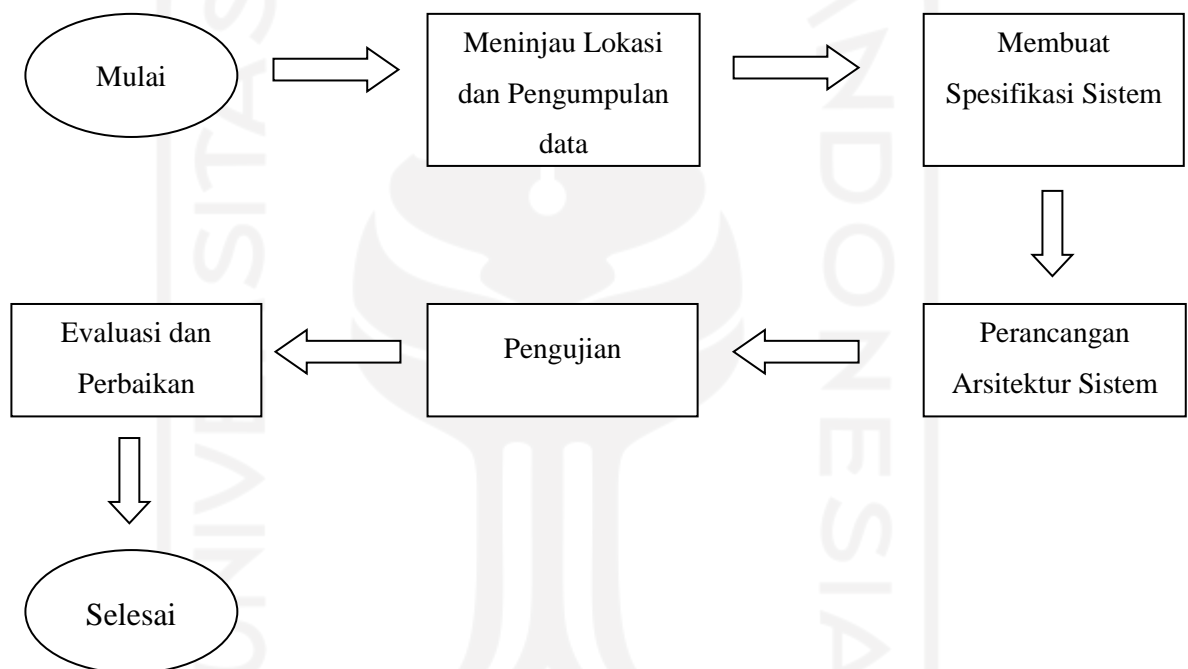


Gambar 2.5 IC 7805 (*Voltage Regulator*)

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat dengan menggunakan diagram alir seperti gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Meninjau Lokasi dan Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan meninjau lokasi dan pengumpulan data. Lokasi yang dicari merupakan lokasi yang belum mendapatkan fasilitas penerangan dari PLN.

3.3 Membuat Spesifikasi Sistem

Pada tahap ini dilakukan membuat spesifikasi sistem. Sistem dibuat dengan spesifikasi sebagai berikut :

