



TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN DAN  
*MONITORING* LAMPU LALU  
LINTAS PINTAR DENGAN  
SENSOR LASER BERBASIS  
IOT**

Banny Arman Maulana  
NIM. 11181016

Tegar Palyus Fiqar, S.T., M.Kom  
Boby Mugi Pratama, S.Si., M.Han

Program Studi Informatika  
Jurusan Matematika dan Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Kalimantan  
Balikpapan, 2023





TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN DAN  
*MONITORING* LAMPU LALU  
LINTAS PINTAR DENGAN  
SENSOR LASER BERBASIS  
IOT**

Banny Arman Maulana  
NIM. 11181016

Tegar Palyus Fiqar, S.T., M.Kom  
Boby Mugi Pratama, S.Si., M.Han

Program Studi Informatika  
Jurusan Matematika dan Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Kalimantan  
Balikpapan, 2023



## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **PERANCANGAN DAN *MONITORING* LAMPU LALU LINTAS PINTAR DENGAN SENSOR LASER BERBASIS IOT** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Balikpapan, 2 Februari 2024



Banny Arman Maulana

NIM. 11181016

*(Halaman ini Sengaja dikosongkan)*

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Institut Teknologi Kalimantan, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Banny Arman Maulana  
NIM : 11181016  
Program Studi : Informatika  
Jurusan : Matematika dan Teknologi Informasi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Kalimantan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PERANCANGAN DAN *MONITORING* LAMPU LALU LINTAS PINTAR DENGAN SENSOR LASER BERBASIS IOT** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Institut Teknologi Kalimantan berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Balikpapan, 2 Februari 2024

Banny Arman Maulana  
NIM. 11181016

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

Disusun untuk syarat memperoleh gelar

Sarjana Komputer (S.Kom.)

Pada

Program Studi S-1 Informatika

Jurusan Matematika dan Teknologi Informasi

Institut Teknologi Kalimantan

Judul Tugas Akhir:

**“PERANCANGAN DAN *MONITORING* LAMPU LALU LINTAS PINTAR  
DENGAN SENSOR LASER BERBASIS IOT”**

Oleh

Banny Arman Maulana

NIM 11181016

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1	Tegar Palyus Fiqar, S.T., M.Kom	Pembimbing I	 .....
2	Boby Mugi Pratama S.Si., M.Han	Pembimbing II	.....
3	Riska Kurniyanto Abdullah, S.T., M.Kom	Penguji I	.....
4	Nur Fajri Azhar, M.Kom., CIISA	Penguji II	.....

**BALIKPAPAN**

**Februari, 2024**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkah dan anugerah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul:

### **“PERANCANGAN DAN *MONITORING* LAMPU LALU LINTAS PINTAR DENGAN SENSOR LASER BERBASIS IOT”**

Tugas akhir ini menjadi salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan Program Sarjana di Prodi Informatika, Jurusan Matematika dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Kalimantan (ITK). Untuk itu penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Tegar Palyus Fiqar, S.T., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Bobby Mugi Pratama, S.Si., M.Han. selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
2. Ibu Nisa Rizqiya Fadhliana, S.Kom., M.T. selaku Koordinator Program Studi Informatika Jurusan Matematika dan Teknologi Informasi ITK.
3. Bapak Bima Prihasto, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dosen Wali
4. Bapak dan Ibu Dosen dan Tenaga Kependidikan Program Studi Informatika Jurusan Matematika dan Teknologi Informasi ITK.
5. Serta semua pihak yang terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini, karena itu penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun. Atas perhatiannya penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Balikpapan, Februari 2024

Penulis

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **“PERANCANGAN DAN MONITORING LAMPU LALU LINTAS PINTAR DENGAN SENSOR LASER BERBASIS IOT”**

Nama Mahasiswa : Banny Arman Maulana  
NIM : 11181016  
Dosen Pembimbing Utama : Tegar Palyus Fiqar, S.T., M.Kom  
Dosen Pembimbing Pendamping : Bobby Mugi Pratama, S.Si., M.Han

### **ABSTRAK**

Kemacetan menjadi masalah besar, terutama di kota besar. Salah satu penyebabnya yaitu persimpangan. Meskipun telah ada lampu lalu lintas yang mengatur arus lalu lintas tetap saja kemacetan tidak bisa dihilangkan sepenuhnya. Seharusnya lalu lintas bisa menjadi salah satu komponen dalam meminimalisir kemacetan. Pada saat penumpukan kendaraan pada satu jalur atau lebih, dan tidak ada penyesuaian untuk durasi lampu merah maupun hijau, maka akan menimbulkan waktu untuk menunggu yang sangat lama dan tidak efisien pada saat lampu hijau. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah rancangan sistem lalu lintas pintar berbasis *Internet of Things*, yang dimana akan mengatur durasi lampu merah, kuning, dan hijau berdasarkan panjang kendaraan menggunakan sensor laser. Sensor laser akan mengirimkan data kepada *receiver* dan data tersebut akan di kirim dan di olah oleh ESP32 untuk menciptakan *output* berupa durasi lampu merah, kuning, hijau yang baru. Pada setiap jalur terdapat 2 sensor laser, dan 2 *receiver*. Penelitian ini menggunakan metode *Rules Based*. *Rules* yang telah dibuat akan di aplikasikan kedalam code untuk memberi perintah kepada ESP32 dan mengatur alat sehingga di dapatkan kinerja dan fungsi yang diharapkan. Terdapat beberapa kondisi tambahan pada saat proses pengujian lampu lalu lintas pintar. Intensitas cahaya yang tinggi dapat berpengaruh selama pengujian. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Rules Based* mampu untuk mengatasi permasalahan yang terjadi.

***Kata kunci:*** Kemacetan, *Rules based*, *Internet of Things*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**“DESIGN AND MONITORING OF SMART TRAFFIC LAMP WITH IOT-  
BASED LASER SENSOR”**

By : Banny Arman Maulana  
Student Identify Number : 11181016  
Supervisor : Tegar Palyus Fiqar, S.T., M.Kom  
Co-Supervisor : Boby Mugi Pratama, S.Si., M.Han

**ABSTRACT**

Traffic jams are a big problem, especially in big cities. One of the causes is intersection. Although there have been traffic lights that regulate traffic flow, traffic jams cannot be completely eliminated. Traffic should be one component in minimizing congestion. During vehicle build-up on one or more tracks, and no adjustment for the duration of the red or green light, it will cause a very long and ineffective wait at the time of the green light. The purpose of this study is to create a smart traffic system based on the Internet of Things, which will regulate the duration of red, yellow, and green lights based on the length of the vehicle using laser sensors. The laser sensor will transmit data to the receiver and the data will be sent and processed by ESP32 to create a new red, yellow, green light duration output. Each path has two laser sensors, and two receivers. This study used the Rules Based method. The rules that have been created will be applied to the code to give ESP32 commands and set the tool so that it can receive the expected performance and functionality. There are several additional conditions during the smart traffic light testing process. High light intensity may have an effect during testing. Research results show that the Rules Based method is able to address the problems that occur.

***Kata kunci:*** Traffic jams, *Rules based, Internet of Things*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	vi
LEMBAR PENGESAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	x
ABSTRAK .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
DAFTAR ISI .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Kerangka Pemikiran .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Lampu Lalu Lintas.....	7
2.2 <i>Internet of Thing</i> .....	7
2.3 Metode <i>Rules Based</i> .....	8
2.4 Mikrokontroler .....	8
2.5 ESP32.....	9
2.6 Sensor Laser .....	10
2.7 Optimalisasi Durasi Lampu Lalu Lintas .....	11
2.8 Penelitian Terdahulu .....	12
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	17
3.1 Gambaran Besar Penelitian .....	17
3.2 Diagram Alir Penelitian .....	18

3.3	Prosedur Penelitian .....	19
3.3.1	Studi Literatur .....	19
3.3.2	Analisis Kebutuhan .....	19
3.3.3	Perumusan Masalah .....	20
3.3.4	Perancangan Alat .....	21
3.3.5	Penulisan Program .....	25
3.3.6	Pengujian Program.....	27
3.3.7	Evaluasi Hasil .....	28
3.4	Rencana Jadwal Penelitian .....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Perancangan Alat.....	29
4.1.1	Penyusunan Lampu LED Lalu Lintas .....	29
4.1.2	Penyusunan Sensor Laser .....	30
4.1.3	Penyusunan <i>Receiver</i> .....	31
4.1.4	Arsitektur Sistem .....	33
4.2	Penulisan Program ESP32.....	34
4.3	Pengujian Alat .....	35
4.4	Evaluasi Hasil.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		43
5.1	Kesimpulan .....	43
5.2	Saran .....	43
DAFTAR PUSTAKA .....		45
Lampiran Lembar Konsultasi Bimbingan .....		47
Lampiran <i>Code</i> Program .....		49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram <i>Fishbone</i> .....	4
Gambar 2. 1 <i>Board</i> Mikrokontroler ESP32.....	9
Gambar 2. 2 Sensor Laser KY-008.....	11
Gambar 2. 3 Sensor <i>Receveir</i> .....	11
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	18
Gambar 3. 2 Arsitektur Sistem .....	21
Gambar 3. 3 Kondisi Jalan Sepi Tanpa Mobil.....	22
Gambar 3. 4 Kondisi Jalan Sepi Dengan mobil.....	22
Gambar 3. 5 Kondisi Jalan Normal.....	23
Gambar 3. 6 Kondisi Jalan Ramai .....	24
Gambar 3. 7 <i>Use Case</i> .....	26
Gambar 3. 8 <i>Website Monitoring</i> .....	27
Gambar 4. 1 Perancangan Lampu LED Lalu Lintas .....	30
Gambar 4. 2 Perancangan Sensor Laser.....	31
Gambar 4. 3 Pemasangan <i>Receiver</i> Laser .....	32
Gambar 4. 4 Arsitektur Sistem .....	33
Gambar 4. 5 Monitoring kondisi lalu lintas.....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Diagram Sebab Akibat.....	4
Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32.....	9
Tabel 2. 2 Tabel Penelitian Terdahulu .....	12
Tabel 3. 1 Analisis Kebutuhan <i>Hardware</i> .....	19
Tabel 3. 2 Analisis Kebutuhan <i>Software</i> .....	20
Tabel 3. 3 <i>Rules Based</i> .....	25
Tabel 3. 4 Deskripsi <i>Use Case</i> .....	26
Tabel 3. 5 Rencana Jadwal Perencanaan.....	28
Tabel 4. 1 Pengujian pada jalur 1 menggunakan metode <i>Black Box</i> .....	36
Tabel 4. 2 Pengujian pada jalur 2 menggunakan metode <i>Black Box</i> .....	37
Tabel 4. 3 Pengujian pada jalur 3 menggunakan metode <i>Black Box</i> .....	37
Tabel 4. 4 Pengujian pada jalur 4 menggunakan metode <i>Black Box</i> .....	38
Tabel 4. 5 <i>Rules Testing</i> .....	39

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab 1 menjelaskan terkait pendahuluan dari penelitian yang berupa latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan kerangka pemikiran penelitian.

### **1.1 Latar Belakang**

Kemajuan teknologi yang terus berkembang di segala sektor saat ini, semakin lama akan mendekati ke era digital yang membawa manusia ke era teknologi atau yang dikenal dengan industri 4.0. Berbagai karya telah diciptakan untuk membantu memudahkan setiap orang dalam melakukan kegiatannya. Di Indonesia sendiri, banyak masyarakat yang menggunakan kendaraan, baik itu kendaraan roda dua maupun roda empat, akibat dari banyaknya masyarakat yang menggunakan kendaraan untuk beraktivitas, hal tersebut menyebabkan jalanan menjadi padat dan macet, karena tidak sebanding dengan jalan yang tidak bertambah jumlahnya secara signifikan. Kemacetan yang terjadi sering kali terjadi di lampu lalu lintas. Lampu lalu lintas (*Traffic light*) adalah lampu yang berfungsi sebagai pengatur kelancaran sebuah persimpangan untuk mengurangi dan menghindari kecelakaan di persimpangan. Lampu lalu lintas sudah banyak ditemukan di Indonesia, bukan hanya di perkotaan namun sekarang bisa ditemukan di berbagai jalan, biasanya berada di persimpangan tiga, empat, bahkan lima arah (Nirwanda dkk. 2023).

Lampu lalu lintas yang baik dapat menjadi sebuah kemajuan dari sebuah kota tersebut. Lampu lalu lintas yang lancar dan teratur akan membuat kelancaran berlalu lintas di kota tersebut, hal tersebut juga diimbangi dengan pembangunan infrastruktur yang cepat dan baik di kota tersebut. Kepadatan dari kota tersebut juga sangat berpengaruh dengan kelancaran lampu lalu lintas di kota tersebut (Sitompul 2020).

*Internet of Things (IoT)* merupakan salah satu teknologi yang dimana sebuah objek memiliki kemampuan untuk mengirim dan menerima data menggunakan jaringan tanpa melibatkan manusia secara langsung dan terus menerus. IoT dapat digunakan untuk memonitoring dan mengatur lampu lalu lintas dengan memanfaatkan jaringan dan sensor untuk mengatur durasi lampu merah sesuai dengan kepadatan kendaraan yang ada (Efendi 2018). Hingga saat ini sudah banyak penelitian yang telah dilakukan yang berhubungan dengan permasalahan ini, salah satunya yaitu “*Prototype Lampu Lalu Lintas Adaptif Berdasarkan Panjang Antrian Kendaraan Berbasis Arduino Uno*” pada penelitian tersebut melakukan dua perancangan, yang pertama yaitu perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak. Pada penelitian tersebut menggunakan sensor *infra red*, yang digunakan untuk mendeteksi kendaraan pada lajur jalan tersebut (Rosyady, Ikhsan, dan Feter 2022).

