

**Rancang Bangun Dimmer Penerangan Jalan Umum(PJU) Menggunakan  
*Pulse Width Modulation*(PWM): Automasi Aktifasi Lampu PJU Berbasis  
Kecepatan Objek**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**OLGERY FAHREL RABBANI**

**1715031072**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## ABSTRAK

### **Rancang Bangun Dimmer Penerangan Jalan Umum(PJU) Menggunakan *Pulse Width Modulation*(PWM): Automasi Aktifasi Lampu PJU Berbasis Kecepatan Objek**

Oleh:

**OLGERY FAHREL RABBANI**

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model fisik sistem kendali lampu penerangan jalan umum (PJU) dengan tingkat pencahayaan dari lampu yang aktif di atur menggunakan *Pulse Width Modulation* (PWM).

Sejumlah lampu PJU aktif mengikuti rentang kecepatan objek yang bergerak sepanjang jalan. Skenario aktivasi lampu PJU dikelompokkan dalam tiga jangkauan, yaitu objek yang bergerak dengan kecepatan rendah dibawah 30 km/jam, kemudian dalam jangkauan kecepatan menengah 30-50 km/jam, dan terakhir kecepatan tinggi diatas 50 km/jam.

Di dalam sistem, kecepatan yang terdeteksi dalam jangkauan rendah, menengah dan tinggi berturut-turut dikodekan dalam kode biner 01, 10 dan 11. Kode-kode inilah yang menjadi kunci pengaktifan sejumlah lampu PJU. Kode 01 akan mengaktifkan 4 lampu dimana 2 lampu dengan daya 100%, dan 2 buah lampu aktif lainnya urutan 1 dan 4 dengan daya 50%. Kode 10 akan mengaktifkan 5 lampu, 3 lampu di tengah aktif dengan daya 100%, dan 2 buah lampu lainnya yang urutan 1 dan 5 aktif dengan daya 50%. Kode 11, mengaktifkan 6 lampu, 4 lampu di tengah aktif dengan daya 100%, dan 2 buah lampu lainnya yang urutan 1 dan 6 aktif dengan daya 50%.

Hasil dari penelitian ini adalah terbangunnya model fisik sistem kendali PJU dengan PWM yang mengatur daya keluaran lampu PJU. Kinerja alat sesuai dengan rancangan sistem 100 % mampu melakukan penghematan daya operasional PJU 36,19%.

**Kata Kunci: Penerangan Jalan Umum (PJU), PWM, Kode Kecepatan, Penghematan Daya.**

## **ABSTRACT**

### **Public Street Lighting Dimmer Design Using Pulse Width Modulation: Automate the Activation Lights Based on Object Speed**

**By:**

**OLGERY FAHREL RABBANI**

This study aims to create a physical model of the control system for street lighting (PJU) with the lighting level of the active lamp being regulated using Pulse Width Modulation (PWM).

A number of active PJU lights follow the speed range of objects moving along the road. PJU light activation scenarios are grouped into three ranges, namely objects moving at low speeds below 30 km/hour, then in the medium speed range of 30-50 km/hour, and finally at high speeds above 50 km/hour.

Within the system, the speed detected in the low, medium, and high ranges are coded in binary codes 01, 10, and 11, respectively. These codes are the key to activating a number of PJU lamps. Code 01 will activate 4 lights where 2 lights are at 100% power, and 2 other active lights are sequences 1 and 4 with 50% power. Code 10 will activate 5 lights, 3 lights in the middle are active with 100% power, and 2 other lights sequences 1 and 5 are active with 50% power. Code 11 activates 6 lights, 4 lights in the middle are active with 100% power, and 2 other lights in order 1 and 6 are active with 50% power.

The result of this research is the development of a physical model of the PJU control system with PWM that regulates the output power of the PJU lights. The performance of the tool according to the system design is 100% capable of saving 36.19% PJU operational power.

**Keywords: Public Street Lighting, Speed Code, Power Saving, PWM.**

**Rancang Bangun Dimmer PJU (Penerangan Jalan Umum)  
Menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*): Automasi Aktifasi  
Lampu PJU Berbasis Kecepatan Objek**

**Oleh**

**OLGERY FAHREL RABBANI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

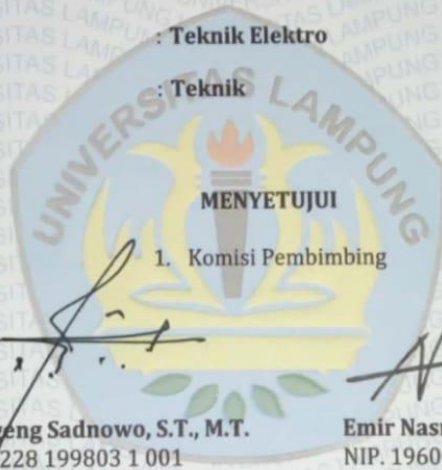
Judul Skripsi : Rancang Bangun Dimmer Penerangan Jalan Umum(PJU) Menggunakan *Pulse Width Modulation*(PWM): Automasi Aktifasi Lampu PJU Berbasis Kecepatan Objek

Nama Mahasiswa : *Olgery Fahrel Rabbani*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1715031072

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

*[Signature]*  
Dr. Eng. Ageng Sadnowo, S.T., M.T.  
NIP. 19690228 199803 1 001

*[Signature]*  
Emir Nasrullah, S.T., M.Eng.  
NIP. 19600614 199402 1 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan  
Teknik Elektro

Ketua Program Studi  
Teknik Elektro

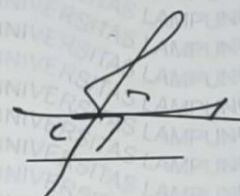
*[Signature]*  
Herfinawati, S.T., M.T.  
NIP 19710314 199903 2 001

*[Signature]*  
Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.  
NIP 19740422 200012 2 001

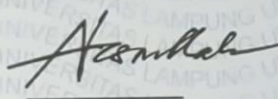
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

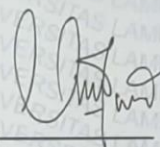
Ketua : Dr. Eng. Ageng Sadnowo, S.T., M.T.



Sekretaris : Emir Nasrullah, S.T., M.Eng.



Penguj Bukan  
Pembing : Umi Murdika S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. J  
NIP 19750928 200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Desember 2022

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak ada terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan di dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 9 Februari 2023



Olgery Fahrel Rabbani

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Metro, 21 September 2000, sebagai anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Abu Bakar Sidik dan Ibu Fitriyanti. Pendidikan normal penulis dimulai di Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Aisyah yang diselesaikan pada tahun 2006, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 1 Tanjung Harapan pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Al-Kautsar Bandar Lampung pada tahun 2015, dan Sekolah Menengah Akhir (SMA) di SMA N 1 Kotagajah pada tahun 2017.

Mulai tahun 2017, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung dengan jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa Penulis aktif di Organisasi yaitu pernah terdaftar sebagai anggota Departemen Pendidikan dan Pengembangan Diri pada tahun 2017-2019 Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung (HIMATRO) dan juga menjadi Dewan Presidium Forum Komunikasi Himpunan Mahasiswa Elektro Indonesia (FKHMEI) periode 2019-2021. Pada semester 5 Penulis memilih konsentrasi Elektronika dan Kendali (Elkaken) sebagai fokus dalam perkuliahan dan penelitian. Pada 06 Juli – 06 Agustus 2020 penulis melaksanakan kerja praktik di PT. PLN UPK Sebalang, Lampung Selatan, Lampung. Pada saat kerja praktik penulis membuat laporan tentang penentuan nilai PID pada sistem pembuatan uap pada UPK Sebalang Tahun 2020. Penulis mengikuti project jangka panjang dari dosen tentang penghematan pemakaian daya listrik lampu penerangan jalan umum yang diangkat menjadi Skripsi penulis.



# PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan Kerendahan Hati Yang Tulus  
Kupersembahkan sebuah Karya Ini Untuk :

*Ayah dan Mama TERCINTA;  
Abu Bakar Sidik dan Fitriyanti*

*Adik-Adik Tersayang;*

*Devandra Gahtan Rabbani, Syazwina*

*Syaurah Raddini dan Kanaya Putri Raddini*



MOTO

***“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”***  
(Q.S Al-Baqarah: 286)

***“sesungguhnya Bersama kesulitan ada kemudahan”***

(Q.S. Al-Insyirah: 6)

***“Miskin atau Kaya itu pilihanmu!”***  
(ayah)

***“Just Enjoy it!”***

(Enjoy aja!)

***“Big dream? that’s only a crazy dream until you do it!”***

(mimpi besar? Itu hanyalah mimpi gila sampai kamu melakukannya.)

## SANWACANA

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Allhamdulillah puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala karunia, hidayah, serta nikmat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun *Dimmer* PJU (Penerangan Jalan Umum) Menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*): Automasi Aktifasi Lampu PJU Berbasis Kecepatan Objek “ yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama menjalani pengerjaan Skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Pak Meizano Ardhi Muhammad, S.T., M.T. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung
3. Bapak Dr.Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku dosen Pembimbing Akademik penulis atas arahan yang telah diberikan kepada penulis.
4. Bapak Dr. Eng. Ageng Sadnowo, S.T., M.T. selaku pembimbing utama tugas akhir saya, terimakasih atas masukan, bimbingan, dan arahan dalam pengerjaan tugas akhir kali ini.
5. Bapak Ir. Emir Nasrullah, M.Eng. selaku Pembimbing Pendamping tugas akhir saya terima kasih atas masukan, bimbingan, arahan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Umi Murdika S.T., M.T. selaku Penguji Utama, terima kasih atas masukannya guna membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro, terima kasih atas didikannya, arahan dan bimbingan yang telah diberikan.
8. Mbak Nurul dan jajaran staf administrasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.