Input Sistem : 5 V

Output Sistem : 5 V

Lampu : 12 V; 10 Watt; 350 Lumen

Luas area penerangan : 2 m²

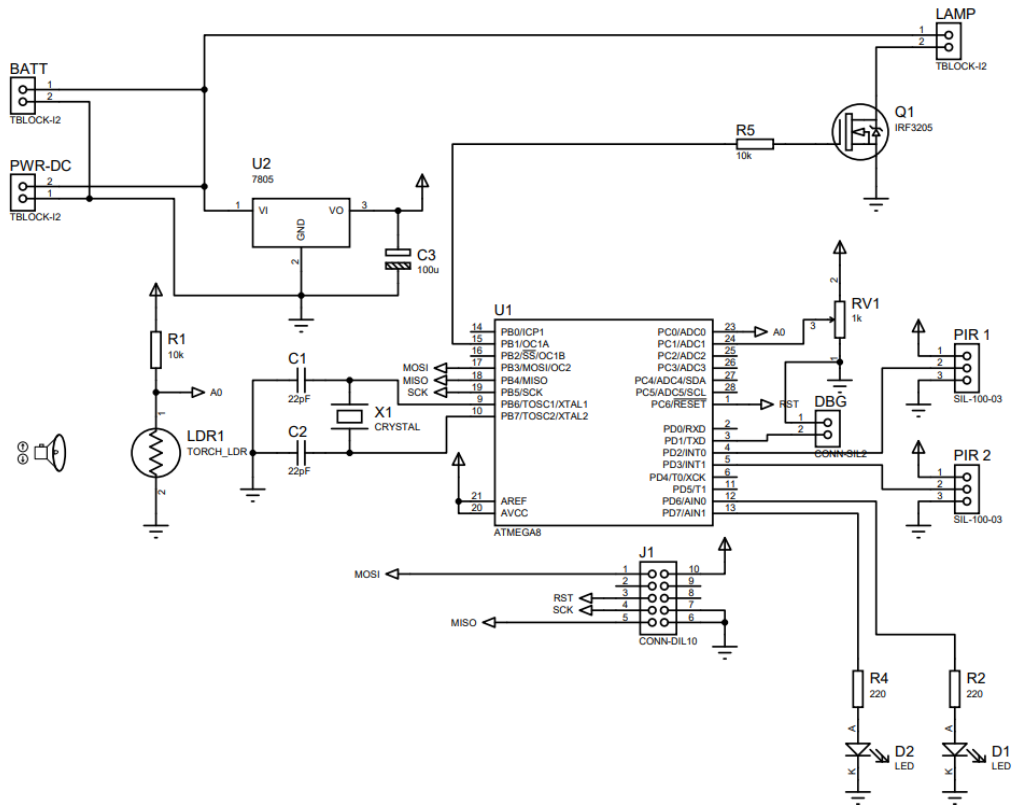
Luas jangkauan sensor : 1 m²

Aki (SP12-7.2) : 12 V; 7,2 AH

Tabel 3.1 Spesifikasi *Solar Cell*

<i>Module Type</i>	SP-20-P36
<i>Rated Max Power (Pmax)</i>	20 W
<i>Current at Pmax (Imp)</i>	1,15 A
<i>Voltage at Pmax (Vmp)</i>	17,4 V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	1,22 A
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	22,4 V
<i>Dimension (mm)</i>	490*350*25
<i>Number of Cells</i>	36
<i>Max System Voltage</i>	700 V
<i>Temperature Range</i>	-45°C ~ +80°C

3.4 Perancangan Arsitektur Sistem



Gambar 3.2 Rangkaian Sistem

Prinsip kerja dari *prototype* sistem penerangan pintu gerbang ini yaitu :

1. Sistem akan berfungsi ketika hari sudah malam dengan menggunakan sensor LDR.
2. Perubahan intensitas cahaya yang masuk ke sensor LDR akan mempengaruhi nilai *output* sensor.
3. Nilai *output* sensor LDR inilah yang akan diolah mikrokontroler untuk mengfungsikan sistem.
4. Sensor PIR akan mendapatkan data jika terdapat gerakan melintasi sensor.
5. Data akan diolah di mikrokontroler supaya dapat menghidupkan lampu secara otomatis.
6. Sumber daya menggunakan *solar cell* dan disimpan di aki.
7. *Solar cell* dan aki tersebut menuju regulator tegangan untuk mengubah tegangan menjadi 5 V.