Berdasarkan penelitian diatas, maka dari itu penelitian bertujuan untuk mengembangkan penelitian sebelumnya dengan menggunakan sensor laser sebagai pendeteksi panjang antri kendaraan. Sensor laser sendiri pernah digunakan dalam penelitian sebelumnya yang berjudul “Pengembangan Simulasi Pengendalian Lampu Lalu Lintas dan Pendeteksi Kepadatan Berbasis Arduino Mega 2560 Menggunakan LDS dan Laser” pada penelitian tersebut menggunakan sensor laser pada tiap ruas jalan yang berjumlah satu. Dengan menambahkan jumlah sensor yang ada pada tiap ruas maka akan meningkatkan jumlah kondisi yang bisa di masukkan dalam *Rules Based*. Dengan memanfaatkan jaringan, teknologi IoT maka akan terus menerus membaca data yang diterima oleh *microcontroller* dan kemudian akan diteruskan ke perangkat lain seperti *Website*, yang nantinya data yang didapat akan diolah menggunakan metode *Rules Based* agar bisa menghasilkan *output* berupa durasi dari lampu merah, kuning, dan hijau pada sebuah lampu lalu lintas.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka didapatkan rumusan masalah pada penelitian ini yaitu “Bagaimana perancangan, pengembangan, dan pengujian

*Prototype* Lampu Lalu Lintas Simpang berbasis *IoT* dengan menerapkan metode *Rules Based*”

### **1.3 Batasan Masalah**

Untuk memfokuskan penelitian agar tidak menyimpang, maka dibutuhkan batasan masalah. Adapun batasan masalah pada Perancangan Lampu lalu Lintas Berbasis IOT adalah sebagai berikut:

1. Proyek hanya berupa Prototype.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor laser tipe KY-008.
3. Sistem berjalan pada perangkat ESP32, dan bahasa pemograman C++
4. Proses pengujian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *Black Box Testing*.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

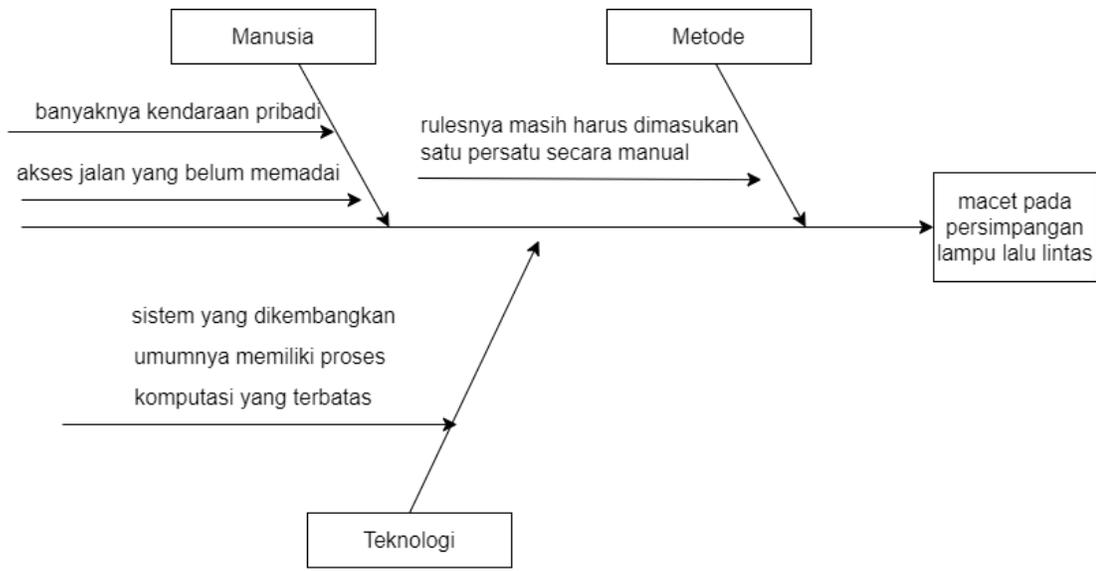
Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perancangan, pembangunan, hingga pengujian terhadap Perancangan Lampu lalu Lintas Berbasis *IoT* menggunakan sensor laser dengan menerapkan metode *Rules Based*.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Perancangan Lampu lalu Lintas Berbasis *IoT* diharapkan dapat menjadi sebuah ide yang bisa diterapkan pada lampu lalu lintas simpang empat yang mengalami kemacetan untuk mengurangi kemacetan yang terjadi.

### **1.6 Kerangka Pemikiran**

Kerangka Pemikiran pada penelitian ini dimodelkan dengan menggunakan diagram *fishbone* guna menjelaskan alur pemikiran dalam menyelesaikan permasalahan di penelitian ini. Adapun diagram kerangka pemikirannya sebagai berikut:



Gambar 1. 1 Diagram Fishbone

Dari diagram *fishbone* yang diperlihatkan Pada Gambar 1.1 dapat dijelaskan model kerangka pemikiran yang menggambarkan inti permasalahan yaitu, manajemen pengelolaan sistem lalu lintas dan akses yang belum memadai.

Tabel 1. 1 Diagram Sebab Akibat

Kategori	Sebab	Akibat
Teknologi	1. Sistem yang dikembangkan umumnya memiliki proses komputasi yang terbatas.	Macet pada persimpangan lampu lalu lintas
Manusia	2. Banyaknya kendaraan pribadi. 1. Akses jalan yang belum memadai	
Metode	1. Rulesnya masih harus dimasukkan satu persatu secara manual	

Berdasarkan penjabaran yang diperlihatkan pada Tabel 1.1 mengindikasikan sebab akibat berdasarkan diagram *Fishbone*, pada setiap kategori memiliki sebab yang berbeda-beda terhadap akibat yang ditimbulkan.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada Bab 2 berisikan tinjauan pustaka yang digunakan pada penelitian. Tinjauan pustaka berisikan dasar teori hingga metode yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir.

#### **2.1 Lampu Lalu Lintas**

Lampu lalu lintas adalah perangkat yang mengatur aliran lalu lintas di persimpangan jalan. Lampu lalu lintas ini menentukan urutan kendaraan dari arah tertentu yang akan bergerak terlebih dahulu, sementara arah lain akan berhenti, sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam UU no. 22/2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan.

Persimpangan dapat dilihat dari dua segi pandang untuk kontrol kendaraan yaitu (Rosyady dkk. 2022). :

- a. Persimpangan tanpa tanda (sinyal), yang dimana pengemudi yang memutuskan apakah aman atau tidak saat memasuki persimpangan itu.
- b. Persimpangan dengan tanda (sinyal), yang menjadikan pengemudi di atur oleh lampu lalu lintas yang dimana telah diatur sistem dengan tiga warna lampu yaitu merah, kuning, dan hijau.

#### **2.2 *Internet of Thing***

*Internet of thing* (IoT) adalah sebuah konsep terhubungnya perangkat dengan manusia, atau perangkat dengan perangkat lainnya sebagai media bertukar informasi atau data secara otomatis menggunakan program yang telah dibuat. Prinsip kerja IoT sendiri menggunakan program yang dimana program tersebut akan terhubung dengan mesin yang lainnya sehingga akan terus bekerja sesuai dengan program yang di buat (Rofii, Gunawan, dan Mustaqim 2022).

Cara kerja IoT sendiri adalah dengan cara menghubungkan sebuah benda dengan memberikan sebuah perintah program yang telah dirancang, yang membuat

tiap perintah akan menghasilkan sebuah interaksi antara mesin yang telah dihubungkan tanpa ada campur tangan manusia. Dengan memanfaatkan jaringan maka mesin akan saling terhubung dan bekerja, sementara manusia hanya akan memantau kinerja dari alat tersebut (Efendi 2018).

### **2.3 Metode *Rules Based***

*Rule Based System* (RBS) adalah sistem pakar yang menggunakan aturan sebagai acuan Tunjukkan pengetahuan mereka. Sistem berbasis aturan adalah perangkat lunak yang menyediakan keahlian ahli memecahkan masalah dalam bentuk aturan dalam domain tertentu. RBS adalah bentuknya Sistem pakar yang mudah digunakan yang dapat diterapkan pada banyak masalah. Namun, jika aturan ini terlalu banyak maka pemeliharaan sistem akan sulit, dan akan ada banyak kesalahan dalam alur kerja. Metode *Rules based* menggunakan teknik yang mudah digunakan dengan aturan dasar yang mencakup semuanya pengetahuan tentang masalah yang dihadapi. Kemudian diterjemahkan ke dalam aturan jika-maka yang berisi data, pernyataan dan informasi pendahuluan. Sistem memeriksa semua aturan bersyarat yang mendefinisikan *subset*, kumpulan konflik yang ada. Jika ditemukan konflik, maka akan dieksekusi. *Loop* ini diulang sampai beberapa kondisi bertemu. Jika kondisi tidak ditemukan, sistem keluar dari *loop* (berakhir) (Hartono dkk. 2022).

### **2.4 Mikrokontroler**

Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang dibuat pada sebuah chip tunggal. Dengan menggunakan mikrokontroler sudah dapat membuat sistem komputer yang dapat mengontrol alat. Mikrokontroler terdiri dari beberapa komponen yaitu, CPU, ROM, RAM dan I/O. komponen tersebut membentuk sistem komputer dasar.

Banyak peralatan yang sering ditemui menggunakan mikrokontroler, seperti mesin *foto-copy*, mesin cuci otomatis dan *handphone*. Peralatan tersebut dapat memiliki ukuran yang minimalis karena telah dikontrol dengan mikrokontroler (Saputra 2020)

## 2.5 ESP32

Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang dibuat pada sebuah *chip* tunggal. Dengan menggunakan mikrokontroler sudah dapat mengontrol alat. Mikrokontroler terdiri dari beberapa komponen yaitu, CPU, ROM, RAM, dan I/O. komponen tersebut membentuk sistem komputer dasar. ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang berasal dari China. ESP32 adalah penerus dari mikrokontroler ESP8266, yang dimana ESP32 menawarkan solusi dari sebuah jaringan *wifi* yang sudah tertanam pada mikrokontroler tersebut. *Wifi* tersebut digunakan untuk menghubungkan sebuah mikrokontroler yang ada ke jaringan *wifi*. ESP32 memiliki *dual core* prosesor yang bekerja di instruksi Xtensa LX16. ESP32 memiliki spesifikasi sebagai berikut (Kusumah dan Pradana 2019). :



*Gambar 2. 1 Board Mikrokontroler ESP32*

Jenis *board* yang ditampilkan pada Gambar 2.1 adalah mikrokontroler ESP32. Jenis *board* ini memiliki spesifikasi yang mempuni, karena terdapat modul *wifi* yang dapat digunakan sebagai pemantauan proyek yang sedang dikembangkan.

*Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32*

No	Atribut	Detail
1	Tegangan	3.3 Volt
2	Prosesor	Tensilica L108 32 bit
3	Kecepatan prosesor	Dual 160Mhz
4	RAM	520K
5	GPIO	34
6	ADC	7
7	Dukungan 802.11	1 1b/g/n/e/i
8	Bluetooth	BLE(Bluetooth Low Energy)

No	Atribut	Detail
9	SPI	3
10	I2C	2
11	UART	3

Dari spesifikasi yang tercantum pada Tabel 2.1 terlihat bahwa mikrokontroler ESP32 memiliki spesifikasi yang sangat memadai. Terdapat tegangan operasi sebesar 3,3V, kecepatan prosesor hingga 160 MHz dan kapasitas RAM sebesar 520KB. Spesifikasi ini menjadikan ESP32 sebagai mikrokontroler yang mumpuni untuk berbagai proyek IoT.

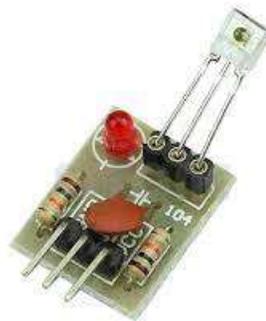
## 2.6 Sensor Laser

Sensor laser adalah salah satu sensor jarak yang mampu mendeteksi target berdasarkan posisi dan tidak terpengaruh oleh warna, sifat permukaan dan bentuk. Sensor laser memiliki beberapa keunggulan, yaitu ukurannya yang minimalis, konsumsi daya yang rendah, intensitas cahaya yang terukur dan sebaran cahaya yang lebih luas (Susilawati dan Awaludin 2019).

KY-008 merupakan sensor laser *transmitter* yang menggunakan cahaya beam 650nm berbentuk titik. Cahaya beam akan menerima nilai 1 pada receiver dan akan bernilai 0 jika terputus. Angka 1 akan berubah menjadi 0 bila ada objek yang menutupi gelombang beam. Adapun modul penerima sinyal sensor laser (*Laser Receiver*), modul ini berfungsi sebagai penerima sinyal *beam* dari sensor laser (Hareva, Wirawan, dan Hardjono 2020).



*Gambar 2. 2 Sensor Laser KY-008*



*Gambar 2. 3 Sensor Receiver*

Pada komponen yang diperlihatkan pada Gambar 2.2 adalah sensor laser dengan tipe KY-008, sensor laser ini akan digunakan sebagai pendeteksi banyaknya kendaraan yang ada pada suatu jalur. Pada Gambar 2.3 merupakan penerima data dari sensor laser (sensor penerima), yang akan digunakan sesuai dengan jumlah sensor laser yang terpasang pada jalur tertentu.

## **2.7 Optimalisasi Durasi Lampu Lalu Lintas**

Penentuan performa lampu lalu lintas saat ini diatur oleh peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 49 Tahun 2014, sementara metodologi untuk hal ini terdokumentasikan dalam Manual Kendaraan Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997. Akan tetapi, setelah penerapan di lapangan, terungkap bahwa penyesuaian durasi lampu lalu lintas tidak selalu mencukupi untuk mengakomodasi perubahan volume kendaraan yang fluktuatif dari waktu ke waktu, khususnya pada

saat terjadi kepadatan arus kendaraan pada persimpangan jalan, terutama pada waktu-waktu tertentu.(Nirwanda dkk. 2023)

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan literatur yang telah digunakan pada penulisan tugas akhir ini, didapatkan penelitian terdahulu yang dapat dijadikan acuan atau referensi terhadap penelitian yang akan dilakukan yaitu Perancangan dan Monitoring Lampu Lalu Lintas Pintar Dengan Sensor Laser Berbasis IoT. Beberapa penelitian yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan telah dirangkum dan ditunjukkan pada Tabel 2.2.