9. Orang Tua yang sangat saya sayangi, adik yang sangat saya banggakan serta semua keluarga yang telah mendukung penuh sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
10. Adila Gita Risnanda yang telah mendukung saya secara pribadi sehingga saya dapat mengerjakan tugas akhir dengan semangat.
11. Kak Agung, Riyan, Ferdilah, dan Alif Athamufid yang telah banyak membantu menyelesaikan skripsi ini.
12. Seluruh Keluarga HIRO 2017 atas waktu, senang dan sedih saat pengkaderan yang telah dirasakan bersama-sama selama perkuliahan ini.
13. Penghuni Lab Elektronika dan Kendali atas waktu, tempat, dan bantuan yang telah diberikan selama saya mengerjakan skripsi.
14. Emak Farida beserta jajarannya yang telah menyediakan tempat yang penuh kenangan

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Bandar Lampung, 9 Februari 2023

Penulis,

Olgery Fahrel Rabbani

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR .....	.iii
DAFTAR TABEL.....	V
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Rumusan Masalah .....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	2
1.6. Hipotesis.....	2
1.7. Sistematika Penulisan .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka .....	4
2.2. Teori Dasar .....	5
2.2.1 <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i> .....	5
2.2.2 Prinsip Sensor Ultrasonik.....	8
2.2.3 Prinsip Kecepatan.....	9
2.2.4 MOSFET ( <i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i> ).....	9
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	12
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	12
3.2. Skenario Sistem PJU .....	12
3.3. Alat dan Komponen .....	14
3.4. Rancangan Sistem .....	14
3.5. Diagram Alir Sistem.....	15
3.6. Diagram Blok Sistem dan <i>Listing</i> Program.....	19
3.6.1 Diagram Blok Sistem .....	15
3.6.2 Listing Program Blok Masukan Pendeteksian Sensor .....	16
3.7 Disain Perancangan Alat .....	24
3.8 Prosedur Pengambilan Data .....	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	26
4.1 Pengaturan Pengujian.....	26

4.1.1 Pengaturan Pengujian Sensor Ultrasonik .....	22
4.1.2 Pengaturan Pengujian MOSFET .....	23
4.1.3 Pengaturan Pengujian Kerja Ala .....	24
4.2 Data Hasil .....	31
4.2.1 Uji Keluaran Sistem Sesuai Kode Masukan .....	26
4.2.2 Data Hasil Konsumsi Daya Lampu .....	29
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	46
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2. Saran .....	46
DAFTAR PUSTAKA .....	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>halaman</b>
2.1 Konsep Penelitian Lampu Penerangan Jalan Umum .....	5
2.2 Rangkaian PWM .....	5
2.3 Pembentukan sinyal PWM.....	6
2.4 Bentuk Pulsa PWM.....	6
2.5 Prinsip Sensor Ultrasonik.....	8
2.6 <i>Wiring</i> Diagram MOSFET .....	10
2.7 Modul MOSFET <i>Power Switch</i> DC 400W 15A PWM <i>Regulator Speed</i> <i>Controller</i> .....	10
3.1 Skenario Kerja Alat.....	12
3.2 Pola Aktif Lampu PJU .....	14
3.3 Konsep Penelitian pada Pengukur Kecepatan .....	15
3.4 Diagram Alir Penerangan Jalan Umum dengan <i>Dimmer</i> PWM.....	16
3.5 Diagram Blok <i>Dimmer</i> Penerangan Jalan Umum.....	20
3.6 Rangkaian Skematik Perancangan Alat .....	24
4.1 Sensor Ultrasonik AJ-SR04M.....	26
4.2 (a) Hasil Pendeteksian Sensor Ultrasonik Hardware .....	27
4.2 (b) Hasil Pendeteksian Sensor Ultrasonik Software .....	27
4.3 Pengujian MOSFET .....	28
4.4 (a) Kondisi Lampu Pada Sistem dengan Masukan Kode 01 ketika Objek Berada pada Sensor 1 .....	29
4.4 (b) Kondisi Lampu Pada Sistem dengan Masukan Kode 01 ketika Objek Berada pada Sensor 3 .....	29
4.5 (a) Kondisi Lampu Pada Sistem dengan Masukan Kode 10 ketika Objek Berada pada Sensor 1 .....	29
4.5 (b) Kondisi Lampu Pada Sistem dengan Masukan Kode 10 ketika Objek Berada pada Sensor 2 .....	30
4.6 (a) Kondisi Lampu Pada Sistem dengan Masukan Kode 11 ketika Objek Berada pada Sensor 1 .....	30
4.6 (b) Kondisi Lampu Pada Sistem dengan Masukan Kode 11 ketika Objek Berada pada Sensor 2 .....	30

4.7	Grafik Konsumsi Daya ivsystem PJU dengan kode masukan 01.....	36
4.8	Grafik Konsumsi Daya ivsystem PJU dengan kode masukan 10.....	39
4.9	Grafik Konsumsi Daya ivsystem PJU dengan kode masukan 11.....	42
4.10	Grafik Konsumsi Daya Sistem PJU dengan Ketiga Uji Kode Masukan ....	45



**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel</b>	<b>halaman</b>
3.1 Skenario kerja lampu penerangan sesuai kode masukan kondisi kecepatan.	12
3.2 Alat dan Bahan.....	14
4.1 Data Hasil Kerja Model Fisik Sistem Kendali PJU dengan PWM.....	31
4.2 Data Hasil Pengujian Konsumsi Daya Sistem PJU dengan Kode Masukan 01 .....	34
4.3 Data Hasil Pengujian Konsumsi Daya Sistem PJU dengan Kode Masukan 10 .....	37
4.4 Data Hasil Pengujian Konsumsi Daya Sistem PJU dengan Kode Masukan 11 .....	40
4.5 Pengujian Konsumsi Daya PJU dengan Ketiga Uji Kode Masukan.....	42

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Lampu penerangan jalan umum pada waktu malam hari berperan sangat penting untuk menjaga keselamatan para pengendara di jalan. Tidak sedikit kecelakaan kendaraan yang terjadi di jalan umum disebabkan oleh fasilitas penerangan jalan yang kurang memadai, seperti ketika pengendara yang lampu utama kendaraannya redup atau mati sehingga tidak dapat melihat jalan dengan jelas, hal ini merupakan salah satu yang dapat memicu terjadinya kecelakaan.

Lampu penerangan jalan umum (PJU) memang faktor sangat penting untuk keselamatan pengendara di malam hari, namun dibalik hal tersebut ada biaya yang tidak sedikit untuk operasional dari lampu PJU tersebut. Seperti contoh pada jalan by pass ngurah rai yang terdiri dari 37 lampu PJU, memakan biaya Rp 59.169.00,00 per tahunnya[1], yang dimana ke-37 lampu tersebut menyala selama 12 jam dari jam 6 sore hingga 6 pagi, sedangkan intensitas pengendara cenderung lebih sedikit ketika sudah melewati jam 10 malam, oleh karena itu, untuk dapat lebih efisien dalam penggunaan daya maka dapat diterapkan otomatisasi dalam penggunaan PJU yang dibutuhkan di jalan raya.

Penerapan sistem *dimmer* dengan PWM yang mengatur keluaran daya secara otomatis diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengurangi jumlah energi listrik yang dikonsumsi. Selain itu memberikan efek nyaman bagi para pengendara dari pengaruh aktifasi lampu PJU. Sistem *dimmer* pada konstruksi lampu penerangan jalan umum PJU berfungsi untuk mengatur keluaran tegangan lampu secara otomatis, ketika sensor mendeteksi adanya objek .

Pada tugas akhir ini, diusulkan Rancang Bangun *dimmer* PJU (Penerangan Jalan Umum) menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*) untuk mengatur keluaran daya setiap lampu dan aktifasi jumlah lampu menggunakan Arduino Mega 2560 R3.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

1. Membuat model fisik sistem kendali lampu penerangan jalan menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*) sebagai pengatur aktifasi daya lampu.
2. Mengamati penghematan konsumsi daya aktifasi PJU (Penerangan Jalan Umum) dengan sistem yang dirancang.

## **1.3. Rumusan Masalah**

1. Aktifasi jumlah lampu PJU dan daya yang ditentukan oleh kecepatan objek bergerak.
2. Menghitung daya yang terpakai dari aktifasi PJU dengan variasi jumlah objek bergerak.

## **1.4. Batasan Masalah**

1. Alat yang dirancang adalah model fisik dari konsep yang dirancang, dengan 1 arduino mewakili 7 arduino pada keadaan asli.
2. Pemodelan hanya mengansusikan kendaraan bergerak hanya dalam satu arah.
3. Kode digital kecepatan adalah mengelompokkan tiga kondisi kecepatan gerak objek yang dimasukkan secara manual.
4. Jarak deteksi sensor 20-200cm.
5. Jenis lampu yang digunakan adalah lampu DC 12V 30W.

## **1.5. Manfaat Penelitian**

Lampu PJU (Penerangan Jalan Umum) dengan aktifasi berdasarkan kecepatan objek bergerak berbasis PWM (*Pulse Width Modulation*). Mampu meningkatkan penghematan konsumsi daya terpakai PJU (Penerangan Jalan Umum).

## **1.6. Hipotesis**

Sistem aktifasi PJU (Penerangan Jalan Umum) dengan kendali kecepatan objek bergerak dapat direalisasikan. Sistem ini mampu melakukan penghematan daya terpakai PJU.