8. *Output* dari regulator tegangan tersebut digunakan untuk sumber daya sistem.
9. *Output* dari sistem adalah 5 V digunakan untuk menyalakan lampu dengan bantuan transistor yang difungsikan sebagai saklar



Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem

Langkah – Langkah :

1. Merancang rangkaian sistem.
2. Membeli alat dan bahan.
3. Merangkai sesuai dengan rangkaian sistem.
4. Memprogram mikrokontroler supaya dapat membaca data sensor PIR serta menghidupkan lampu berdasarkan data sensor.
5. Menguji sistem yang telah dibuat.
6. Memperbaiki jika ada kesalahan saat uji coba.
7. Analisis.

3.5 Pengujian

Pada tahap ini dilakukannya pengujian sistem. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem bekerja dengan baik serta dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Pengujian yang dilakukan yaitu

1. Nilai ADC sensor LDR berdasarkan waktu.

Pengujian dilakukan dengan mengamati nilai ADC sensor LDR berdasarkan waktu yang telah ditentukan. Sensor LDR akan dirangkai dengan rangkaian sederhana seperti gambar 2.1. Tegangan keluaran sensor LDR dihubungkan ke mikrokontroler untuk mendapatkan nilai ADC yang bisa diamati melalui LCD. Waktu yang ditentukan yaitu pukul 07:00, 12:00, 17:00, 19:00.

2. Nilai digital sensor PIR ketika orang melewati sensor.

Pengujian dilakukan dengan mengamati nilai digital sensor PIR. Keluaran dari sensor PIR dihubungkan ke mikrokontroler untuk mendapatkan nilai digital yang bisa diamati melalui LCD.

3. Jarak jangkauan sensor PIR.

Pengujian dilakukan sama seperti pengujian nilai digital sensor PIR. Perbedaannya tentang jarak dan arah orang ketika akan melewati sensor. Pertama sensor diletakkan di tiang *prototype* dengan ketinggian 2,5 m. Jarak yang diambil dari 2 m, 1,5 m, 1 m. Kemudian kita berjalan mendekati sensor dari arah timur, selatan, barat, dan utara sampai nilai digital muncul.

4. *Prototype*.

Pengujian dilakukan sama seperti pengujian jarak jangkauan sensor PIR. Namun dalam hal ini *prototype* sudah selesai semua termasuk program. Hal yang diamati adalah nyala lampu.

3.6 Evaluasi dan Perbaikan

Pada tahap ini dilakukannya evaluasi dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Jika terdapat kesalahan, maka dapat dilakukan perbaikan untuk penyempurnaan sistem sehingga mampu menyelesaikan permasalahan yang ada.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sebelum Percobaan

Indikator kinerja yang akan diambil sebagai kriteria pengujian yaitu sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun tujuan penelitian yang pertama adalah mengimplementasikan bidang elektro untuk permasalahan sosial yang ada. Tujuan kedua yaitu mengetahui sistem ini bisa menjadikan bentuk penghematan energi. Sedangkan tujuan terakhir adalah terciptanya *prototype* sistem penerangan pintu gerbang untuk pedesaan yang belum terjangkau. Nantinya *prototype* ini digunakan untuk penerangan pintu gerbang.

Sebelum pengujian, dibutuhkan aki untuk menyimpan arus listrik. Kapasitas yang dibutuhkan aki untuk lampu 12 V dan 10 W. Hal ini dibutuhkan target lama nyala lampu jika dihidupkan terus menerus. Targetnya yaitu 8 jam, maka kapasitas aki yang dibutuhkan dapat dicari dengan persamaan 4.1 berikut

$$\text{kapasitas aki} = I \times 8 \text{ Hours} \quad (4.1)$$

$$\text{kapasitas aki} = \frac{P}{V} \times 8 \quad (4.1)$$

$$\text{kapasitas aki} = \frac{10}{12} \times 8 = 6,6 \text{ AH} \quad (4.1)$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan kapasitas aki yang dibutuhkan adalah 6,6AH. Tetapi aki yang dijual dipasaran untuk 12 V dan 6,6 AH tidak ada. Adanya 12 V; 4,5 AH dan 12V; 7,2 AH, maka yang diambil adalah aki 12 V dan 7,2 AH.