*Tabel 2. 2* Tabel Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Hasil
1.	(Alamsyah 2012)	Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berbasis Mikrokontroller ATMEGA8535	<b>Hasil :</b> Pada pengujian simulasi menggunakan proteus dilakukan pengaturan lampu lalu lintas sistem dua arah dimana pada sistem ini jika lampu lalu lintas sebelah utara-selatan dalam posisi berhenti (lampu warna merah menyala) maka lampu lalu lintas sebelah timur-barat dalam posisi jalan (lampu warna hijau menyala). Dalam pengaturan waktu digunakan penyalaaan lampu merah 60 detik, lampu

No.	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Hasil
			kuning 5 detik, dan lampu hijau 40 detik
2.	(Rosyady dkk. 2022)	<i>Prototype</i> Lampu Lalu Lintas adaptif Berdasarkan Panjang Antrian Kendaraan Berbasis Arduino Uno	<b>Hasil :</b> sistem lampu lalu lintas yang dirancang dapat mengendalikan lampu lalu lintas berdasarkan panjang antrian kendaraan pada masing-masing ruas jalan.
3.	(Pandoyo, Permana, dan ... 2021)	Perancangan Purwarupa Lampu Lalu Lintas Pintar Untuk Kendaraan Pemadam Kebakaran Menggunakan <i>Internet of Things</i>	<b>Hasil :</b> Hasil pengujian smart traffic light dari lampu lalu lintas berhasil berubah secara realtime dengan jarak pengaturan 150 meter pada pengujian didapatkan hasil nilai jarak dari 10 kali percobaan setiap jalur dengan nilai berubah rata rata jalur 1 ( 133.39 meter ), jalur 2 ( 127.47 meter ), jalur 3 ( 136.34 meter )
4.	(Yuliani, Budhiati. V., dan Mashuri 2012)	Algoritma <i>Bee Colony</i> dengan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> untuk Pengaturan Lampu	<b>Metode :</b> <i>Fuzzy Mamdani</i> <b>Hasil :</b> fase lampu lalu lintas menjadi 4 fase tanpa adanya tabrakan arus kendaraan, dan durasi

No.	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Hasil
		Lalu Lintas	lampu lalu lintas berubah saat kendaraan berhenti.
5.	(Sitompul 2020)	Rancang Bangun Traffic Light System Tanggap Darurat Berbasis IoT	<b>Hasil :</b> mempermudah para petugas yang ada di setiap persimpangan sehingga tidak perlu mengatur kendaraan prioritas melewati setiap persimpangan.
6.	(Kontrol dkk. 2019)	Sistem Kontrol Lalu Lintas Untuk Layanan Darurat Berbasis <i>Internet of Things(IoT)</i>	<b>Hasil :</b> lampu lalu lintas yang diberikan perintah dalam keadaan “prioritas” dan pada lampu lalu lintas lain menginformasikan bahwa lampu lalu lintas yang diberikan perintah dalam keadaan “Prioritas”. Lampu lalu lintas akan kembali menyala kedalam perhitungan normal setelah perintah dijalankan, melanjutkan perhitungan sebelumnya.
7.	(Mandal dkk. 2020)	<i>Artificial Intellegence- Enebled Traffic Monitoring System</i>	<b>Hasil :</b> dapat mengambil keputusan terhadap antrian dan kepentingan kendaraan

No.	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Hasil
8.	(Nirwanda dkk. 2023)	PROTOTYPE SMART TIME SCHEDULER LAMPU LALU LINTAS MENGUNAKAN ALGORITMA HAAR CASCADE	<b>Metode :</b> <i>Fuzzy Mamdani</i> <b>Hasil :</b> dapat menghitung jumlah kendaraan dan menginstruksikan Arduino dalam mengatur durasi nyala lampu lintas dimana Pada kategori jumlah antrian kendaraan Normal, lampu hijau trafik light mendapatkan Waktu tunggu selama 10 detik dalam hitungan mundur, kategori Sedang selama 15 detik, dan Kategori Padat, selama 20 detik.

---

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

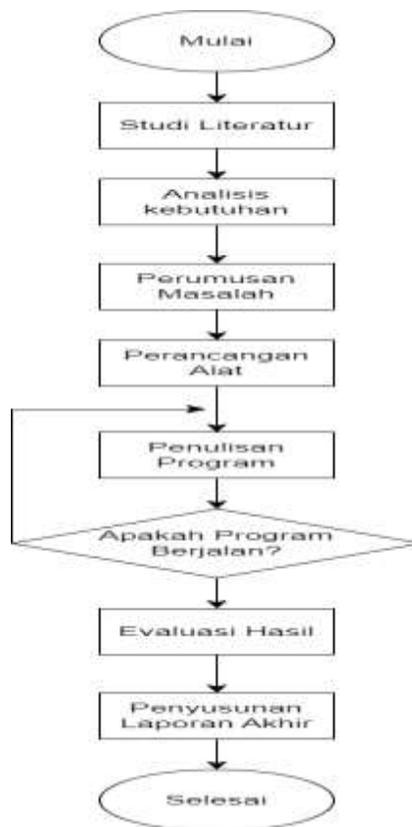
Pada bab 3 menjelaskan mengenai metodologi yang akan digunakan pada penelitian ini, pengerjaan penelitian ini berisi garis besar penelitian, diagram alir penelitian, prosedur penelitian, dan rencana jadwal penelitian dalam Perancangan dan Monitoring Lampu Lalu Lintas Pintar Dengan Sensor Laser Berbasis IoT.

#### **3.1 Gambaran Besar Penelitian**

Pada penelitian ini, terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan. Tahap pertama yaitu dilakukan studi literatur mengenai persoalan yang dihadapi dalam penelitian dengan menelusuri ide atau sumber referensi yang pernah dibuat sebelumnya. Tahap selanjutnya adalah analisis terhadap kebutuhan dalam penelitian terkait perancangan sistem lampu merah pintar. Selanjutnya adalah perumusan masalah terkait dengan metode yang sudah dilakukan perumusan masalah terkait dengan pengembangan lampu merah pintar berbasis *IoT* dengan menggunakan metode *Rules Based*. Kemudian tahap selanjutnya adalah tahap perancangan alat. Dalam penyusunan alat dan monitoring lampu merah pintar, diperlukan suatu sistem yang dapat mengatur durasi sebuah lampu merah, kuning dan hijau pada lampu lalu lintas secara otomatis. Selanjutnya yaitu tahap pengembangan sistem lampu lalu lintas pintar berbasis IoT. Mekanisme singkatnya, sistem akan melakukan proses pendektasian panjang kendaraan menggunakan sensor laser. Jika sensor pada suatu jalur menyala maka *receiver* akan mengirim data sesuai dengan data yang diterima dari sensor laser tersebut, dan akan mengirimkan kepada ESP32. Sistem akan menghitung dan mengubah durasi pada setiap lampu lalu lintas yang lain. Pada setiap jalur ada sekitar 2 sensor, yang dimana sensor tersebut akan di taruh pada pinggir jalan untuk memaksimalkan kerja dari sensor laser tersebut. Perhitungan pada penambahan durasi lalu merah, kuning, dan hijau sendiri disesuaikan dengan banyaknya sensor yang aktif pada jalur tersebut. Penambahan durasi lampu hijaunya sendiri adalah 10 detik persensor yang aktif. Jika pada suatu jalur hanya terdekteksi

satu sensor saja yang aktif maka penambahan waktunya hanya untuk satu sensor saja, begitupun seterusnya dengan sensor 2 yang aktif, maka akan menambahkan durasi untuk 2 sensor yang aktif tersebut. Dengan hal ini diharapkan mampu memaksimalkan lampu lalu lintas agar kemacetan bisa dikurangi. Untuk *output* nya sendiri bisa diamati dengan sebuah *website*, yang dimana *website* tersebut berfungsi sebagai tempat *monitoring* lampu lalu lintas tersebut.

### 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 3.1 dalam bentuk diagram alir.

### 3.3 Prosedur Penelitian

Adapun penjelasan lebih lengkap terkait tahapan-tahapan yang ada pada sub bab diagram alir penelitian akan dijelaskan pada sub bab prosedur penelitian ini. Berikut penjelasan tahap-tahap yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini.

#### 3.3.1 Studi Literatur

Tahapan pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah tahapan studi literatur. Pada tahap ini akan dilakukan kajian literatur dari beberapa sumber seperti jurnal penelitian, artikel, dan juga buku yang memiliki keterkaitan dengan topik yang akan diangkat pada penelitian ini. Misalnya seperti Lampu lalu lintas pintar, IoT dan *Rules Based*. Hasil dari studi literatur yang telah dilakukan akan menjadi acuan dari landasan teori dan referensi dalam mengerjakan penelitian pada tugas akhir ini.

#### 3.3.2 Analisis Kebutuhan

Pada proses tahap analisis kebutuhan untuk mengetahui spesifikasi kebutuhan penelitian yang akan dilakukan. Spesifikasi yang dibutuhkan ialah kebutuhan *hardware dan software*.

##### A. Analisis Kebutuhan *Hardware*

Tabel 3. 1 Analis Kebutuhan *Hardware*

NO	<i>Hardware</i>	Keterangan	Fungsi
1	Mikrokontroler	ESP32	Board pengendali utama
2	Sensor laser	KY-008	Penanda garis diskualifikasi dan pemancar cahaya beam.
3	Modul LDR	<i>Receiver sensor</i>	Penerima sinyal beam sensor laser
4	Lampu LED	Lampu LED	Lampu merah, kuning, hijau

Dari penjabaran yang diperlihatkan pada Tabel 3.1 terdapat kebutuhan *hardware* yang digunakan pada proyek ini. Pertama terdapat mikrokontroler ESP32 sebagai *board* pengendali utama. Sensor laser sebanyak 8 untuk

mendeteksi banyak nya kendaraan pada suatu jalur. *Receiver* laser sebanyak 8 yang digunakan sebagai penerima sinyal *beam* dari sensor laser yang kemudian akan mengirim datanya kepada ESP32. Terakhir terdapat lampu LED sebagai lampu lalu lintas yang terpasang di setiap lajur jalan.

## B. Analisis kebutuhan *Software*

Tabel 3. 2 Analisis Kebutuhan *Software*

No	<i>Software</i>	Keterangan	Fungsi
1	<i>Operating System</i>	Windows 11	Menjalankan program komputer
2	<i>Code Editor</i>	<i>Arduino IDE</i> dan <i>Visual Studio Code</i>	Tempat Pemograman arduino
3	<i>database</i>	<i>PostgreSQL</i> atau <i>MYSQL</i>	Database
4	Web browser	Google Chrome	Mengakses web dashboard

Pada tabel 3. 2 merupakan kebutuhan *software* yang digunakan pada proyek ini. Pertama ada *windows 11* yang berfungsi sebagai program utama komputer yang digunakan. Setelah itu *arduino IDE* sebagai tempat untuk mengelola dan mengimplementasikan program. *MYSQL* sebagai *database* dan yang terakhir yaitu *google chrome* untuk melihat *dashboard monitoring* proyek yang telah dibuat.

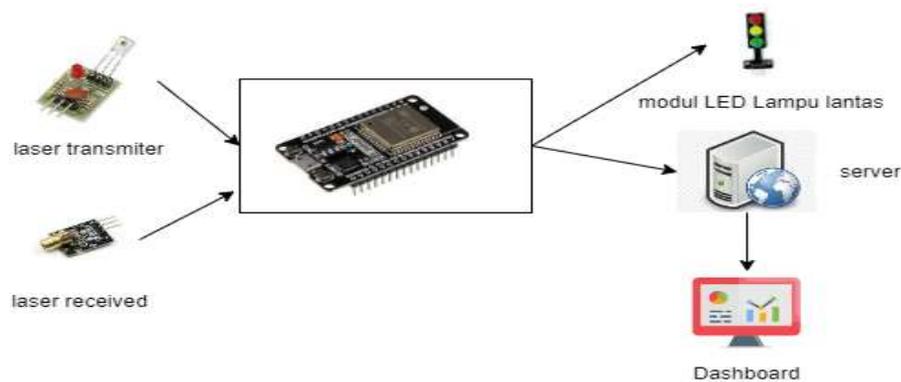
### 3.3.3 Perumusan Masalah

Permasalahan utama dilakukannya penelitian ini yaitu untuk dapat meminimalisir dan juga mencegah terjadinya kemacetan pada persimpangan yang memiliki lampu lalu lintas. Persimpangan yang memiliki lampu lalu lintas menjadi salah satu penyebab terjadinya kemacetan pada jalan raya. Rumusan masalah pada proses pengembangan lampu lalu lintas pintar ini menggunakan metode *Rules based*,

yang dimana dari metode tersebut nantinya akan digunakan untuk mengatur durasi lampu lalu lintas agar sesuai dengan panjang antrian kendaraan pada jalur tersebut.