## **1.7. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan laporan pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Menjelaskan tentang latar belakang, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Menjelaskan tinjauan pustaka secara teoritis mengenai landasan dalam penelitian ini dan berisi literatur penelitian terdahulu.

### **BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Menjelaskan waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, serta langkah-langkah pelaksanaan penelitian.

### **BAB IV: PEMBAHASAN**

Menjelaskan perancangan dan analisis dari hasil pengujian.

### **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Menjelaskan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan serta saran-saran mengenai perbaikan dan pengembangan lebih lanjut agar didapatkan hasil lebih baik.

### **DAFTAR PUSTAKA**

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Pustaka

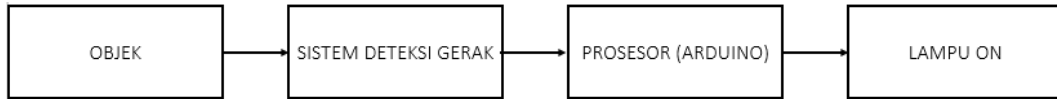
Otomatisasi aktifasi lampu PJU sudah banyak dikembangkan dalam banyak aplikasi. Penelitian pertama sebagai referensi adalah “Efisiensi Penggunaan Energi pada Lampu Penerangan Jalan Raya” yang dilakukan pada tahun 2020. Penelitian ini menggunakan Sensor PIR (*Passive InfraRed*) dan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). Sensor LDR menjadi fokus di penelitian ini dimana ketika intensitas cahaya kurang dari batas yang ditentukan, maka sistem akan menghidupkan lampu[2].

Penelitian kedua sebagai referensi adalah “Lampu Jalan Hemat Energi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno” yang dilakukan tahun 2019. Penelitian ini menggunakan Sendor LDR sebagai pembaca intensitas cahaya, Sensor PIR sebagai pendeteksi kehadiran objek atau kendaraan, dan Sensor HC-SR04 sebagai pengukur jarak dan menghasilkan keluaran berupa menghidupkan lampu pada sistem[3].

Penelitian ketiga sebagai referensi pada penelitian ini berjudul “Lampu Penerangan Jalan Otomatis Berdasarkan Intensitas Cahaya dan Keberadaan Kabut Atau Asap” yang dilakukan tahun 2019. Penelitian ini menggunakan Sensor LDR dan MQ-2 sebagai pendeteksi objek dan mengirimkan sinyal masukan yang akan menghidupkan lampu pada sistem[4].

Penelitian keempat berjudul “Rancang Bangun Sistem Kendali Penerangan Jalan Umum (PJU) Berbasis Kecepatan Objek Bergerak Menggunakan Arduino Mega 2560 R3” yang dilakukan tahun 2021. Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi objek dan menghitung kecepatan objek lalu menghidupkan lampu pada sistem[5].

Secara sederhana keempat penelitian di atas memiliki konsep yang sama seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Konsep Penelitian Lampu Penerangan Jalan.

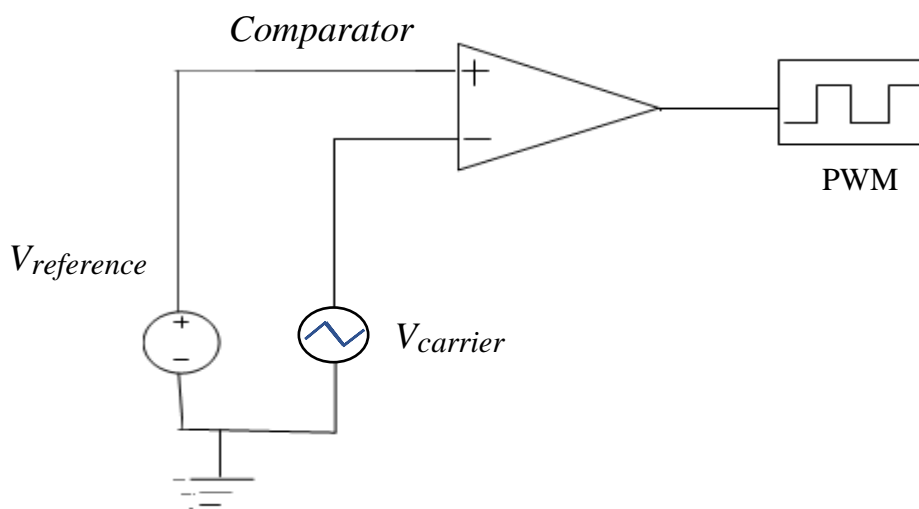
Pada Gambar 2.1. menjelaskan ketika input atau objek terdeteksi sensor maka data akan diproses, saat objek terdeteksi maka proses pada Arduino akan mengeluarkan sinyal untuk mengaktifkan lampu.

Pada penelitian tugas akhir ini diusulkan modifikasi konsep, yaitu aktifasi nyala lampu PJU yang ditentukan oleh kecepatan gerak objek, memiliki pola seperti perahu terbalik. Tujuannya dari pola ini adalah untuk memberikan kenyamanan bagi pengemudi dari efek hidup mati lampu PJU. Sistem pengaturan pola ini menggunakan rangkaian *dimmer* berbasis PWM.

## 2.2. Teori Dasar

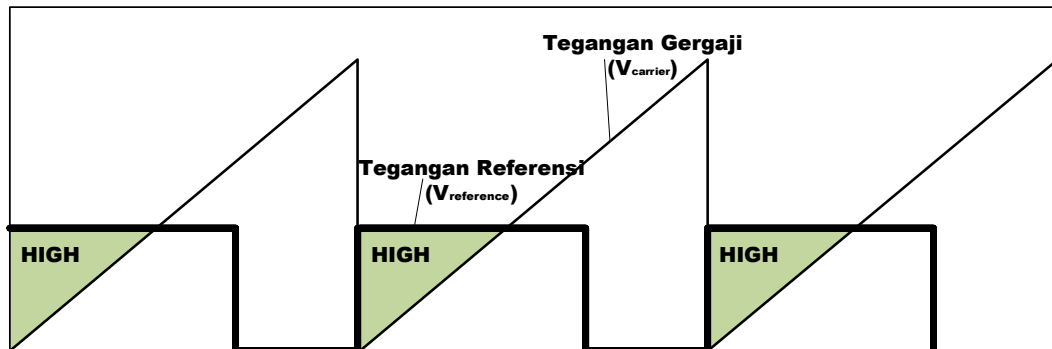
### 2.2.1 Pulse Width Modulation (PWM)

Suatu Teknik untuk menghasilkan bentuk sinyal analog yang berbentuk pulsa (*pulse*) dengan proses digital. Pengaturan lebar pulsa merupakan teknik yang banyak digunakan untuk sistem kendali di berbagai bidang, diantaranya: kendali kecepatan, kendali sistem tenaga, pengukuran atau instrumentasi dan telekomunikasi [6]. Adapun rangkaian PWM dapat dilihat pada Gambar 2.2.



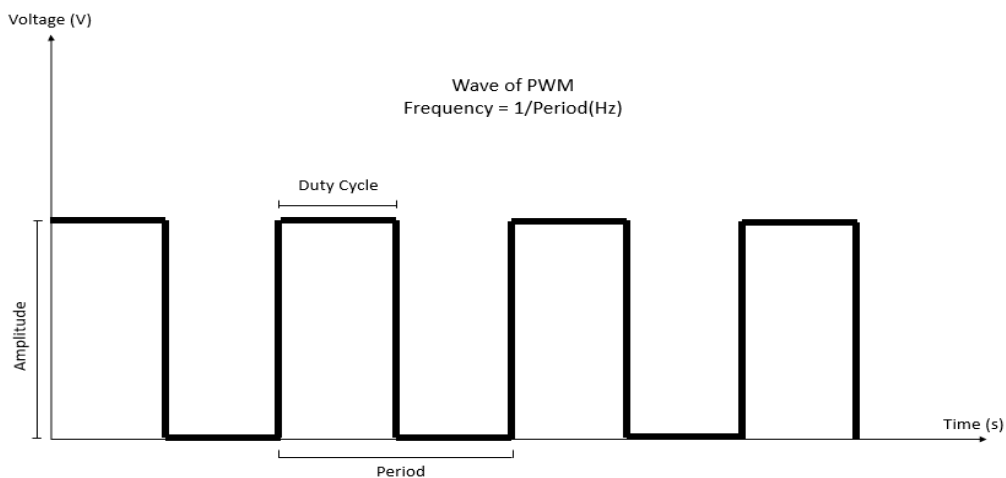
Gambar 2.2 Rangkaian PWM.

Tegangan referensi dari rangkaian pada Gambar 2.2 adalah tegangan DC yang dialirkan dalam rangkaian PWM dan dibandingkan dengan tegangan pembawa sehingga menghasilkan PWM dengan dua gelombang yang dihasilkan dari masing-masing tegangan yaitu gelombang gergaji ( $V_{carrier}$ ) dan gelombang kotak dari tegangan DC ( $V_{reference}$ ) seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Pembentukan Sinyal PWM.

Prinsip dari rangkaian PWM pada Gambar 2.2 adalah membandingkan antara tegangan gergaji ( $V_{carrier}$ ) dengan tegangan referensi ( $V_{reference}$ ) seperti terlihat pada Gambar 2.3. yang dimana saat nilai tegangan referensi lebih besar dari tegangan pembawa maka keluaran dari *comparator* akan bernilai *high*. Namun saat tegangan referensi bernilai lebih kecil dari tegangan pembawa, maka keluaran dari *comparator* akan bernilai *low*. Prinsip inilah yang menjadi dasar untuk mengubah *duty cycle* sinyal keluaran PWM dengan mengubah besar tegangan referensi. Bentuk sinyal keluaran PWM dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bentuk Pulsa PWM.