Sedangkan *solar cell* yang digunakan adalah tipe *polycrystalline silicon* 20 WP. Hal ini dikarenakan lampu yang digunakan adalah 10 Watt. Kemudian membeli peralatan dan komponen yang dibutuhkan dengan perkiraan harga dengan tujuan penghematan biaya seperti tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Tabel Perkiraan Harga Peralatan dan Komponen

No	Nama	Harga (Rupiah)
1	Sensor LDR	5.000
2	Sensor PIR	50.000
3	Mikrokontroler AVR	40.000
4	<i>Solar Cell</i>	600.000
5	Aki (12 V; 7,2 AH)	150.000
6	IC 7805	5.000
7	Lampu (12 V, 10 Watt)	20.000
8	Komponen Lain	20.000
9	Tiang	40.000
Total		950.000

4.2 Selama Percobaan

4.2.1 Percobaan Sensor

Selama percobaan, sensor LDR dan PIR akan dicoba menggunakan mikrokontroler dan LCD. Hal ini dilakukan untuk mengetahui cara kerja sensor LDR serta pengambilan data sensor. Data sensor LDR akan digunakan untuk mengetahui apakah kondisi sudah malam atau belum. Sedangkan data sensor PIR akan digunakan untuk mengetahui apakah ada orang yang lewat atau tidak. Hasil data sensor LDR seperti tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Sensor LDR Berdasarkan Waktu

Waktu	Nilai ADC
07:00	171
12:00	93
17:00	341
19:00	931

Dari hasil tabel 4.2 dapat diketahui cara kerja sensor LDR bahwa semakin redup cahaya matahari maka semakin besar nilai ADC. Data hasil tabel 4.2 akan digunakan untuk mengaktifkan sistem. Jadi sistem akan bekerja ketika sudah malam hari. Sedangkan hasil dari sensor PIR seperti tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Sensor PIR Berdasarkan Gerakan Orang

Kondisi	Nilai digital sensor
Tidak ada gerakan	0
Terdapat gerakan	1

Dari hasil tabel 4.3 dapat diketahui cara kerja sensor PIR bahwa jika terdapat gerakan di depan sensor, maka menghasilkan nilai digital 1. Sebaliknya jika tidak terdapat gerakan, maka menghasilkan nilai digital 0. Data ini akan digunakan untuk mendeteksi jika terdapat orang yang lewat untuk menyalakan lampu. Hal ini akan sangat bermanfaat untuk penghematan energi. Sedangkan untuk jarak jangkauan sensor dilakukan dengan menempatkan sensor pada tiang dengan ketinggian 2,5 m. Hasil yang didapatkan seperti tabel 4.4.

Tabel 4.4 Jarak Jangkauan Sensor PIR

Jarak (meter)	Arah	Nilai Digital
1	Utara	1
	Timur	1
	Selatan	1
	Barat	1
1,5	Utara	0
	Timur	0
	Selatan	0
	Barat	0
2	Utara	0
	Timur	0
	Selatan	0
	Barat	0

Dari hasil tabel 4.4 dapat diketahui bahwa sensor PIR tidak bisa mendeteksi jarak diatas 1 m. Oleh karena itu dapat diketahui bahwa luas area jangkauan sensor PIR adalah 1 m².

4.2.2 Percobaan Prototype

Percobaan ini menguji *prototype* sistem untuk mengetahui apakah berjalan dengan baik atau tidak. Percobaan sudah menggunakan data sensor LDR dan PIR yang sudah didapatkan pada tabel 4.2 dan tabel 4.3. Sensor PIR akan ditempatkan seperti pada gambar



Gambar 4.1 Penempatan Sensor PIR

Prototype menggunakan sumber daya *solar cell* dan aki 12 volt. Aki berfungsi sebagai sumber daya ketika malam hari dan pada pagi sampai sore hari akan diisi menggunakan *solar cell*. Sedangkan lampunya menggunakan lampu LED 10 Watt. *Prototype* akan ditempatkan seperti gambar 4.2.