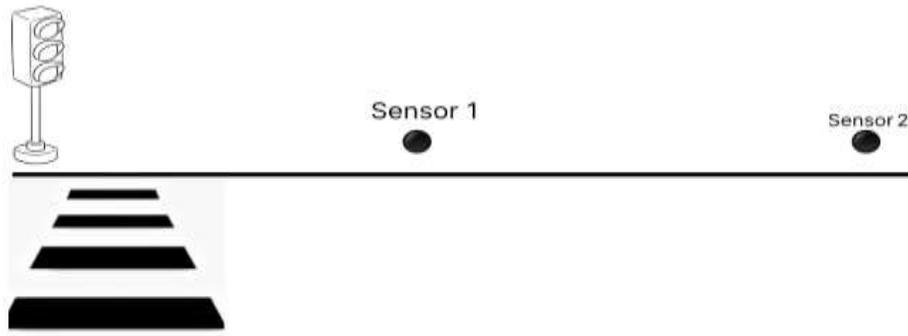
### 3.3.4 Perancangan Alat

Dalam perancangan dan pembuatan alat untuk menghasilkan lampu lalu lintas pintar pada suatu persimpangan. Dibutuhkan suatu sistem yang dapat mendeteksi panjang antrian kendaraan dan mengatur durasi lampu merah tersebut. Mampu memberikan respon *output* secara *otomatis*. Adapun perancangan diagram blok sistem mengenai sistem kerja perangkat yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat ditunjukkan pada Gambar 3.2



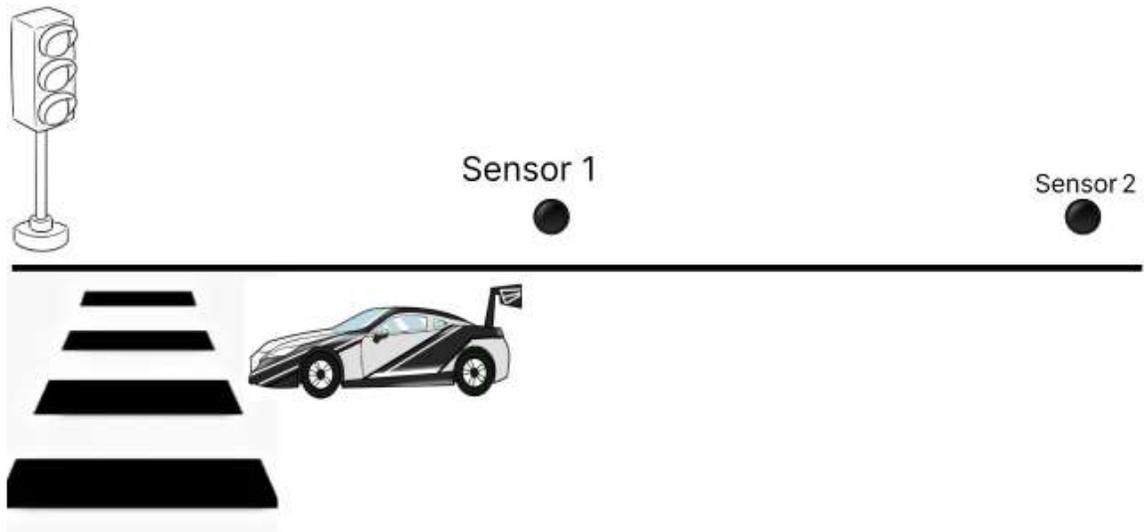
Gambar 3. 2 Arsitektur Sistem

Pada Gambar 3.2 terlihat komponen-komponen dalam sistem lampu lalu lintas pintar ini terdiri dari beberapa bagian. Sensor Laser berperan dalam mendeteksi panjang antrian kendaraan. Sensor *receiver* berfungsi sebagai penerima sinyal dari sensor laser dan mengirimkannya ke ESP32, yang bertindak sebagai perangkat utama untuk memproses semua komputasi. Selanjutnya, modul LED digunakan sebagai *output* dan sebagai penanda sinyal lampu merah, kuning, dan hijau. Terakhir, website digunakan sebagai platform pemantauan untuk mengawasi durasi lampu merah, kuning, dan hijau sebagai indikator durasi pada lampu lalu lintas yang telah diatur.



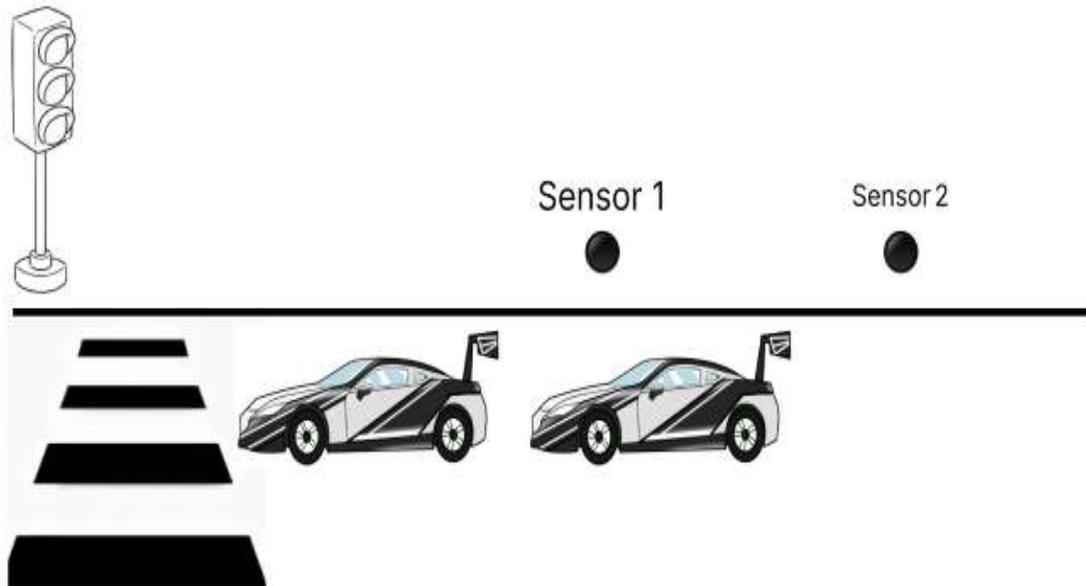
Gambar 3. 3 Kondisi Jalan Sepi Tanpa Mobil

Pada gambar 3.3 kondisi pada suatu jalur sedang sepi tanpa adanya kendaraan, sensor 1 dan sensor 2 tidak mendeteksi kendaraan sehingga membuat kondisi sepi tanpa ada kendaraan.



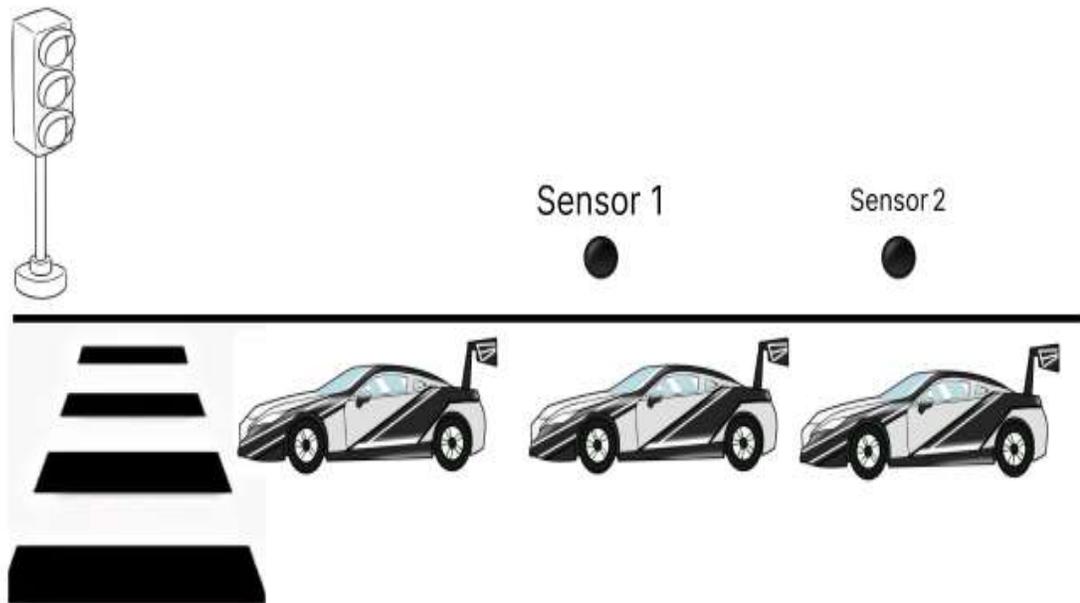
Gambar 3. 4 Kondisi Jalan Sepi Dengan mobil

Pada gambar 3. 4 kondisi jalur sepi dengan 1 mobil. Terdapat sebuah kendaraan akan tetapi masih belum mengenai sensor 1 pada lajur tersebut. Kondisi ini masih termasuk dalam kondisi sepi.



Gambar 3. 5 Kondisi Jalan Normal

Pada gambar 3. 5 kondisi pada suatu jalur normal dengan adanya 2 mobil, pada mobil ke 2 sensor mendeteksi adanya kendaraan. Sensor laser yang menuju ke *receiver* terputus, sehingga nilai yang diterima oleh *receiver* berubah. Setelah itu nilai tersebut dikirim kepada ESP32 untuk dikelola. Data tersebut untuk menentukan aturan yang telah di implementasikan untuk memperoleh durasi lampu lalu lintas yang baru sesuai dengan kondisi pada jalur tersebut.



Gambar 3. 6 Kondisi Jalan Ramai

Pada gambar 3. 6 kondisi pada suatu jalur ramai dengan adanya 3 mobil. Mobil ke 3 sensor mendeteksi adanya kendaraan. Sensor laser yang menuju ke *receiver* terputus, sehingga nilai yang diterima oleh *receiver* berubah. Nilai tersebut dikirim kepada ESP32 untuk dikelola. Setelah itu aturan yang telah di implementasikan akan menentukan durasi lampu lalu lintas yang baru sesuai dengan kondisi pada jalur tersebut.

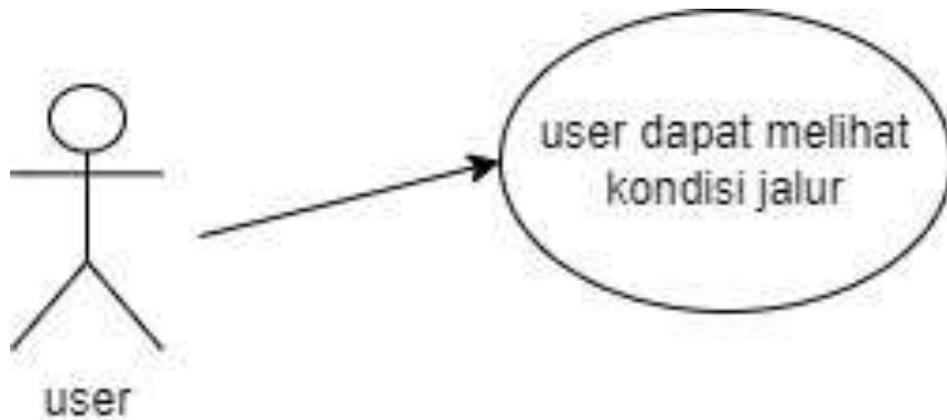
Tabel 3. 3 Rules Based

No	Keadaan	Sensor 1	Sensor 2	sistem
1	Jalur sepi	0	0	Durasi lampu hijau 10 detik
2	Jalur normal	1	0	Durasi lampu hijau 15 detik
3	Jalur ramai	1	1	Durasi lampu hijau 20 detik

Pada tabel 3.3 sebuah *rules based* yang di implementasikan kedalam sistem. Penambahan durasi lampu hijau bergantung kepada jumlah sensor yang menyala. Setiap sensor akan memberikan tambahan durasi waktu yang telah ditentukan. Angka 1 menunjukkan bahwa sensor dalam keadaan mendeteksi adanya kendaraan di jalur. Sebaliknya, apabila kita menemui angka 0, itu mengindikasikan bahwa sensor tidak mendeteksi adanya kendaraan. Terdapat 3 kondisi yang berbeda, kondisi pertama sensor 1 dan sensor 2 bernilai 0 yang mengindikasikan jalur tersebut sedang sepi. Pada kondisi kedua sensor 1 bernilai 1 dan sensor 2 bernilai 0 yang mengindikasikan jalur tersebut sedang normal. Pada kondisi ketiga sensor 1 dan sensor 2 bernilai 1 yang mengindikasikan jalur tersebut sedang ramai.

### 3.3.5 Penulisan Program

Tahapan ini meliputi coding atau membuat program dengan menuliskan kode program. Penulisan kode program ini sesuai dengan desain sistem dan alat yang telah dirancang. Pada tahap ini sangat penting untuk membuat *rules* sesuai dengan kondisi yang telah dikumpulkan sesuai dengan metode *Rules based*. Pada tahap ini penulis dapat memperkirakan apakah rancangan alat yang telah dibuat sesuai atau belum sesuai.

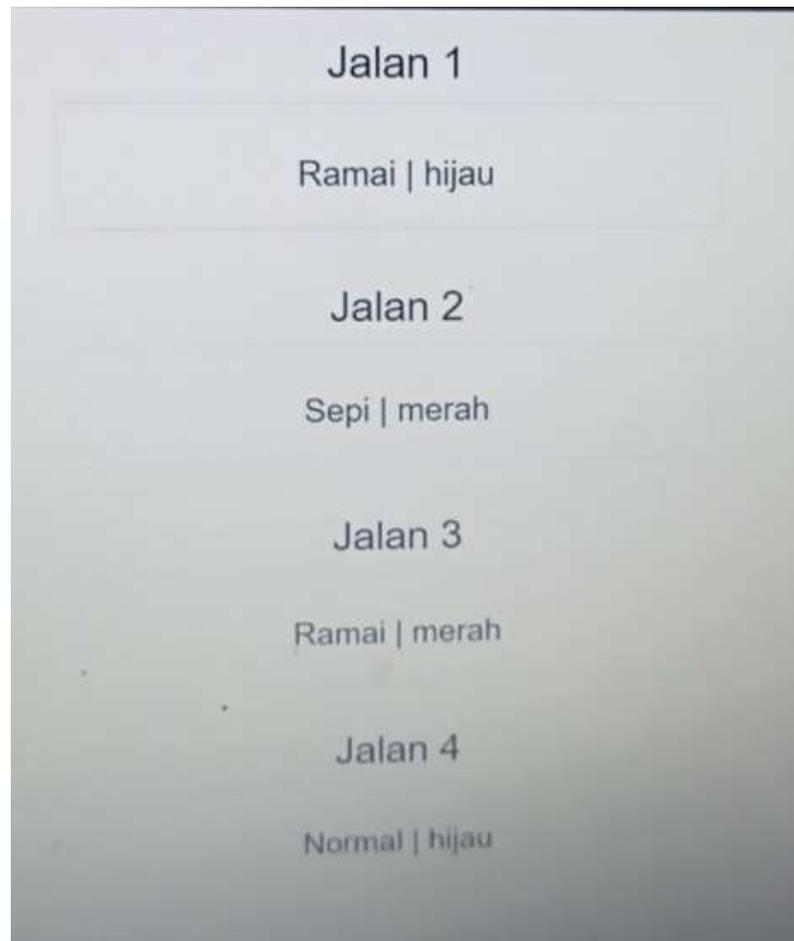


Gambar 3. 7 Use Case

Tabel 3. 4 Deskripsi *Use Case*

No	<i>Use Case</i>	Deskripsi	Aktor
1	Melihat kondisi jalur	<i>user</i> dapat melihat kondisi jalur yang ada	<i>User</i>

Pada tabel 3. 4 user dapat melihat kondisi dari setiap jalur secara *real time*. *User* bisa mengetahui pada jalur mana yang sedang ramai, normal, sepi, dan juga bisa melihat apakah pada jalur tersebut sedang lampu merah, atau hijau. Tampilan *dashboard website monitoring* yang digunakan untuk mengamati lampu lalu lintas berbasis IoT terdapat pada Gambar 3.8.