PWM pada dasarnya hanya mempunyai dua kondisi yaitu sinyal aktif (1) dan sinyal non-aktif(0). Sinyal aktif terjadi saat mencapai puncak amplitudo dan menjadi non-aktif saat mencapai titik bawah sinyal. Parameter yang ada pada Gambar 2.4 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. **Duty Cycle**, adalah perbandingan antara waktu ketika sinyal mencapai kondisi ON dan ketika mencapai OFF dalam satu periode sinyal.
2. **Periode**, adalah satu satuan waktu yang ditetapkan di awal. Nilainya dapat ditentukan sendiri tergantung kebutuhan sinyal yang diinginkan. Namun, sebagian besar perancang menentukan nilainya pada orde milisekon(ms).
3. **Amplitudo**, besar nilai sinyal saat mencapai keadaan aktif.
4. **Frekuensi**, sinyal yang dihasilkan akan memiliki frekuensi tertentu yang akan dipergunakan untuk menentukan periode dari sinyal dengan hubungan  $F=1/T$ , dengan F adalah frekuensi (Hz) dan T adalah periode (sekon).

Satu periode sinyal PWM terdapat keadaan ketika sinyal dalam keadaan aktif (1) dan keadaan non-aktif (0). Oleh karena itu dalam satu waktu T, nilai periodenya dapat dibagi ke dalam waktu aktif (*On*) dan waktu non-aktif (*Off*). Waktu “On” ( $T_{on}$ ) dan waktu “Off” ( $T_{off}$ ), jika dijumlahkan akan menjadi nilai periode ( $T$ ). Selain itu dengan waktu  $T_{on}$  dan  $T_{off}$  dapat diperoleh nilai *duty cycle* ( $D$ ) sistem. Perhitungannya sebagai berikut:

$$D = \frac{T_{on}}{T_{on}+T_{off}} \quad (2.1)$$

Tegangan keluaran yang dihasilkan pada PWM dapat dibuat bervariasi dengan cara mengubah *duty cycle* yang hubungannya sebagai berikut:

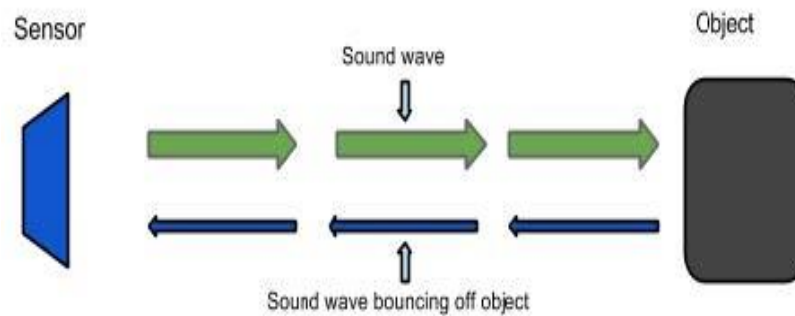
$$V_{out} = DV_{in} \quad (2.2)$$

Jika tegangan *input*  $V_{in}$  yang melalui rangkaian sebesar 10V maka jika digunakan PWM dengan *duty cycle* ( $D$ ) sebesar 10% maka tegangan keluaran adalah 1V. Dengan demikian *duty cycle* adalah variabel penentu untuk mengatur daya lampu.



### 2.2.2 Prinsip Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik menggunakan suara untuk menentukan jarak antara sensor dan objek terdekat di jalurnya. Bagaimana sensor ultrasonik melakukan ini? Sensor ultrasonik adalah pada dasarnya sensor suara, tetapi mereka beroperasi pada frekuensi di atas pendengaran manusia.



Gambar 2.5. Prinsip kerja ultrasonik.

Sensor mengirimkan gelombang suara pada frekuensi tertentu. Kemudian mendengarkan spesifik itu gelombang suara untuk memantul dari suatu objek dan kembali seperti pada Gambar 2.5. Sensor melacak waktu antara pengiriman gelombang suara dan gelombang suara kembali. Bisa dihitung jaraknya perjalanan dengan persamaan 1 [5].

$$S = t \frac{340 \text{ m/s}}{2} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$S$  = jarak (meter).

$t$  = waktu (detik).

Kecepatan suara dapat dihitung berdasarkan berbagai atmosfer, kondisi, termasuk suhu, kelembaban dan tekanan. Sensor ultrasonik memiliki kerucut deteksi, sudut kerucut ini bervariasi dengan jarak.

Sensor Ultrasonik AJ-SR04M ini memiliki 4 pin, yaitu VCC, GND, TRIG, dan ECHO.

1. VCC adalah catu daya 5v yang berasal dari mikrokontroler.
2. GND adalah pin ground yang terhubung pada mikrokontroler.
3. TRIG adalah pin pemancar yang terhubung pada GPIO mikrokontroler.
4. ECHO adalah pin penerima yang terhubung pada GPIO mikrokontroler.

Sensor ultrasonik AJ-SR04M dapat digunakan sebagai *switching* dengan cara menggunakan jarak yang didapatkan dari sensor ultrasonik yang memancarkan gelombang frekuensi lalu menggunakan *timer* untuk mendapat waktu saat diterima oleh pin penerima. Dengan jarak tersebut digunakan untuk mengirimkan sinyal kepada mikrokontroler dan menjadikan sebagai *switching*.

Spesifikasi sensor ultrasonik AJ-SR04M yaitu[7]:

1. Sumber daya listrik: 3-5.5V DC.
2. Arus kerja : < 2 mA.
3. Jarak jangkauan : 20-800 cm.

### 2.2.3 Prinsip Kecepatan

Kecepatan adalah laju hubungan perubahan posisi. Kecepatan rata-rata partikel didefinisikan sebagai perbandingan antara perpindahan  $\Delta x$  dan selang waktu  $\Delta t$ [5].

$$V_{rata-rata} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$V_{rata-rata}$  = Kecepatan rata-rata objek bergerak.

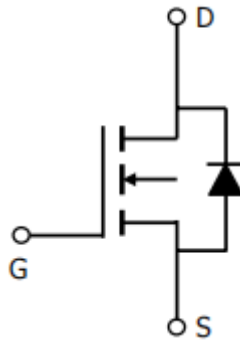
$\Delta x$  = Jumlah jarak total.

$\Delta t$  = Jumlah waktu total.

Jika pengertian kecepatan menurut disiplin fisika seperti hal diatas, maka apabila seseorang berjalan melingkar dan berhenti di tempat awal mulai berjalan, maka nilai kecepatan rata-ratanya adalah nol. Karena nilai  $x_2 = x_1$ . Satuan kelajuan rata-rata adalah meter per sekon ( $m/s$ ), secara internasional satuan kelajuan yang lebih umum adalah kilometer per jam ( $km/jam$ ) [5].

### 2.2.4 Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET)

PWM dapat digunakan sebagai pensaklaran (*Switching*) pada komponen transistor, salah satu jenis transistor yang sering digunakan adalah MOSFET (*Metal Oxiden Semiconductor Field Effect Transistor*).



Gambar 2.6 *Wiring Diagram MOSFET*

MOSFET terdapat tiga kaki, yaitu *Source(S)*, *Gate(G)*, dan *Drain(D)*[8]. Sistem pada penelitian kali ini merangkai MOSFET dengan kaki G dihubungkan dengan arduino, kaki S pada catu daya 12V DC dan kaki D terhubung ke beban(lampu LED). Sinyal PWM yang dihasilkan Arduino disalurkan menuju kaki G dan akan mengatur kinerja MOSFET yang nantinya akan mempengaruhi intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu pada sistem.

Pada penelitian tugas akhir kali ini digunakan Modul MOSFET *Power Switch DC 400W 15A PWM Regulator Speed Controller* seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Modul MOSFET *Power Switch DC 400W 15A PWM Regulator Speed Controller*

Modul MOSFET digunakan sebagai pengendalian keluaran peralatan listrik seperti, lampu, motor, dan katub solenoida dan pada penelitian kali ini modul MOSFET digunakan sebagai pensaklaran yang mengatur kecerahan lampu.

Spesifikasi modul MOSFET *Power Switch* yang digunakan adalah:

1. Tegangan operasi: 5-36V DC
2. *Trigger*: Digital *High-Low* (3.3-20V DC)

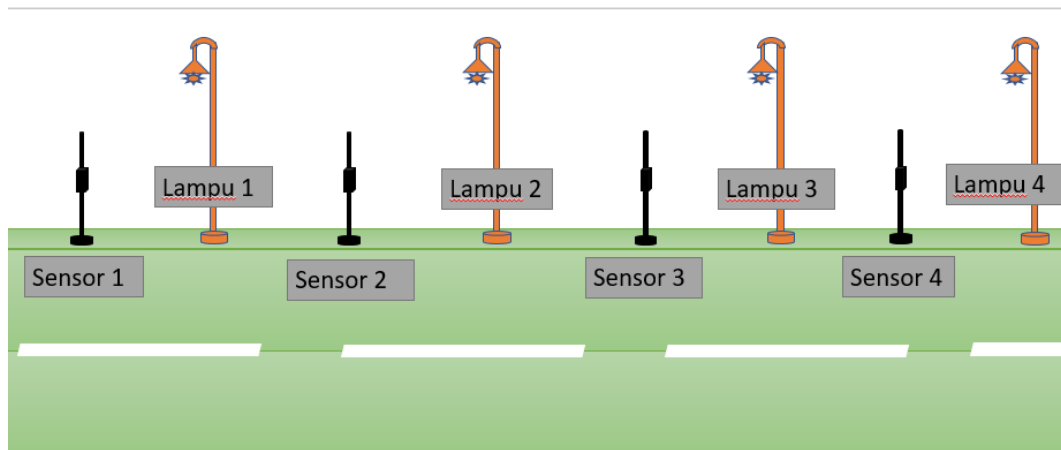
3. Frekuensi: 0-20KHz
4. Kapasitas keluaran: 5-36V DC, Arus 15A, Daya 400W
5. Suhu operasi: -40 - 85°C
6. Dimensi: 33x16x13 mm.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung dan waktu penelitian tugas akhir ini dimulai dari bulan September 2021 sampai dengan bulan November 2022.