Gambar 4.2 Penempatan *Prototype*

Pertama *prototype* akan berfungsi ketika sudah malam. Sensor LDR akan mendeteksi kondisi sudah malam sesuai dengan data sensor LDR yang didapatkan pada tabel 4.1. Jika kondisi pagi sampai sore, maka *prototype* tidak akan berfungsi. Jadi lampu tetap mati ketika kondisi pagi sampai sore walaupun sensor mendeteksi adanya gerakan orang yang lewat. Untuk mengetahui adanya gerakan orang yang lewat dibutuhkan data sensor PIR yang sudah didapatkan pada tabel 4.5. Data yang didapatkan pada *prototype* ini sebagai berikut.

Tabel 4.5 Data *Prototype* Sistem Penerangan Pintu Gerbang

Jarak (meter)	Arah	Kondisi Lampu
1	Utara	Nyala
	Timur	Nyala
	Selatan	Nyala
	Barat	Nyala
1,5	Utara	Mati
	Timur	Mati
	Selatan	Mati
	Barat	Mati
2	Utara	Mati
	Timur	Mati
	Selatan	Mati
	Barat	Mati

Dari hasil tabel 4.5 dapat diketahui bahwa *prototype* sistem penerangan pintu gerbang ini bekerja dengan baik. Lampu akan menyala selama 10 detik. Ini digunakan supaya lampu tidak langsung mati ketika orang selesai melewati *prototype* sistem penerangan pintu gerbang. Terdapat indikator LED untuk mengetahui sensor PIR berfungsi dengan baik. Cara kerjanya yaitu ketika sensor PIR mendapatkan data gerakan orang lewat, maka LED akan menyala berkedip.

4.3 Setelah Percobaan

4.3.1 Analisis

Berdasarkan hasil selama percobaan dapat dianalisa bahwa *prototype* sistem penerangan pintu gerbang sudah sesuai dengan tujuan. Tujuan pertama yaitu

mengimplementasikan bidang elektro untuk permasalahan sosial yang ada. Tujuan pertama sudah tercapai karena sudah bisa mengatasi permasalahan penerangan pintu gerbang yang belum terjangkau. Tujuan kedua yaitu mengetahui *prototype* sistem penerangan pintu gerbang ini bisa dijadikan bentuk penghematan energi. Hal ini bisa terjadi karena tidak menggunakan listrik dari PLN melainkan sistem penerangan pintu gerbang ini menggunakan *solar cell* dan aki sebagai sumber dayanya. Sehingga tidak mengeluarkan biaya untuk membayar listrik sama sekali. Sedangkan untuk menghitung luas area penerangan dapat digunakan persamaan 4.2.

$$N = \frac{E \times A}{\phi \times LLF \times Cu \times n} \quad (4.2)$$

Keterangan :

N : Jumlah titik lampu

E : Kuat penerangan (Lux)

A : Luas area (m²)

∅ : Flux cahaya (Lumen)

LLF : Light Loss Factor (0,7 – 0,8)

CU : Coefficient of Utilization (50% – 65 %)

N : Jumlah lampu dalam 1 titik

Menggunakan persamaan 4.2 dengan 1 lampu LED 10 Watt 350 lumen dalam 1 titik untuk penerangan sesuai dengan Standar Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri PERMENKES No. 70 Tahun 2016 adalah 60 lux [11].

Sedangkan untuk LLF 0,7 karena lingkungan tidak bersih dan CU 50% karena tingkat pantulan cahaya rendah [12], maka didapatkan luas area penerangan dengan persamaan 4.3 berikut.

$$N = \frac{E \times A}{\phi \times LLF \times Cu \times n} \quad (4.3)$$

$$A = \frac{\phi \times LLF \times CU \times n \times N}{E} \quad (4.3)$$

$$A = \frac{350 \times 0,7 \times 0,5 \times 1 \times 1}{60} \quad (4.3)$$

$$A = \frac{122,5}{60} \quad (4.3)$$

$$A = 2,04 \text{ m}^2 \quad (4.3)$$

Dari sinilah *prototype* sistem penerangan pintu gerbang menggunakan *solar cell* dan aki sebagai sumber daya untuk solusi penghematan energi dengan luas penerangan 2,04 m².