*Gambar 3. 8 Website Monitoring*

### **3.3.6 Pengujian Program**

Tahap pengujian program ini bertujuan untuk memastikan bahwa kode yang telah ditulis telah sesuai dan terhubung dengan perangkat yang telah dirancang, serta apakah menghasilkan hasil yang sesuai dengan harapan. Tahap ini mirip dengan tahap sebelumnya, yaitu memverifikasi apakah *rules* yang telah diimplementasikan dalam program berfungsi sebagaimana mestinya. *Rules* ini mencakup kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya untuk menentukan durasi lampu merah, kuning dan hijau pada lampu lalu lintas. Pengujian akan menggunakan metode *Blackbox Testing* yang berfokus pada spesifikasi fungsional perangkat lunak untuk memastikan *output* sesuai dengan yang diharapkan..

### 3.3.7 Evaluasi Hasil

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui apakah semuanya berjalan dengan baik dan sesuai dengan ketentuan. Jika ada kesalahan yang terdeteksi, langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan baik pada desain maupun kode program. Namun, jika sistem sudah berfungsi dengan baik dan menghasilkan *output* sesuai dengan yang diinginkan, maka proses *validasi* dianggap sukses.

### 3.4 Rencana Jadwal Penelitian

Berdasarkan metodologi penelitian yang telah dijelaskan, maka susunan rencana jadwal penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 3. 5 Rencana Jadwal Perencanaan

Kegiatan	Bulan																			
	1				2				3				4				5			
	M 1	M 2	M 3	M 4																
Studi Literatur																				
Perumusan masalah																				
Perancangan alat																				
Penulisan Kode program																				
Pengujian Program																				
Pengujian <i>Rules Based</i>																				
Evaluasi akhir																				
Penyusunan laporan Akhir																				

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

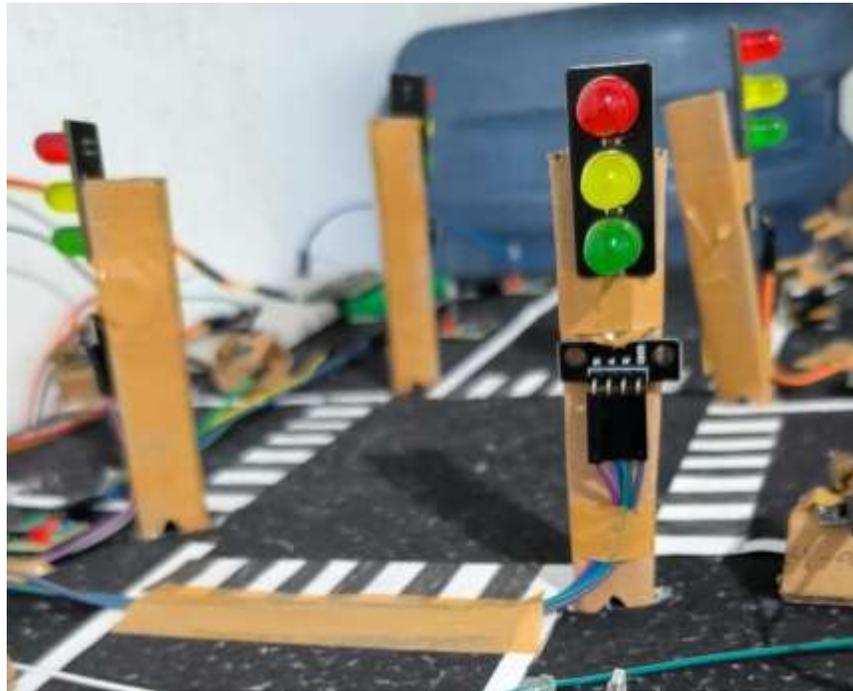
Pada bab ini, akan dijelaskan secara detail mengenai hasil dan pembahasan yang juga meliputi penjelasan secara menyeluruh dari dilakukannya penelitian terhadap Perancangan dan *Monitoring* Lampu Lalu Lintas Pintar Dengan Sensor Laser Berbasis IoT.

#### **4.1 Perancangan Alat**

Pada tahap ini dilakukan serangkaian perancangan *hardware* dari sistem lampu lalu lintas, perancangan ini terbagi menjadi 4 bagian yaitu, perancangan lampu LED lalu lintas, perancangan sensor laser, perancangan *receiver* laser dan perancangan arsitektur sistem.

##### **4.1.1 Penyusunan Lampu LED Lalu Lintas**

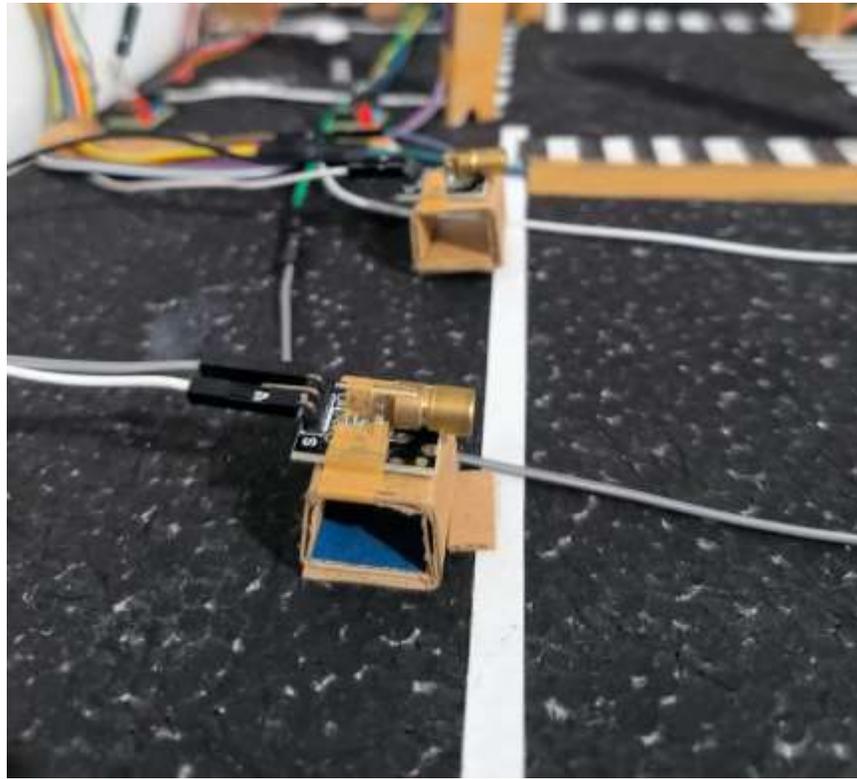
Pada tahap ini akan berfokus pada penyusunan lampu LED lalu lintas, pada Lampu LED terdapat 4 pin pada 1 set lampu LED lalu lintas. Pin tersebut terdiri dari 3 pin *INPUT* dan satu pin *ground*. Pin lampu merah, kuning dan hijau dihubungkan menuju ke pin ESP32, sedangkan untuk *ground* dihubungkan ke pin *ground* ESP32. seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Penyusunan Lampu LED Lalu Lintas

#### 4.1.2 Penyusunan Sensor Laser

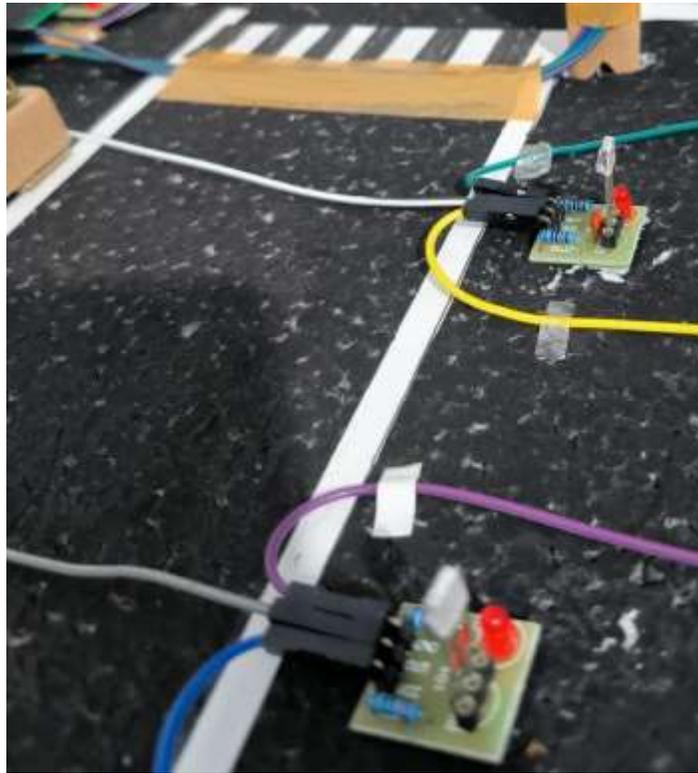
Penyusunan sensor laser hanya melibatkan dua pin, yaitu *ground* dan positif, sebagai koneksi sumber daya. Sensor laser ini akan berfungsi sebagai pengirim data ke *receiver*. Jumlah sensor laser yang digunakan dalam proyek ini adalah sebanyak 8 unit, dengan 2 sensor laser terpasang di setiap ruas jalan, sebagaimana terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Penyusunan Sensor Laser

#### 4.1.3 Penyusunan *Receiver*

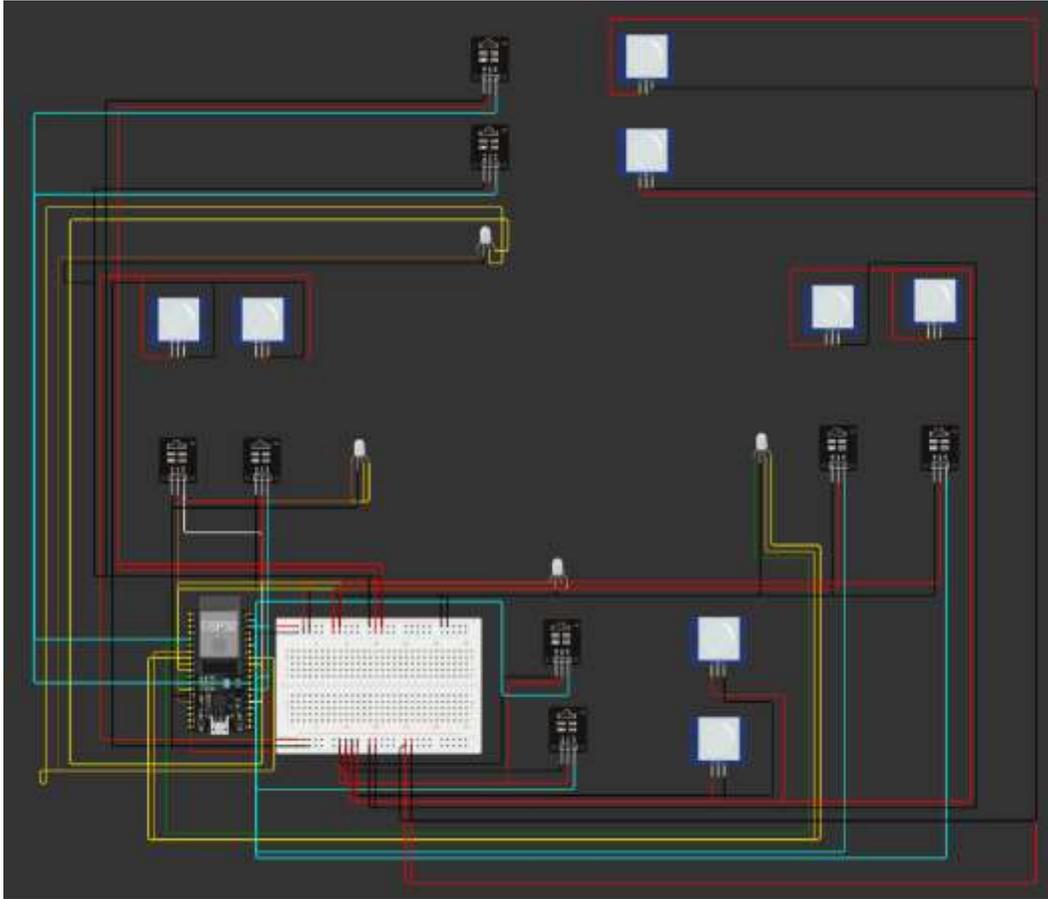
Penyusunan *receiver* disesuaikan dengan jumlah sensor laser yang digunakan, yaitu 8 *receiver*. *Receiver* ini berfungsi sebagai penerima data yang dikirim oleh sensor laser. *Receiver* akan mengirimkan data yang telah dikirimkan menuju ESP32.