#### 3.2. Skenario Sistem PJU



Gambar 3.1 Skenario Kerja Alat.

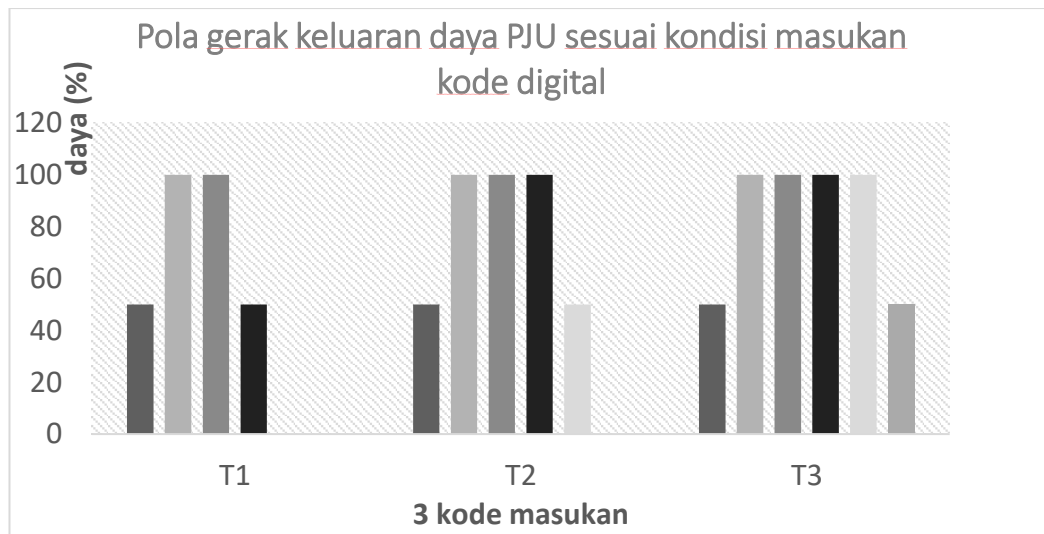
Gambar 3.1 merupakan visualisasi konsep sederhana dari tugas akhir ini

Tabel 3.1 Skenario kerja lampu penerangan sesuai kode masukan kondisi kecepatan

Kondisi Kecepatan	Keadaan
A (<30 Km/h)	Ketika objek bergerak terdeteksi oleh sensor 1 maka lampu 1 dan 2 menyala 100% dan lampu 3 menyala dengan daya sebesar 50%.
	Ketika objek bergerak terdeteksi oleh sensor 2 maka lampu 1 menyala 50%, lampu 2 dan 3 menyala dengan daya sebesar 100% dan lampu 4 menyala dengan daya lampu 50%.

	<p>Ketika objek bergerak terdeteksi oleh sensor 3 maka lampu 1 OFF dan lampu 2 menyala dengan daya sebesar 50% dan lampu 3 dan 4 menyala dengan daya lampu 100% dan lampu 5 menyala dengan daya 50%. Konsep ini akan berulang setiap sensornya sampai lampu terakhir.</p>
B (30–50Km/h)	<p>Ketika objek bergerak terdeteksi oleh sensor 1 maka lampu 1,2, dan 3 menyala 100% dan lampu 4 menyala redup dengan daya 50%.</p>
	<p>Ketika objek bergerak terdeteksi oleh sensor 2 maka lampu 1 menyala 50% dan lampu 2,3, dan 4 menyala dengan daya sebesar 100% dan lampu 5 menyala redup dengan daya 50%</p>
	<p>Ketika objek bergerak terdeteksi oleh sensor 3 maka lampu 1 OFF dan lampu 2 menyala dengan daya sebesar 50% dan lampu 3,4, dan 5 menyala dengan daya lampu 100% dan lampu 6 menyala redup dengan daya 50%. Konsep ini akan berulang setiap sensornya sampai lampu terakhir.</p>
C (>50 Km/h)	<p>Ketika objek bergerak terdeteksi oleh sensor 1 maka lampu 1,2,3, dan 4 menyala 100% dan lampu 5 menyala redup dengan daya 50%</p>
	<p>Ketika objek bergerak terdeteksi oleh sensor 2 maka lampu 1 menyala 50% dan lampu 2, 3, 4, dan 5 menyala dengan daya sebesar 100% dan lampu 6 menyala redup dengan daya 50%.</p>
	<p>Ketika objek bergerak terdeteksi oleh sensor 3 maka lampu 1 OFF dan lampu 2 menyala dengan daya sebesar 50% dan lampu 3, 4, 5, dan 6 menyala dengan daya lampu 100% dan lampu 7 menyala redup dengan daya 50%. Konsep ini akan berulang setiap sensornya sampai lampu terakhir.</p>

Secara sederhana pola aktif lampu PJU seperti perahu terbalik, seperti pada Gambar 3.2 berikut



Gambar 3.2 Pola Aktif Lampu PJU.

### 3.3. Alat dan Komponen

Adapun alat dan bahan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

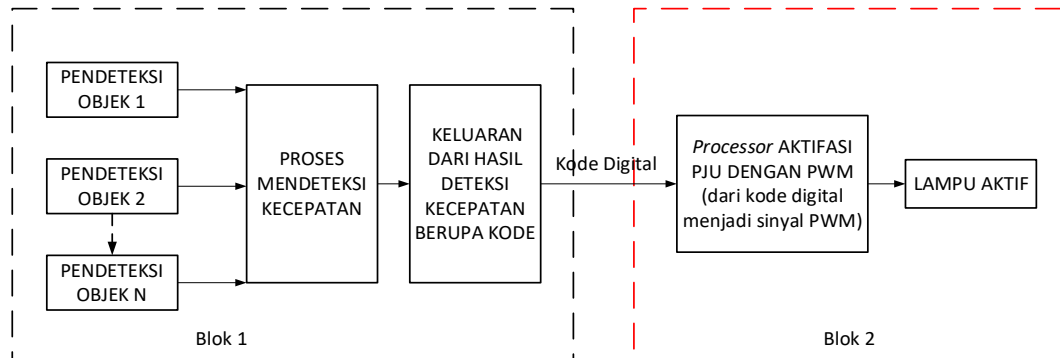
Tabel 3.2. Alat dan Bahan

No	Nama Alat dan Bahan	Keterangan Penggunaan
1	Software Arduino IDE	Untuk mengunggah program ke mikrokontroler
2	Sensor <i>Ultrasonic</i> AJ-SR04M	Untuk pendeteksi objek
3	Arduino Mega	Untuk pusat kendali sistem
4	Lampu DC 30W 12V	Untuk output
5	MOSFET Power Switch DC	Untuk mengubah tegangan keluar Arduino dari 5V menjadi 12V DC

### 3.4. Rancangan Sistem

Terdapat dua blok utama pada rancangan sistem PJU yang diusulkan, blok pertama menentukan variasi jangkauan kecepatan objek bergerak untuk kemudian diubah menjadi kode digital, blok kedua adalah pengaturan jumlah PJU yang aktif dengan tingkat daya yang berbeda [6]. Pada rancangan sistem aktifasi PJU ini

difokuskan pada bagian blok kedua, dimana mengimplementasikan pengaturan aktifikasi PJU dengan menggunakan PWM, blok rancangan ini dapat dilihat pada bagian kotak bergaris putus-putus berwarna merah pada Gambar 3.2.



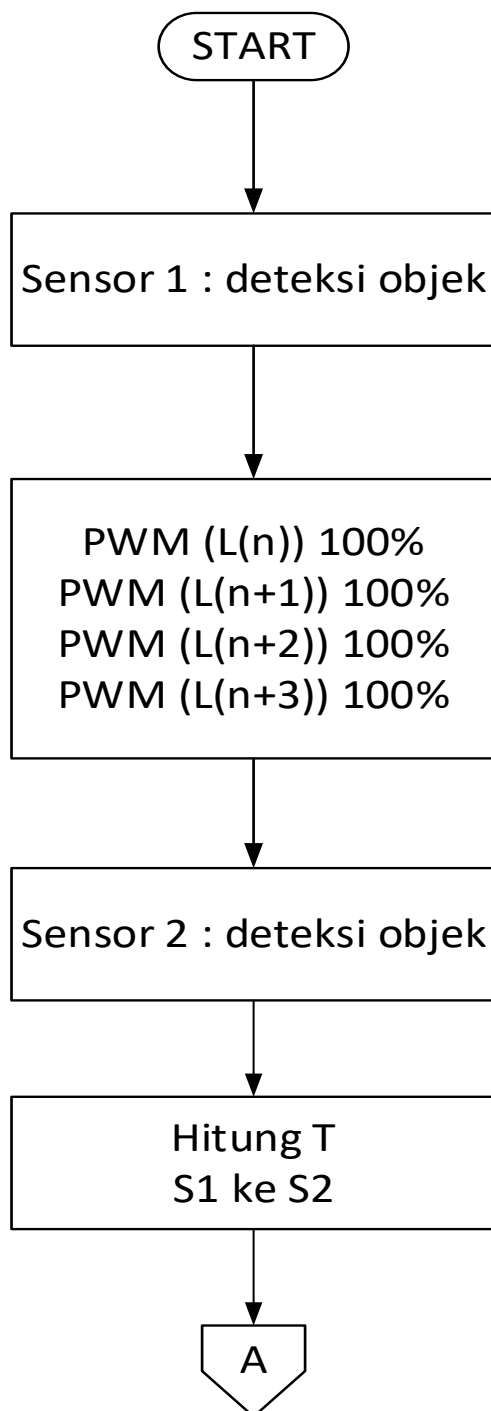
Gambar 3.3 Konsep penelitian pada pengukur kecepatan.