Prototype ini menggunakan aki dengan kapasitas 7,2 AH dan lampu 12 V; 10 Watt. Untuk mengetahui berapa lama lampu jika menyala terus menerus dengan aki tersebut dapat menggunakan persamaan 4.4 berikut

$$\frac{\text{kapasitas aki}}{\text{arus lampu (I)}} \quad (4.4)$$

$$\frac{\text{kapasitas aki}}{\frac{P (\text{Daya Lampu})}{V (\text{Tegangan Lampu})}} \quad (4.4)$$

$$\frac{7,2}{\frac{10}{12}} = 8,64 \text{ Hours} \quad (4.4)$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa jika lampu menyala terus menerus menggunakan aki, maka kapasitas aki akan habis dalam 8,64 jam.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisa diatas dapat disimpulkan

1. Pada penelitian ini telah berhasil dibuat sebuah *prototype* lampu penerangan otomatis untuk pintu gerbang. Hal ini dikarenakan kemampuan luas penerangan 2,04 m dan jangkauan sensornya 1 m².
2. Cara kerja *prototype* sistem penerangan pintu penerangan jalan ini adalah *prototype* akan menyalakan lampu selama 10 detik ketika seseorang melewati sensor PIR. Hal ini disebabkan karena sensor PIR mendeteksi adanya gerakan atau pancaran energi panas dari manusia.

5.2 Saran

Saran untuk kedepannya yaitu

1. Perlu adanya indikator aki sehingga didapatkan kapasitas aki yang dapat berfungsi apakah aki sudah terisi dengan baik dari *solar cell* atau belum.
2. Jika lampu hanya menyala untuk orang yang lewat saja, maka dibutuhkan sensor khusus. Karena sensor PIR mendeteksi gerakan termasuk hewan dan serangga. Jadi *prototype* sistem penerangan jalan akan menyala jika hewan atau serangga melewati sensor PIR

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. A. Millah, “Penanggulangan Kejahatan Di Masa Pandemi Covid-19 (Dalam Perspektif Kriminologi Dan Viktimologi),” *J. Komun. Huk.*, vol. 6, no. 2, pp. 497–513, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/jkh/article/view/28099>.
- [2] Jateng.bps.go.id, “Garis Kemiskinan dan Penduduk Miskin di Provinsi Jawa Tengah, 2010–September 2017,” *www.jateng.bps.go.id*, 2018. .
- [3] Bakhtiar and Suherman, “Realisasi Sistem Switch Lampu Penerangan Ruangan Otomatis Untuk Meningkatkan Efisiensi Energi Listrik,” *Elektron. J. Arus Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 23–30, 2015.
- [4] D. T. B. Sihombing, “Perencanaan Sistem Penerangan Jalan Umum Dan Taman Di Areal Kampus Usu Dengan Menggunakan Teknologi Tenaga Surya (Aplikasi Di Areal Pendopo Dan Lapangan Parkir),” *Skripsi Univ. Sumatera Utara Jur. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 13, pp. 118–123, 2013.
- [5] M. Putri and S. Aryza, “Design of Security Tools Using Sensor Light Dependent Resistor (Ldr) Through Mobile Phone,” *Int. J. Innov. Res. Multidiscip. F.*, vol. 4, no. 10, pp. 168–173, 2018.
- [6] Eddi, C. Suhery, and D. Triyanto, “Sistem Penerangan Rumah Otomatis Dengan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler,” *J. Coding Sist. Komput. Univ. Tanjungpura*, vol. 01, no. 2, pp. 1–10, 2013.
- [7] M. U. H. Ikhsan, T. Gunawan, M. Kom, and F. Susanti, “Rancang Bangun Simulasi Lampu Jalan Tenaga Angin Menggunakan Sensor PIR, Sensor Cahaya, dan Sensor Ultrasonik,” *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 486–501, 2018.
- [8] D. Yang, K. Rao, B. Xu, and W. Sheng, “PIR Sensors Deployment with the Accessible Priority in Smart Home Using Genetic Algorithm,” *Int. J. Distrib. Sens. Networks*, vol. 11, no. 11, pp. 1–10, 2015, doi: 10.1155/2015/146270.
- [9] A. R. Kaushik, N. H. Lovell, and B. G. Celler, “Evaluation of PIR detector characteristics for monitoring occupancy patterns of elderly people living alone at home,” *Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. - Proc.*, vol. 15, pp. 3802–3805,