Gambar 4. 3 Pemasangan *Receiver*

Pada gambar 4.3 *receiver* akan mengirimkan data kepada ESP32 sesuai dengan keberadaan sinar laser yang dipancarkan oleh laser. Data tersebut akan di implementasikan kedalam sebuah *rules* yang telah dibuat. Pin yang digunakan pada *receiver* adalah sejumlah 3 pin, yaitu 1 pin yang menuju ESP32 dan 2 pin sebagai daya (positif dan negatif).

#### 4.1.4 Arsitektur Sistem



Gambar 4. 4 Arsitektur Sistem

Rangkaian sistem diperlihatkan sebagaimana Gambar 4. 4 seluruh alat telah disusun sedemikian rupa. ESP32 digunakan sebagai *board* utama dalam pemrosesan data yang diterima sensor. Sensor laser disusun sebanyak 2 buah sensor untuk setiap jalur. Dengan demikian, seluruh jalur pada sistem menggunakan sensor laser sebanyak 8 buah. Lampu lalu lintas berupa model LED disusun sejumlah 4 buah lampu. Setiap modul lampu LED menggunakan 3 pin yang terhubung ke ESP32 dan 1 pin terhubung ke *ground*.

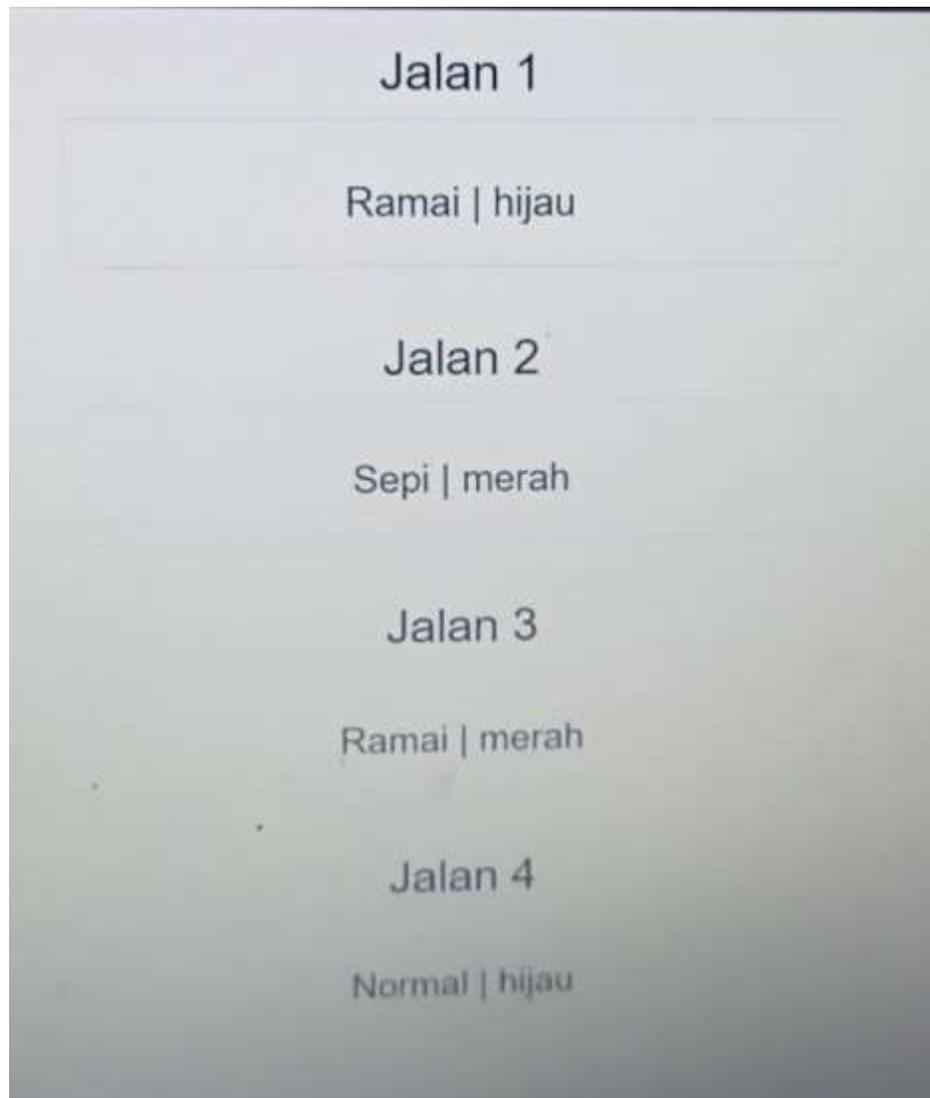
Pertama penyusunan lampu LED lalu lintas. Pin pada LED lampu lalu lintas berjumlah 4. Pada jalur satu menggunakan pin 14 (hijau), 12 (kuning), 14 (merah). Jalur dua menggunakan pin 25 (hijau), 26 (kuning), 27 (merah). Jalur tiga menggunakan pin 35 (hijau), 32 (kuning), 33 (merah). Jalur empat menggunakan pin

19 (hijau), 18 (kuning), 5 (merah). Pin tersebut terhubung langsung dengan ESP32 sebagai *output*, dan pin *ground* pada masing-masing LED terhubung langsung menuju pin *ground* pada ESP32.

Langkah berikutnya adalah menyusun *receiver* laser, penyusunan *receiver* menggunakan 3 *output* pin. Salah satu pin dihubungkan langsung dengan ESP32. *Receiver 1* menggunakan pin 4, *Receiver 2* menggunakan pin 2, *Receiver 3* menggunakan pin 15, *Receiver 4* menggunakan pin 21, *Receiver 5* menggunakan pin 22, *Receiver 6* menggunakan pin 23, *Receiver 7* menggunakan pin 34, dan *Receiver 8* menggunakan pin 16. Dua pin lainnya digunakan sebagai daya yang dihubungkan ke positif dan *ground*. Pada penyusunan sensor laser hanya menggunakan 2 pin yaitu positif dan *ground* sebagai daya.

#### **4.2 Penulisan Program ESP32**

Penulisan program menggunakan bahasa pemrograman C++. Tahap pertama dilakukan pendefinisian pada pin ESP32. Kemudian diinisialisasikan variabel-variabel yang digunakan untuk menyimpan data seperti data sensor dan status jalan. Tahap selanjutnya dilakukan pengondisian pada setiap jalur untuk menentukan status jalur sesuai dengan *rules* yang telah ditentukan sebagaimana pada Tabel 3.3. Pada tahap berikutnya dilakukan penghubungan antara ESP32 dan komputer menggunakan jaringan *wifi* yang tersedia. Setelah ESP32 terhubung dengan komputer, dilakukan pembuatan *database* untuk menyimpan data status pada setiap jalur. Kemudian dilakukan pembuatan *API* untuk mengirim data status jalan dari ESP32 menuju ke *database*. Pada tahap terakhir dilakukan pembuatan *website* untuk menampilkan status jalan yang datanya diambil dari *database* yang telah dibuat.



Gambar 4. 5 Monitoring kondisi lalu lintas

Pada tampilan *website* yang diperlihatkan pada Gambar 4.5 Menampilkan kondisi lalu lintas, monitoring ini dapat diakses melalui sebuah website yang menampilkan situasi lalu lintas di seluruh jalur.

### 4.3 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan secara langsung dengan menghubungkan ESP32 dengan seluruh modul untuk mengamati performa sistem *secara real-time*. Metode yang diterapkan dalam proyek ini adalah *black box testing*, yang

difokuskan pada pengujian fungsionalitas keseluruhan sistem. Contohnya, saat menguji *receiver* dan sensor laser, skenario input mencakup objek yang bergerak mendekati *receiver* dan sensor laser, serta objek yang tidak bergerak. *Output* yang diharapkan adalah *receiver* dapat menerima sinyal dari sensor laser sesuai dengan kondisi jalan saat itu.

Pengujian dilanjutkan pada ESP, termasuk pengiriman data dari *receiver* dan sensor laser serta penerimaan perintah dari ESP32 untuk mengontrol lampu lalu lintas. Pada tahap pengujian ESP32, pastikan bahwa keseluruhan komponen beroperasi dengan baik dalam mengatur lalu lintas dalam skenario yang kompleks. Selanjutnya, pengujian dilakukan pada lampu lalu lintas, yang merupakan *output* akhir dari Sistem Lalu Lintas Pintar. Hasil pengujian yang diharapkan adalah durasi lampu lalu lintas yang telah diperbarui. Durasi tersebut diperoleh dari serangkaian proses sebelumnya melalui ESP32 dan sesuai dengan kondisi pada jalur tersebut.

Penerapan metode *All Pairs Testing* merupakan pendekatan yang efektif. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan kombinasi yang mungkin terjadi. Dengan rangkaian kombinasi yang berhasil dihasilkan, langkah selanjutnya melibatkan implementasi pada program ESP dengan menerapkan aturan yang telah disusun sebelumnya.

#### 4.4 Evaluasi Hasil

Tabel 4. 1 Pengujian pada jalur 1 menggunakan metode *Black Box*

No.	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Lampu LED	Lampu dapat menyala dengan baik	Sesuai Harapan	Valid
2	Sensor Laser 1	Sensor dapat mengirimkan data pada <i>receiver</i> 1	Sesuai Harapan	Valid

No.	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
3	Sensor Laser 2	Sensor dapat mengirimkan data pada <i>receiver 2</i>	Sesuai Harapan	Valid

Pada tabel 4.1 telah dilakukan pengujian pada alat pada jalur 1. Lampu LED berfungsi dengan baik dan berganti warna sesuai dengan perintah yang telah diberikan. Sensor laser 1, sensor laser 2 dan *receiver* berfungsi dengan baik. Sensor laser memberikan data kepada *receiver* dan menyalurkannya ke ESP32 sehingga membuat perubahan waktu lalu lintas sesuai dengan *rules* yang telah di terapkan pada program.

Tabel 4. 2 Pengujian pada jalur 2 menggunakan metode *Black Box*

No.	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Lampu LED	Lampu dapat menyala dengan baik	Sesuai Harapan	Valid
2	Sensor Laser 1	Sensor dapat mengirimkan data pada <i>receiver 1</i>	Sesuai Harapan	Valid
3	Sensor Laser 2	Sensor dapat mengirimkan data pada <i>receiver 2</i>	Sesuai Harapan	Valid

Pada tabel 4.2 telah dilakukan pengujian pada alat pada jalur 2. Lampu LED berfungsi dengan baik dan berganti warna sesuai dengan perintah yang telah diberikan. Sensor laser 1, sensor laser 2 dan *receiver* berfungsi dengan baik. Sensor laser memberikan data kepada *receiver* dan menyalurkannya ke ESP32 sehingga membuat perubahan waktu lalu lintah sesuai dengan *rules* yang telah di terapkan pada program.

Tabel 4. 3 Pengujian pada jalur 3 menggunakan metode *Black Box*

No.	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Lampu LED	Lampu dapat menyala dengan baik	Tidak Sesuai Harapan	Invalid

No.	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
2	Sensor Laser 1	Sensor dapat mengirimkan data pada <i>receiver 1</i>	Sesuai Harapan	Valid
3	Sensor Laser 2	Sensor dapat mengirimkan data pada <i>receiver 2</i>	Sesuai Harapan	Valid

Pada tabel 4.3 telah dilakukan pengujian pada alat pada jalur 3. Lampu LED tidak berfungsi dengan baik. Warna hijau pada lampu LED redup sehingga pada saat lampu hijau menyala tidak dapat diketahui. Akan tetapi dapat berganti warna sesuai dengan perintah yang telah diberikan. Sensor laser 1, sensor laser 2 dan *receiver* berfungsi dengan baik. Sensor laser memberikan data kepada *receiver* dan menyalurkannya ke ESP32 sehingga membuat perubahan waktu lalu lintas sesuai dengan *rules* yang telah di terapkan pada program.

*Tabel 4. 4 Pengujian pada jalur 4 menggunakan metode Black Box*

No.	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Lampu LED	Lampu dapat menyala dengan baik	Sesuai Harapan	Valid
2	Sensor Laser 1	Sensor dapat mengirimkan data pada <i>receiver 1</i>	Sesuai Harapan	Valid
3	Sensor Laser 2	Sensor dapat mengirimkan data pada <i>receiver 2</i>	Sesuai Harapan	Valid

Pada tabel 4.4 telah dilakukan pengujian pada alat pada jalur 4. Lampu LED berfungsi dengan baik dan berganti warna sesuai dengan perintah yang telah diberikan. Sensor laser 1, sensor laser 2 dan *receiver* berfungsi dengan baik. Sensor laser memberikan data kepada *receiver* dan menyalurkannya ke ESP32 sehingga membuat perubahan waktu lalu lintas sesuai dengan *rules* yang telah di terapkan pada program.