Pada Gambar 3.3. adalah gagasan rancangan sistem dari skenario yang dibuat. *Processor* yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem. Dari kedua blok sistem, fokus rancangan yang dilakukan adalah pada blok kedua yaitu bagian pengendalian lampu aktif dengan daya seperti pada skenario, pada saat proses Sensor *Ultrasonic* AJ-SR04M pendeteksi objek 1 mendeteksi objek yang melintas maka sistem Processor akan mengatur keadaan lampu sesuai kondisi kecepatan masukan dan akan terus berulang hingga tidak terdeteksinya objek.

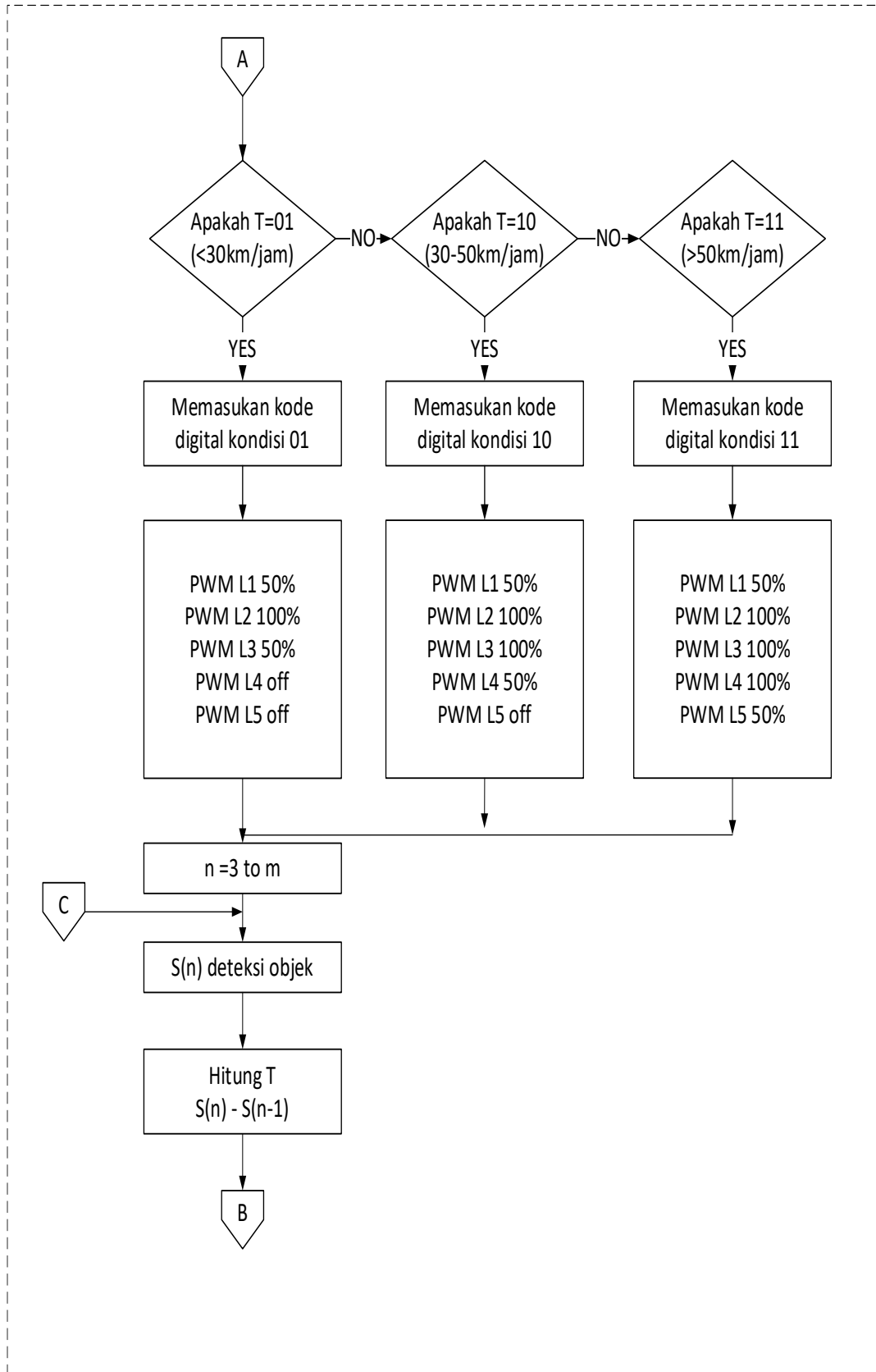
### 3.5. Diagram Alir Sistem

Berdasarkan skenario sistem rangkaian dapat diturunkan dalam diagram alir kerja sistem seperti pada Gambar 3.4. berikut ini:

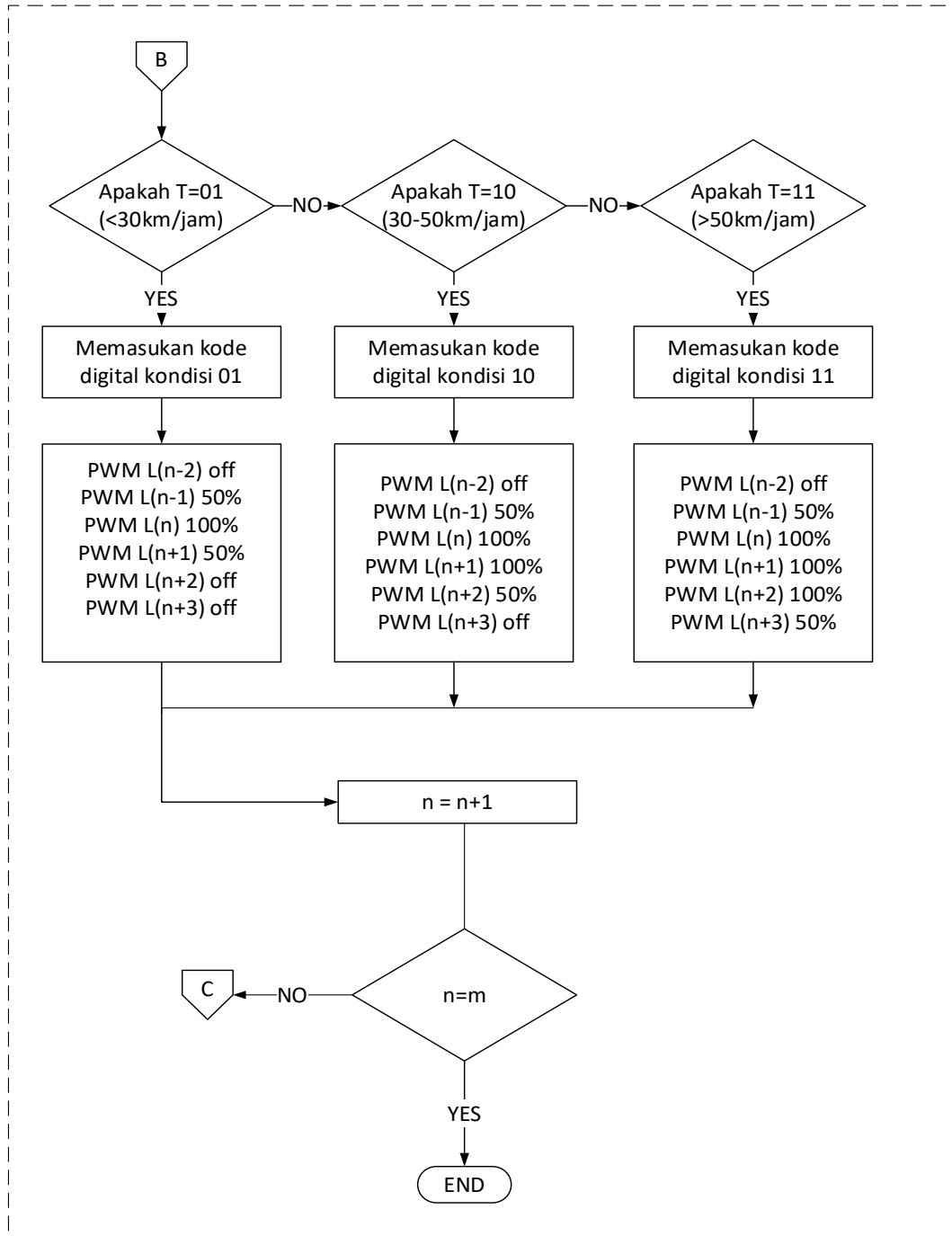




Gambar 3.4. Diagram Alir Penerangan Jalan Umum dengan *Dimmer* PWM.



Gambar 3.4. Diagram Alir Penerangan Jalan Umum dengan *Dimmer* PWM (lanjutan).



Gambar 3.4. Diagram Alir Penerangan Jalan Umum dengan *Dimmer* PWM (Lanjutan).

Keterangan gambar:

L(n) = lampu tempat objek berada

S(n) = Sensor tempat objek berada

T = waktu tempuh objek dari sensor ke sensor

m = jumlah lampu dalam sistem.