2007, doi: 10.1109/IEMBS.2007.4353160.

- [10] M. I. KURNIAWAN, U. SUNARYA, and R. TULLOH, “Internet of Things : Sistem Keamanan Rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenger,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–15, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i1.1.
- [11] S. Erniwati Ibrahim, Syamsuar Manyullei, “Kajian Illuminati pada Laboratorium Teknik Grafika Polimedia Jakarta terhadap Standar Kesehatan Kerja Industri (K3),” *J. Nas. Ilmu Kesehat.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–16, 2019, [Online]. Available: <https://scholar.google.co.id/scholar>.
- [12] P. Cynthia Devi, A. R. Matondang, and D. Wahyuni, “Usulan Perbaikan Sistem Pencahayaan Di Unit Percetakan Perusahaan Xxx Sumatera Utara,” *E-Jurnal Tek. Ind. USU*, vol. 5, no. 1, pp. 7–12, 2014.



LAMPIRAN

Lampiran 1 : Program

```
#include <delay.h>

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

unsigned char x, set, ldr, pir1, pir2;
char buf[33];
// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
    // Place your code here
    TCNT1H=0xD0;
    TCNT1L=0xD5;
    x++;
    if(x>=10)
    {
        x=10;
        PORTB.1=0;
    }
}

#define ADC_VREF_TYPE 0x20

// Read the 8 most significant bits
// of the AD conversion result
unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCH;
}

// Declare your global variables here

void main(void)
{
    // Declare your local variables here
```

```

// Input/Output Ports initialization
// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=Out Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=0 State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x02;

// Port C initialization
// Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=0 State6=0 State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0xC0;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 11.719 kHz
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: On
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x05;
TCNT1H=0xD0;
TCNT1L=0xD5;

```

اجتاز آزمون استاد آزمون

```

ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
MCUCR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x04;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: Off
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600 (Double Speed Mode)
UCSRA=0x02;
UCSRB=0x08;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x9B;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

```

الجزء الثاني من البرنامج

```

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 750.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Global enable interrupts
#asm("sei")

while (1)
{
    ldr=read_adc(0);
    set=read_adc(1);
    pir1=PIND.3;
    pir2=PIND.2;
    if(ldr>set)
    {
        if(pir1==1)
        {
            x=0;
            PORTB.1=1; //lampu
            PORTD.6=1;
            delay_ms(50);
            PORTD.6=0;
            delay_ms(50);
        }
    }
}

```

الجمعة، الأستد الاندو

```

if(ldr>set)
{
    if(pir1==1)
    {
        x=0;
        PORTB.1=1; //lampu
        PORTD.6=1;
        delay_ms(50);
        PORTD.6=0;
        delay_ms(50);
    }
    if(pir2==1)
    {
        x=0;
        PORTB.1=1; //lampu
        PORTD.7=1;
        delay_ms(50);
        PORTD.7=0;
        delay_ms(50);
    }
}
delay_ms(100);

sprintf(buf,"ldr:%d set:%d p1:%d p2:%d t:%d",ldr,set,pir1,pir2,x);
puts(buf);

}

```



Lampiran 2 : Alat *prototype* dan aki