Tabel 4. 5 Rules Testing

No	Kondisi jalur				Nilai Sensor				Status
	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Ramai	Ramai	Ramai	Ramai	1,1	1,1	1,1	1,1	Berhasil
2	Ramai	Ramai	Ramai	Sepi	1,1	1,1	1,1	0,0	Berhasil
3	Ramai	Ramai	Ramai	Normal	1,1	1,1	1,1	1,0	Berhasil
4	Ramai	Ramai	Sepi	Ramai	1,1	1,1	0,0	1,1	Berhasil
5	Ramai	Ramai	Sepi	Sepi	1,1	1,1	0,0	0,0	Berhasil
6	Ramai	Ramai	Sepi	Normal	1,1	1,1	0,0	1,0	Berhasil
7	Ramai	Ramai	Normal	Ramai	1,1	1,1	1,0	1,1	Berhasil
8	Ramai	Ramai	Normal	Sepi	1,1	1,1	1,0	0,0	Berhasil
9	Ramai	Ramai	Normal	Normal	1,1	1,1	1,0	1,0	Berhasil
10	Ramai	Sepi	Ramai	Ramai	1,1	0,0	1,1	1,1	Berhasil
11	Ramai	Sepi	Ramai	Sepi	1,1	0,0	1,1	0,0	Berhasil
12	Ramai	Sepi	Ramai	Normal	1,1	0,0	1,1	1,0	Berhasil
13	Ramai	Sepi	Sepi	Ramai	1,1	0,0	0,0	1,1	Berhasil
14	Ramai	Sepi	Sepi	Sepi	1,1	0,0	0,0	0,0	Berhasil
15	Ramai	Sepi	Sepi	Normal	1,1	0,0	0,0	1,0	Berhasil
16	Ramai	Sepi	Normal	Ramai	1,1	0,0	1,0	1,1	Berhasil
17	Ramai	Sepi	Normal	Sepi	1,1	0,0	1,0	0,0	Berhasil
18	Ramai	Sepi	Normal	Normal	1,1	0,0	1,0	1,0	Berhasil
19	Ramai	Normal	Ramai	Ramai	1,1	1,0	1,1	1,1	Berhasil
20	Ramai	Normal	Ramai	Sepi	1,1	1,0	1,1	0,0	Berhasil
21	Ramai	Normal	Ramai	Normal	1,1	1,0	1,1	1,0	Berhasil
22	Ramai	Normal	Sepi	Ramai	1,1	1,0	0,0	1,1	Berhasil
23	Ramai	Normal	Sepi	Sepi	1,1	1,0	0,0	0,0	Berhasil
24	Ramai	Normal	Sepi	Normal	1,1	1,0	0,0	1,0	Berhasil
25	Ramai	Normal	Normal	Ramai	1,1	1,0	1,0	1,1	Berhasil
26	Ramai	Normal	Normal	Sepi	1,1	1,0	1,0	0,0	Berhasil
27	Ramai	Normal	Normal	Normal	1,1	1,0	1,0	1,0	Berhasil
28	Sepi	Ramai	Ramai	Ramai	0,0	1,1	1,1	1,1	Berhasil
29	Sepi	Ramai	Ramai	Sepi	0,0	1,1	1,1	0,0	Berhasil
30	Sepi	Ramai	Ramai	Normal	0,0	1,1	1,1	1,0	Berhasil
31	Sepi	Ramai	Sepi	Ramai	0,0	1,1	0,0	1,1	Berhasil
32	Sepi	Ramai	Sepi	Sepi	0,0	1,1	0,0	0,0	Berhasil
33	Sepi	Ramai	Sepi	Normal	0,0	1,1	0,0	1,1	Berhasil
34	Sepi	Ramai	Normal	Ramai	0,0	1,1	1,0	1,1	Berhasil
35	Sepi	Ramai	Normal	Sepi	0,0	1,1	1,0	0,0	Berhasil
36	Sepi	Ramai	Normal	Normal	0,0	1,1	1,0	1,0	Berhasil
37	Sepi	Sepi	Ramai	Ramai	0,0	0,0	1,1	1,1	Berhasil
38	Sepi	Sepi	Ramai	Sepi	0,0	0,0	1,1	0,0	Berhasil
39	Sepi	Sepi	Ramai	Normal	0,0	0,0	1,1	1,0	Berhasil

No	Kondisi jalur				Nilai Sensor				Status
40	Sepi	Sepi	Sepi	Ramai	0,0	0,0	0,0	1,1	Berhasil
41	Sepi	Sepi	Sepi	Sepi	0,0	0,0	0,0	0,0	Berhasil
42	Sepi	Sepi	Sepi	Normal	0,0	0,0	0,0	1,0	Berhasil
43	Sepi	Sepi	Normal	Ramai	0,0	0,0	1,0	1,1	Berhasil
44	Sepi	Sepi	Normal	Sepi	0,0	0,0	1,0	0,0	Berhasil
45	Sepi	Sepi	Normal	Normal	0,0	0,0	1,0	1,0	Berhasil
46	Sepi	Normal	Ramai	Ramai	0,0	1,0	1,1	1,1	Berhasil
47	Sepi	Normal	Ramai	Sepi	0,0	1,0	1,1	0,0	Berhasil
48	Sepi	Normal	Ramai	Normal	0,0	1,0	1,1	1,0	Berhasil
49	Sepi	Normal	Sepi	Ramai	0,0	1,0	0,0	1,1	Berhasil
50	Sepi	Normal	Sepi	Sepi	0,0	1,0	0,0	0,0	Berhasil
51	Sepi	Normal	Sepi	Normal	0,0	1,0	0,0	1,0	Berhasil
52	Sepi	Normal	Normal	Ramai	0,0	1,0	1,0	1,1	Berhasil
53	Sepi	Normal	Normal	Sepi	0,0	1,0	1,0	0,0	Berhasil
54	Sepi	Normal	Normal	Normal	0,0	1,0	1,0	1,0	Berhasil
55	normal	Ramai	Ramai	Ramai	1,0	1,1	1,1	1,1	Berhasil
56	Normal	Ramai	Ramai	Sepi	1,0	1,1	1,1	0,0	Berhasil
57	Normal	Ramai	Ramai	Normal	1,0	1,1	1,1	1,0	Berhasil
58	Normal	Ramai	Sepi	Ramai	1,0	1,1	0,0	1,1	Berhasil
59	Normal	Ramai	Sepi	Sepi	1,0	1,1	0,0	0,0	Berhasil
60	Normal	Ramai	Sepi	Normal	1,0	1,1	0,0	1,0	Berhasil
61	Normal	Ramai	Normal	Ramai	1,0	1,1	1,0	1,1	Berhasil
62	Normal	Ramai	Normal	Sepi	1,0	1,1	1,0	0,0	Berhasil
63	Normal	Ramai	Normal	Normal	1,0	1,1	1,0	1,0	Berhasil
64	Normal	Sepi	Ramai	Ramai	1,0	0,0	1,1	1,1	Berhasil
65	Normal	Sepi	Ramai	Sepi	1,0	0,0	1,1	0,0	Berhasil
66	Normal	Sepi	Ramai	Normal	1,0	0,0	1,1	1,0	Berhasil
67	Normal	Sepi	Sepi	Ramai	1,0	0,0	0,0	1,1	Berhasil
68	Normal	Sepi	Sepi	Sepi	1,0	0,0	0,0	0,0	Berhasil
69	Normal	Sepi	Sepi	Normal	1,0	0,0	0,0	1,0	Berhasil
70	Normal	Sepi	Normal	Ramai	1,0	0,0	1,0	1,1	Berhasil
71	Normal	Sepi	Normal	Sepi	1,0	0,0	1,0	0,0	Berhasil
72	Normal	Sepi	Normal	Normal	1,0	0,0	1,0	1,0	Berhasil
73	Normal	Normal	Ramai	Ramai	1,0	1,0	1,1	1,1	Berhasil
74	Normal	Normal	Ramai	Sepi	1,0	1,0	1,1	0,0	Berhasil
75	Normal	Normal	Ramai	Normal	1,0	1,0	1,1	1,0	Berhasil
76	Normal	Normal	Sepi	Ramai	1,0	1,0	0,0	1,1	Berhasil
77	Normal	Normal	Sepi	Sepi	1,0	1,0	0,0	0,0	Berhasil
78	Normal	Normal	Sepi	Normal	1,0	1,0	0,0	1,0	Berhasil
79	Normal	Normal	Normal	Ramai	1,0	1,0	1,0	1,1	Berhasil
80	Normal	Normal	Normal	Sepi	1,0	1,0	1,0	0,0	Berhasil
81	Normal	Normal	Normal	Normal	1,0	1,0	1,0	1,0	Berhasil

Pada tabel 4.5 terdapat 81 kemungkinan terjadinya kondisi jalur pada persimpangan lalu lintas 4 jalur. Kondisi jalan terbagi menjadi 3, yaitu sepi, normal dan ramai. Kondisi pada setiap jalan dapat diketahui melalui *rules* yang telah ditentukan yang dimana kondisi sepi bernilai 0,0. Kondisi normal bernilai 1,0 dan untuk kondisi ramai bernilai 1,1. Sebagai contoh, pada nomor 8 dalam Tabel 4.5 kondisi pada jalur 1 dan 2 dikategorikan sebagai ramai dan memiliki nilai 1,1. Jalur 3 dikategorikan sebagai normal dengan nilai 1,0, sementara jalur 4 dikategorikan sebagai sepi dengan nilai 0,0. Kondisi dan nilai pada setiap jalur didasarkan pada data yang dikirimkan oleh sensor yang ada di jalur tersebut.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan menjelaskan kesimpulan dan juga saran terhadap dilakukannya penelitian Perancangan dan Monitoring Lampu Lalu Lintas Pintar Dengan Sensor Laser Berbasis IoT.

#### **5.1 Kesimpulan**

Perancangan pada sistem lampu lalu lintas pintar berbasis *iot* berhasil dikembangkan menggunakan perangkat ESP32, sensor laser KY-008, dan juga *recevier* laser. Pengimplementasian tersebut berjalan dengan baik yang dimana berhasil menjalankan *rules* yang telah di implementasikan kedalam sistem untuk membuat sebuah sistem lalu lintas pintar. Pengembangan yang dilakukan dengan menambahkan monitoring berbasis *website* juga telah berjalan yang dimana berhasil memperlihatkan kondisi pada setiap lajur jalan pada simpang 4 lalu lintas. Pada pengujian sistem lalu lintas pintar tersebut didapatkan hasil yang cukup memuaskan. Hasil tersebut didapatkan setelah menguji semua kemungkinan kondisi yang terjadi, yang dimana dari 81 kemungkinan berhasil didapatkan 100% keberhasilan, yang dimana *rules* yang di implementasikan berhasil membuat sistem lalu lintas ini berkerja dengan baik.

#### **5.2 Saran**

Dalam penelitian terhadap Perancangan dan Monitoring Lampu Lalu Lintas Pintar Dengan Sensor Laser Berbasis IoT ini, berdasarkan hasil, pembahasan, dan juga kesimpulan yang didapatkan, terdapat beberapa saran yang bisa dipertimbangkan untuk dijadikan referensi di penelitian yang akan dilakukan selanjutnya, yaitu:

1. Menggunakan sensor laser dan juga *recevied* yang lebih sesuai dengan kondisi seperti sensor laser jeniss LR-X, agar bisa memberikan dan juga menerima data yang dikirimkan dengan baik pada intensitas cahaya yang cukup tinggi.

2. Dapat dikembangkan algoritma untuk mengimplementasikan *rules based* yang telah dibuat, agar dapat mengurangi masalah saat perjalanan sistem dan alat.
3. Pada web monitoring bisa ditambahkan fitur durasi lampu merah, kuning, dan hijau secara *realtime* agar bisa memperlihatkan durasi per jalur yang terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah. 2012. "Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berbasis Mikrokontroler Atmega8535." *Majalah Ilmiah Mektek* 101–8.
- Efendi, Yoyon. 2018. "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile." *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer* 4(1):19–26. doi: 10.35329/jiik.v4i1.48.
- Hareva, David Habsara, Andre Wirawan, dan B. y Hardjono. 2020. "Optimalisasi Penggunaan Pendingin Ruangan Sistem Kelas Cerdas." *Prosiding SISFOTEK* 1–6.
- Hartono, Fibrian Rio, Imam Much, Ibnu Subroto, dan Sri Mulyono. 2022. "Sistem Kontrol Penyiraman Otomatis Pada Pembibitan Padi Berbasis IOT Menggunakan Rule Base System." 4(2):75–82.
- Kontrol, Sistem, Lampu Lalu Lintas, Untuk Layanan, Andi Machdani, Fakultas Teknik, Teknik Elektro, dan Budiyanto Husodo. 2019. "Said Attamimi." 10(3):188–93.
- Kusumah, Hendra, dan Restu Adi Pradana. 2019. "Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing." *Journal CERITA* 5(2):120–34. doi: 10.33050/cerita.v5i2.237.
- Mandal, Vishal, Abdul Rashid Mussah, Peng Jin, dan Yaw Adu-gyamfi. 2020. "sustainability Artificial Intelligence-Enabled Traffic Monitoring System." *Mpdi* (January).
- Nirwanda, Neci, Helda Yenni, M. Khairul Anam, dan Lathifah Lathifah. 2023. "Prototype Smart Time Scheduler Lampu Lalu Lintas Menggunakan Algoritma Haar Cascade." *Jurnal Teknoinfo* 17(1):328. doi: 10.33365/jti.v17i1.2395.
- Pandoyo, C., A. G. Permana, dan ... 2021. "Perancangan Purwarupa Lampu Lalu Lintas Pintar Untuk Kendaraan Pemadam Kebakaran Menggunakan Internet Of Things." *eProceedings ...* 7(1):43–59.
- Rofii, Ahmad, Setia Gunawan, dan Abdan Mustaqim. 2022. "RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMAN PINTU GUDANG BERBASIS Internet o Things (IoT) DAN SENSOR Fingerprint." *Jurnal Kajian Teknik Elektro* 6(2):70–76. doi: 10.52447/jkte.v6i2.5735.
- Rosyady, Phisca Aditya, Zakky Ahmad Ikhsan, dan Muslih Rayullan Feter. 2022. "Prototype Lampu Lalu Lintas Adaptif Berdasarkan Panjang Antrian Kendaraan

- Berbasis Arduino Uno.” *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro* 6(2):173–86.
- Saputra, Dicky Auliya. 2020. “Rancang bangun alat pemberi pakan ikan menggunakan mikrokontroler.” 1(1):7–13.
- Sitompul, Ambrosius. 2020. “Implementasi Pengenalan Jenis Pola Tapak Ban (Tread) Menggunakan Metode Local Binary Patterns.” *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)* 1(3):189. doi: 10.30865/json.v1i3.2094.
- Susilawati, Tati, dan Iwan Awaludin. 2019. “Eksplorasi Sensor , Gps , dan Moda Komunikasi Nirkabel Internet Of Things.” *Ikra-Ith Informatika* 3(2):96–103.
- Yuliani, Selvia, Rahayu Budhiati. V., dan Mashuri. 2012. “Algoritma Bee Colony Dengan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Pengaturan Lampu Lalu Lintas.” *Ujm* 1(2252):125–30.
- Indonesia. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Sekretariat Negara. Jakarta.