Gambar 3.3. tentang diagram alir sistem untuk *Dimmer* penerangan jalan umum menggunakan sistem PWM. Setelah sistem aktif dan ketika objek terdeteksi di sensor satu (1), maka sistem akan menghidupkan empat (4) PJU dan ketika sensor dua (2) mendeteksi objek. Sistem akan mengolah masukan yang berupa kode digital, yang diasumsikan sebagai kecepatan gerak objek. Ketika informasi masukan yang diterima adalah 01, maka sistem akan mengatur PWM untuk variasi keluaran daya lampu sebesar PWM L1 50%, PWM L2 100%, PWM L3 50%, PWM L4 off, PWM L5 off. Jika informasi kode kecepatan 10, maka sistem akan mengatur PWM untuk variasi keluaran daya lampu sebesar PWM L1 50%, PWM L2 100%, PWM L3 100%, PWM L4 50%, PWM L5 off. Lalu jika informasi kecepatan yang diterima adalah 11, maka PWM L1 50%, PWM L2 100%, PWM L3 100%, PWM L4 100%, PWM L5 50%.

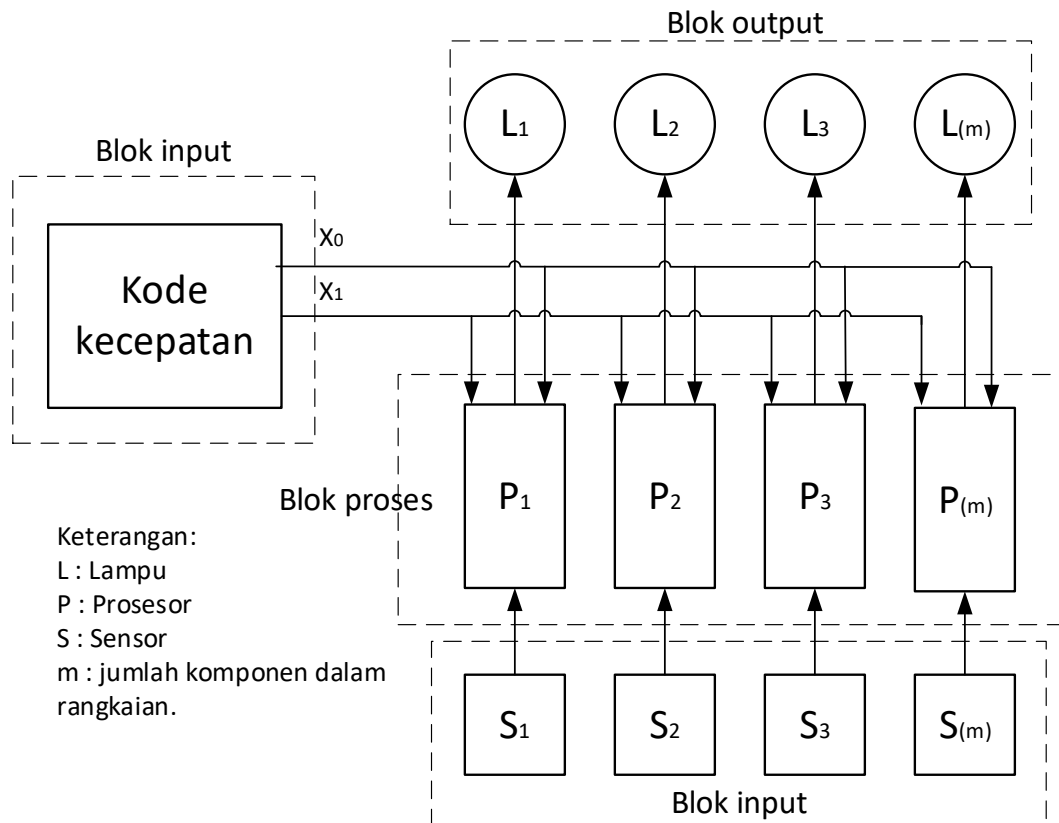
Ketika objek terdeteksi di sensor ketiga (3) maka sensor akan mengirimkan sinyal ke Arduino. Arduino akan memproses informasi tersebut dan mengatur daya lampu dengan PWM. Sesuai masukan kode digital kondisi kecepatan, maka Arduino akan mengeluarkan informasi *output* berupa PWM yang mengatur daya lampu. Jika kode masukan adalah 01, maka PWM L(n-2) off, PWM L(n-1) 50%, PWM L(n) 100%, PWM L(n+1) 50%, PWM L(n+2) off, PWM L(n+3) off. Jika masukan adalah 10, maka PWM L(n-2) off, PWM L(n-1) 50%, PWM L(n) 100%, PWM L(n+1) 100%, PWM L(n+2) 50%, PWM L(n+3) off. Jika masukan adalah 11, maka PWM L(n-2) off, PWM L(n-1) 50%, PWM L(n) 100%, PWM L(n+1) 100%, PWM L(n+2) 100%, PWM L(n+3) 50%. Proses tersebut akan berulang hingga (m) atau Ketika mencapai lampu terakhir yang ada pada sistem.

### **3.6. Diagram Blok Sistem dan *Listing* Program**

Diagram blok dan *listing* program sistem kendali keluaran daya lampu, yaitu:

#### **3.6.1 Diagram blok sistem**

Tahapan yang dilakukan dalam sistem untuk mengatur keluaran daya lampu dapat direpresentasikan dalam diagram blok seperti pada gambar 3.4. berikut ini:



Gambar 3.5. Diagram Blok *Dimmer* Penerangan Jalan Umum.

Gambar 3.5. adalah diagram blok untuk mengatur keluaran lampu atau *dimmer* lampu dengan PWM. Pada penelitian ini, satu Arduino mewakili 7 arduino pada konsep implementasinya. Sensor sebagai pemicu untuk prosesor mengalirkan arus ke lampu LED ketika sensor mendeteksi adanya objek.

Kode kecepatan adalah bentuk digital dari hasil perhitungan kecepatan gerak objek. Pada penelitian ini terdapat tiga (3) kondisi yang diwakilkan kode kecepatan, yaitu kecepatan kurang dari sama dengan 25Km/jam, 26 sampai 50 Km/jam dan lebih dari 50Km/jam. Setiap masukan kode kecepatan akan memicu keluaran besar PWM (*Pulse Width Modulation*) yang berbeda dari Arduino.

### 3.6.2 Listing program blok masukan pendeteksian sensor

Penulisan program pada blok masukan seperti pada Gambar 3.5. untuk blok pembacaan sensor dan mengatur daya keluaran lampu pada model alat dapat dilihat pada *listing* program berikut:

a. *Listing* program blok masukan atau pendeteksian sensor

```

digitalWrite (trigpin , LOW);
delayMicroseconds (50) ;
digitalWrite (trigpin , HIGH);
delayMicroseconds (100) ;
digitalWrite (trigpin , LOW);
duration1 = pulseIn (echopin , HIGH);
distance1 = (duration1 / 2) * 0.0343 ;

digitalWrite (trigpin1 , LOW);
delayMicroseconds (50) ;
digitalWrite (trigpin1 , HIGH);
delayMicroseconds (100) ;
digitalWrite (trigpin1 , LOW);
duration2 = pulseIn (echopin1 , HIGH);
distance2 = (duration2 / 2) * 0.0343 ;

```

Dimulai dari penentuan deteksi objek oleh sensor, dalam sistem pemodelan tugas akhir kali ini terdiri dari 7 sensor, maka penentuan pendeteksiannya sebanyak 7 kali. Kondisi awal pin trigger LOW atau belum ada objek yang terdeteksi, lalu pin trigger dalam keadaan HIGH atau sudah memancarkan gelombang suara, lalu trigger pin dalam kondisi LOW kembali. Lalu dilakukan pemanggilan pulseIn untuk membaca gelombang pulsa HIGH atau LOW dan menunggu pulsa dari LOW ke HIGH untuk memulai pemancaran dan menunggu untuk kembali ke kondisi LOW untuk stop pemancaran, lalu dihitung jarak pantulan objek ke pin echo sesuai dengan datasheet sensor.

b. *Listing* program blok proses deklarasi sistem ketika tidak mendeteksi objek

```

if(distance1 <= minRange || distance1 >= maxRange) {
    distance1 = 0 ;
}
if(distance2 <= minRange || distance2 >= maxRange) {
    distance2 = 0 ;
}
if(distance3 <= minRange || distance3 >= maxRange) {
    distance3 = 0 ;
}
if(distance4 <= minRange || distance4 >= maxRange) {
    distance4 = 0 ;
}

```

Lalu dilanjutkan dengan memasukkan kode dari tiga kondisi kecepatan, ketika sensor melebihi jangkauan deteksi sensor maksimal maka akan dilogikakan sebagai

0 atau tidak mendeteksi, lalu ketika objek terdeteksi atau tidak sama dengan 0 maka akan menghidupkan lampu sesuai dengan kode kecepatan yang dimasukkan.

c. *Listing* program blok proses memasukan kode dari tiga kondisi kecepatan

```
nilai_pb = digitalRead (pb);  
  if(nilai_pb == LOW){  
    kode++;  
    delay(300);  
  }
```

Kode dari tiga kondisi kecepatan dimasukkan dengan komponen *push button* dimana ketika nilai\_pb == LOW, maka belum ada kondisi yang terbaca pada sistem dan ketika menekan *push button* maka akan merubah kondisi yang ada pada sistem sesuai dengan jumlah penekanan *push button*.