Lampiran  
Lembar Konsultasi Bimbingan

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI KALIMANTAN  
Kampus ITK Karang Joang, Balikpapan 76127  
Telp. 0542-8530800 Fax. 0542-8530801  
Email: [humas@itk.ac.id](mailto:humas@itk.ac.id)

Form. TA-006

LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN<sup>9</sup>

Nama : Banny Arman Maulana (NIM. 11181016)  
Program Studi / Jurusan : Informatika/Jurusan Matematika dan Teknologi Informasi  
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN DAN MONITORING LAMPU  
LALU LINTAS PINTAR DENGAN SENSOR LASER  
BERBASIS IOT  
Dosen Pembimbing Utama : Tegar Palyus Fiqar, S.T., M.Kom  
Dosen Pembimbing Pendamping : Bobby Mugi Pratama, S.Si., M.Han

HARI/ TANGGAL	URAIAN AKTIVITAS	KETERANGAN	PARAF DOSEN PEMBIMBING
7 oktober 2022	Konsultasi mengenai pengajuan judul TA.	Offline (Pak Tegar)	
7 oktober 2022	Konsultasi mengenai pengajuan judul TA.	Offline (Pak Bobby)	
10 februari 2023	Konsultasi mengenai metode yang akan digunakan pada program.	Offline (Pak Bobby)	
20 februari 2023	Konsultasi mengenai bab 1 pada proposal termasuk konsultasi terkait perubahan metode yang digunakan.	Offline (Pak Bobby)	
13 Maret 2023	Konsultasi mengenai <i>rules based</i>	Offline (Pak Bobby)	
17 Maret 2023	Konsultasi mengenai bab 2 pada proposal.	Offline (Pak Tegar)	

18 Maret 2023	Konsultasi mengenai bab 1 dan bab 2 serta, minimal tahun pada referensi paper.	Offline (Pak Bobby)	
15 April 2023	Konsultasi mengenai pergantian <i>rules based</i> setelah seminar proposal, dan isi proposal yang harus disesuaikan.	Offline (Pak Bobby)	
22 September 2023	Konsultasi mengenai perancangan proyek	Offline (Pak Bobby)	
26 September 2023	Konsultasi mengenai Proyek	Offline (Pak Bobby)	
29 Oktober 2023	Konsultasi mengenai program yang telah dikerjakan.	Offline (Pak Bobby)	
1 November 2023	Konsultasi mengenai Bab 4 dan 5	Offline (Pak Bobby)	

## Lampiran Code Program

1.	#include <HTTPClient.h>
2.	
3.	#include <WiFi.h>
4.	
5.	// seting jaringan
6.	const char* ssid = "Redmi Note 10S";
7.	const char* password = "123456789012";
8.	const char* host = "192.168.64.144";
9.	
10.	#define laser
11.	#define sensor1 4
12.	#define sensor2 2
13.	#define sensor3 15
14.	#define sensor4 21
15.	#define sensor5 22
16.	#define sensor6 23
17.	#define sensor7 34
18.	#define sensor8 16
19.	
20.	//jalan 1
21.	#define G1 14
22.	#define Y1 12
23.	#define R1 13
24.	
25.	//jalan 2
26.	#define G2 25
27.	#define Y2 26
28.	#define R2 27
29.	
30.	//jalan 3
31.	#define G3 35
32.	#define Y3 32
33.	#define R3 33
34.	
35.	//jalan 4
36.	#define G4 19
37.	#define Y4 18
38.	#define R4 5
39.	
40.	void setup() {
41.	Serial.begin(115200);
42.	// seting wifi
43.	WiFi.hostname("NodeMCU");

44.	WiFi.begin(ssid, password);
45.	
46.	// ccek wifi
47.	while(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
48.	{
49.	Serial.print(WiFi.status());
50.	delay(500);
51.	}
52.	
53.	Serial.println("WiFi CONNECTED");
54.	//rambu 1
55.	pinMode(G1, OUTPUT);
56.	pinMode(Y1, OUTPUT);
57.	pinMode(R1, OUTPUT);
58.	digitalWrite(R1, HIGH);
59.	
60.	//rambu 2
61.	pinMode(G2, OUTPUT);
62.	pinMode(Y2, OUTPUT);
63.	pinMode(R2, OUTPUT);
64.	digitalWrite(R2, HIGH);
65.	
66.	//rambu 3
67.	pinMode(G3, OUTPUT);
68.	pinMode(Y3, OUTPUT);
69.	pinMode(R3, OUTPUT);
70.	digitalWrite(R3, HIGH);
71.	
72.	//rambu 4
73.	pinMode(G4, OUTPUT);
74.	pinMode(Y4, OUTPUT);
75.	pinMode(R4, OUTPUT);
76.	digitalWrite(R4, HIGH);
77.	
78.	// pinMode(laser, OUTPUT);
79.	pinMode(sensor1, INPUT);
80.	pinMode(sensor2, INPUT);
81.	pinMode(sensor3, INPUT);
82.	pinMode(sensor4, INPUT);
83.	pinMode(sensor5, INPUT);
84.	pinMode(sensor6, INPUT);
85.	pinMode(sensor7, INPUT);
86.	pinMode(sensor8, INPUT);
87.	// digitalWrite(laser, HIGH);
88.	}
89.	
90.	void loop() {

```

91. delay(1000);
92. WiFiClient client;
93. if(!client.connect(host,80))
94. {
95.   Serial.println("Failed");
96.   return;
97. }
98.
99. int dataSensor1 = digitalRead(sensor1);
100. int dataSensor2 = digitalRead(sensor2);
101. int dataSensor3 = digitalRead(sensor3);
102. int dataSensor4 = digitalRead(sensor4);
103. int dataSensor5 = digitalRead(sensor5);
104. int dataSensor6 = digitalRead(sensor6);
105. int dataSensor7 = digitalRead(sensor7);
106. int dataSensor8 = digitalRead(sensor8);
107. Serial.println("-----");
108. Serial.println(dataSensor1);
109. Serial.println(dataSensor2);
110.
111. // jalan 1
112. String statusJalan1 = "Sepi";
113. String statusJalan11 = "Merah";
114. Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan11=" + String(statusJalan11);
115. http.begin(Link);
116. http.GET();
117. http.end();
118. digitalWrite(R1, LOW);
119. digitalWrite(Y1, HIGH);
120. delay(500);
121.
122. digitalWrite(Y1, LOW);
123. digitalWrite(G1, HIGH);
124. statusJalan11 = "hijau";
125. Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan11=" + String(statusJalan11);
126. http.begin(Link);
127. http.GET();
128. http.end();
129. if (dataSensor1 == 1 && dataSensor2 == 1) {
130.   delay(7000);
131.   statusJalan1 = "Ramai";
132.
133. } else if (dataSensor1 == 1) {
134.   statusJalan1 = "Normal";
135.   delay(5000);
136. } else {
137.   statusJalan1 = "Sepi";

```

138. delay(2500);
139. }
140. String Link;
141. HTTPClient http;
142.
143. // Serial.println(statusJalan1);
144. Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan1=" + String(statusJalan1);
145. http.begin(Link);
146. http.GET();
147. http.end();
148.
149. digitalWrite(G1, LOW);
150. digitalWrite(Y1, HIGH);
151. delay(500);
152. digitalWrite(Y1, LOW);
153. digitalWrite(R1, HIGH);
154. statusJalan11 = "merah";
155. Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan11=" + String(statusJalan11);
156. http.begin(Link);
157. http.GET();
158. http.end();
159.
160.
161. //jalan 2
162. String statusJalan2 = "Sepi";
163. String statusJalan22 = "Merah";
164. Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan22=" + String(statusJalan22);
165. http.begin(Link);
166. http.GET();
167. http.end();
168. digitalWrite(R2, LOW);
169. digitalWrite(Y2, HIGH);
170. delay(500);
171.
172. digitalWrite(Y2, LOW);
173. digitalWrite(G2, HIGH);
174. statusJalan22 = "hijau";
175. Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan22=" + String(statusJalan22);
176. http.begin(Link);
177. http.GET();
178. http.end();
179.
180. if (dataSensor3 == 1 && dataSensor4 == 1) {
181. delay(7000);
182. statusJalan2 = "Ramai";
183. } else if (dataSensor3 == 1) {
184. delay(5000);

```

185. statusJalan2 = "Normal";
186. } else {
187.   delay(2500);
188.   statusJalan2 = "Sepi";
189. }
190. String Link;
191. HTTPClient http;
192.
193. Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan2=" + String(statusJalan2);
194. http.begin(Link);
195. http.GET();
196. http.end();
197.
198. digitalWrite(G2, LOW);
199. digitalWrite(Y2, HIGH);
200. delay(500);
201. digitalWrite(Y2, LOW);
202. digitalWrite(R2, HIGH);
203. statusJalan22 = "merah";
204. Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan22=" + String(statusJalan22);
205. http.begin(Link);
206. http.GET();
207. http.end();
208.
209.
210. // // jalan 3
211. String statusJalan3 = "Sepi";
212. String statusJalan33 = "merah";
213. Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan33=" + String(statusJalan33);
214. http.begin(Link);
215. http.GET();
216. http.end();
217. digitalWrite(R3, LOW);
218. digitalWrite(Y3, HIGH);
219. delay(500);
220.
221. digitalWrite(Y3, LOW);
222. digitalWrite(G3, HIGH);
223. statusJalan33 = "hijau";
224. Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan33=" + String(statusJalan33);
225. http.begin(Link);
226. http.GET();
227. http.end();
228. if (dataSensor5 == 1 && dataSensor6 == 1) {
229.   delay(20000);
230.   statusJalan3 = "Ramai";
231. } else if (dataSensor5 == 1) {

```

232.	delay(5000);
233.	statusJalan3 = "Mormal";
234.	} else {
235.	delay(2500);
236.	}
237.	String Link;
238.	HTTIClient http;
239.	
240.	Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan3=" + String(statusJalan3);
241.	http.begin(Link);
242.	http.GET();
243.	http.end();
244.	
245.	digitalWrite(G3, LOW);
246.	digitalWrite(Y3, HIGH);
247.	delay(500);
248.	digitalWrite(Y3, LOW);
249.	digitalWrite(R3, HIGH);
250.	statusJalan33 = "merah";
251.	Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan33=" + String(statusJalan33);
252.	http.begin(Link);
253.	http.GET();
254.	http.end();
255.	
256.	
257.	// jalan 4
258.	String statusJalan4 = "Sepi";
259.	String statusJalan44 = "merah";
260.	Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan44=" + String(statusJalan44);
261.	http.begin(Link);
262.	http.GET();
263.	http.end();
264.	Serial.println("jalan 4");
265.	digitalWrite(R4, LOW);
266.	digitalWrite(Y4, HIGH);
267.	delay(500);
268.	
269.	digitalWrite(Y4, LOW);
270.	digitalWrite(G4, HIGH);
271.	statusJalan44 = "hijau";
272.	Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan44=" + String(statusJalan44);
273.	http.begin(Link);
274.	http.GET();
275.	http.end();
276.	if (dataSensor7 == 1 && dataSensor8 == 1) {
277.	// Serial.println("masuk");
278.	delay(10000);

279.	statusJalan4 = "Ramai";
280.	} else if (dataSensor7 == 1 ) {
281.	delay(5000);
282.	statusJalan4 = "Normal";
283.	// Serial.println("masuk elseif");
284.	} else {
285.	delay(2500);
286.	statusJalan4 = "Sepi";
287.	// Serial.println("masuk else");
288.	}
289.	
290.	String Link;
291.	HTTPClient http;
292.	
293.	Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan4=" + String(statusJalan4);
294.	http.begin(Link);
295.	http.GET();
296.	http.end();
297.	
298.	digitalWrite(G4, LOW);
299.	digitalWrite(Y4, HIGH);
300.	delay(500);
301.	digitalWrite(Y4, LOW);
302.	digitalWrite(R4, HIGH);
303.	statusJalan44 = "merah";
304.	Link = "http://192.168.64.144/websensor/kirimdata.php?jalan44=" + String(statusJalan44);
305.	http.begin(Link);
306.	http.GET();
307.	http.end();

Berkas lampiran proyek *Wokwi* dapat di donwload di link berikut :  
[https://drive.google.com/drive/folders/1ruchR3KYFkya4epJKvmkPS0\\_6ltGv43L?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1ruchR3KYFkya4epJKvmkPS0_6ltGv43L?usp=sharing)

## RIWAYAT PENULIS



Penulis bernama lengkap Banny Arman Maulana, dilahirkan di Kota Tegal pada tahun 2000. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SMK Negeri 2 Sangatta Utara. Penulis meneruskan pendidikan tinggi negeri di program studi Informatika Institut Teknologi Kalimantan (ITK) pada tahun 2018, Dalam masa perkuliahan, penulis aktif di berbagai bidang akademik maupun non-akademik. Penulis mengikuti

pelatihan LKMM Pra-TD IV ITK ,pernah menjadi anggota pada sebuah UKM ENGGA. Penulis pernah menjadi anggota dalam kepanitiaan pelaksanaan UTBK yang berlangsung di ITK (2021). Pada akhir tahun perkuliahan , Penulis mengerjakan Tugas Akhir dengan fokus topik Tugas Akhir Perancangan dan Monitoring Lampu Lalu Lintas Pintar dengan Sensor Laser Berbasis IoT. Untuk keperluan penelitian, penulis dapat dihubungi melalui e-mail: [Bannyarmanm@gmail.com](mailto:Bannyarmanm@gmail.com)



## **Biodata Penulis**

Banny Arman Maulama

Tegal, 29 Februari 2000

Jl. Antasari Sangatta Utara

+6282240399929

Bannyarmanm@gmail.com