d. *Listing* program blok kendali keluaran lampu dengan *PWM* dan sesuai dengan kode kondisi kecepatan

```
switch(kode){  
  case 1:  
    if (distance1 != 0 )  
    {  
      analogWrite(lampu1, 255);  
      analogWrite(lampu2, 255);  
      analogWrite(lampu3, 127);  
      analogWrite(lampu4, 0);  
      analogWrite(lampu5, 0);  
      analogWrite(lampu6, 0);  
      analogWrite(lampu7, 0);  
      distance2 = 0;  
    }  
  
    else if (distance2 != 0 )  
    {  
      distance1 = 0 ;  
      analogWrite(lampu1, 127);  
      analogWrite(lampu2, 255);  
      analogWrite(lampu3, 255);  
      analogWrite(lampu4, 127);  
      analogWrite(lampu5, 0);  
      analogWrite(lampu6, 0);  
      analogWrite(lampu7, 0);  
    }  
    break;  
  case 2:  
    if (distance1 != 0 )
```

```

    {
        analogWrite(lampu1, 255);
        analogWrite(lampu2, 255);
        analogWrite(lampu3, 255);
        analogWrite(lampu4, 127);
        analogWrite(lampu5, 0);
        analogWrite(lampu6, 0);
        analogWrite(lampu7, 0);
        distance2 = 0;
    }

else if (distance2 != 0 )
{
    distancel1 = 0 ;
    analogWrite(lampu1, 127);
    analogWrite(lampu2, 255);
    analogWrite(lampu3, 255);
    analogWrite(lampu4, 255);
    analogWrite(lampu5, 127);
    analogWrite(lampu6, 0);
    analogWrite(lampu7, 0);
}

else if (distance3 != 0 )
{
    analogWrite(lampu1, 0);
    analogWrite(lampu2, 127);
    analogWrite(lampu3, 255);
    analogWrite(lampu4, 255);
    analogWrite(lampu5, 255);
    analogWrite(lampu6, 127);
    analogWrite(lampu7, 0);
}
break;

    case 3:
    if (distancel1 != 0 )
    {
        analogWrite(lampu1, 255);
        analogWrite(lampu2, 255);
        analogWrite(lampu3, 255);
        analogWrite(lampu4, 255);
        analogWrite(lampu5, 127);
        analogWrite(lampu6, 0);
        analogWrite(lampu7, 0);
        distance2 = 0;
    }

else if (distance2 != 0 )
{
    distancel1 = 0 ;
    analogWrite(lampu1, 127);

```



```

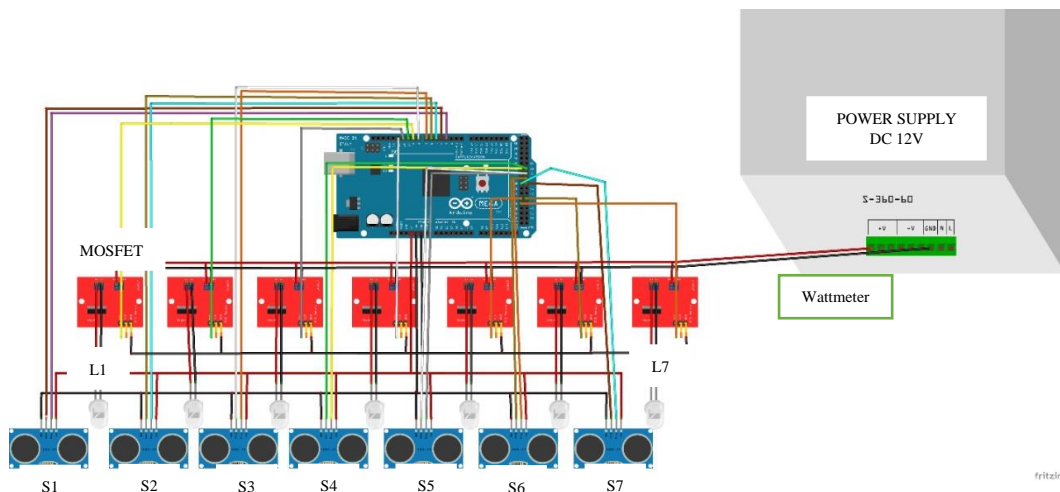
    analogWrite(lampu2, 255);
    analogWrite(lampu3, 255);
    analogWrite(lampu4, 255);
    analogWrite(lampu5, 255);
    analogWrite(lampu6, 127);
    analogWrite(lampu7, 0);
  }
  break;
default:
  if (kode>4){
    kode = 0;
  }
  break;

```

Sistem kendali keluaran lampu dengan PWM berdasarkan kode masukan dari tiga kondisi kecepatan yaitu <25Km/h, 25-50Km/h, >50Km/h atau kode 01, 10, dan 11. Pada kode 01, sistem akan menhidupkan 2 lampu dengan 1 lampu setelah dan sebelumnya berada pada kondisi redup atau 50% daya. Pada kode 10, sistem akan menhidupkan 3 lampu dengan 1 lampu setelah dan sebelumnya redup. Pada kode 11, sistem akan menhidupkan 4 lampu dengan 1 lampu setelah dan sebelumnya redup.

### 3.7 Disain Perancangan Alat

Adapun rangkaian skematik dari desain perancangan alat dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.6. Rangkaian skematik perancangan alat.

Disain perancangan alat berdasarkan rangkaian skematik Gambar 3.6. menggunakan 7 buah sensor ultrasonik dan 7 buah MOSFET untuk mengendalikan lampu dengan PWM.

### **3.8 Prosedur Pengambilan Data**

Adapun prosedur pengambilan data pada penelitian tugas akhir kali ini adalah sebagai berikut:

#### **a. Pengujian Sensor Ultrasonik**

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk memastikan sensor dapat digunakan dengan baik atau tidak. Sensor tipe ini mempunyai tegangan kerja DC sebesar 3-5.5 Volt. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler dan tampilan pada monitor untuk menampilkan bekerja atau tidak sensor yang digunakan.

#### **b. Pengujian MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*)**

Pengujian MOSFET dilakukan untuk memastikan komponen dapat berfungsi dengan baik atau tidak pada sistem. MOSFET pada penelitian kali ini berfungsi untuk mengubah tegangan DC 5V dari mikrokontroler menjadi tegangan 12V DC agar sinyal dari mikrokontroler dapat mengatur keluaran lampu pada sistem dan keluaran dari MOSFET dilihat dengan menggunakan multimeter.

#### **c. Pengujian Sistem**

Pengujian sistem dilakukan dengan untuk melihat kerja sistem secara keseluruhan. Pengujian ini berhasil jika, aktifasi model fisik PJU yang dibangun dapat bekerja sesuai dengan skenario rancangan.

## **V. PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model fisik sistem pengaturan daya aktivasi lampu PJU berbasis PWM berhasil dibangun sesuai dengan skenario rancangan.
2. Sistem yang diusulkan mampu melakukan penghematan konsumsi daya model PJU sebesar 36,19%.

### **5.2. Saran**

Adapun saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya, model fisik alat sistem PJU perlu dikembangkan untuk batas maksimal jarak sensornya, supaya lebih mendekati dengan keadaan sebenarnya, dimana pada penelitian ini hanya sebatas 2meter saja sedangkan untuk keadaan sebenarnya dibutuhkan 6-10meter sesuai dengan lebar jalan, disarankan untuk menggunakan sensor infra merah M-218D.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Alferinanda, S. Ramadhani, and A. Asnil, "Efisiensi Penggunaan Energi pada Lampu Penerangan Jalan Raya," *MSI Trans. Educ.*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [2] P. Wisda, "LAMPU JALAN HEMAT ENERGI OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO," Universitas Sumatera Utara, 2019.
- [3] A. B. Dermawan and E. Apriaskar, "Lampu Penerangan Jalan Otomatis Berdasarkan Intensitas Cahaya dan Keberadaan Kabut atau Asap," *J. Pendidik. Tek. Elektro Undiksha*, vol. 9, no. 1, pp. 56–63, 2020.
- [4] M. Kukuh, A. Lyano, A. G. P. S. T, and R. Y. S. T, "Analisis dan implementasi klasifikasi kecepatan objek untuk mengatur intensitas cahaya lampu jalan," *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 8473–8481, 2019.
- [5] R. C. Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Kendali Penerangan Jalan Umum (Pju) Berbasis Kecepatan Objek Bergerak Menggunakan Arduino Mega 2560 R3." Bandar Lampung, Pp. 40–53, 2021.
- [6] L. W. Johar, "Desain Charger Control Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Dengan Pengaturan Duty Cycle PWM," *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 3, no. 2, p. 49, 2020.
- [7] G. Description and P. Summary, "Datasheet MOSFET Power Switch DC 400W 15A PWM Regulator Speed Controller," 2009.
- [8] EKT Katranji Bros, "Arduino Distance Measuring Transducer Sensor Model:AJ-SR04M User Manual Operating Mode," 2002.
- [9] A. T. Setiawan, A. Komarudin, and M. Luqman, "Analisa Sinyal Tegangan Output pada Perancangan Electro Surgical Unit (ESU) dengan Sumber Input Accu," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 5, no. 2, p. 37, 2020.
- [10] I. Bagus, F. Citarsa, I. Nyoman, W. Satiawan, and K. Wiryajati, "Pengaruh Teknik Modulasi PWM pada Keluaran Inverter Tiga Fasa untuk Pengaturan Kecepatan Variabel Motor Induksi," *Jur. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Mataram*, vol. 2, no. 1, pp. 948732–39, 2015.
- [11] Karyadi, "Pengaruh Penggunaan Pulse Width Modulation (PWM) Terhadap Unjuk Kerja Generator Elektrolisis Penghasil Gas Hidrogen," Universitas Negeri Jakarta, 2016.
- [12] Wipper, "IMPLEMENTASI TEKNIK PWM ( PULSE WIDTH MODULATION ) PADA WIPPER MOBIL OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4307, no. August, 2020.