

**SISTEM PENGENDALIAN *TRAFFIC LIGHT* BERBASIS *IoT*
DENGAN DETEKSI KEPADATAN LALU LINTAS
MENGUNAKAN SENSOR *INFRARED*
DAN NOTIFIKASI *REAL TIME***

SKRIPSI

Oleh :

RONAL KRISTIAN MANURUNG

21.812.0038



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/4/26

Access From (repositori.uma.ac.id)17/4/26

**SISTEM PENGENDALIAN *TRAFFIC LIGHT* BERBASIS IoT
DENGAN DETEKSI KEPADATAN LALU LINTAS
MENGUNAKAN SENSOR *INFRARED*
DAN NOTIFIKASI *REAL TIME***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :

RONAL KRISTIAN MANURUNG

21.812.0038

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

i

Document Accepted 17/4/26

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repositori.uma.ac.id)17/4/26

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Sistem Pengendalian Traffic Light Berbasis Iot Dengan Deteksi Kepadatan Lalu Lintas Menggunakan Sensor Infrared Dan Notifikasi Real Time

Nama : Ronal Kristian Manurung

NPM : 21.812.0038

Fakultas : Teknik



Disetujui Oleh :
Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Dina Maizana M.T

Pembimbing



Dr. Eng. Supriatno, ST., MT

Dekan



Ka. Prodi

Ka. Prodi

Tanggal lulus : 28 Agustus 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar serjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 28 Agustus 2025

Penulis,



Ronal Kristian Manurung

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

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

Nama : Ronal Kristian Manurung
NPM : 218120038
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **“Sistem Pengendalian Traffic Light Berbasis IoT Dengan Deteksi Kepadatan Lalu Lintas Menggunakan Sensor Infrared Dan Notifikasi Real Time”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 28 Agustus 2025

Yang menyatakan



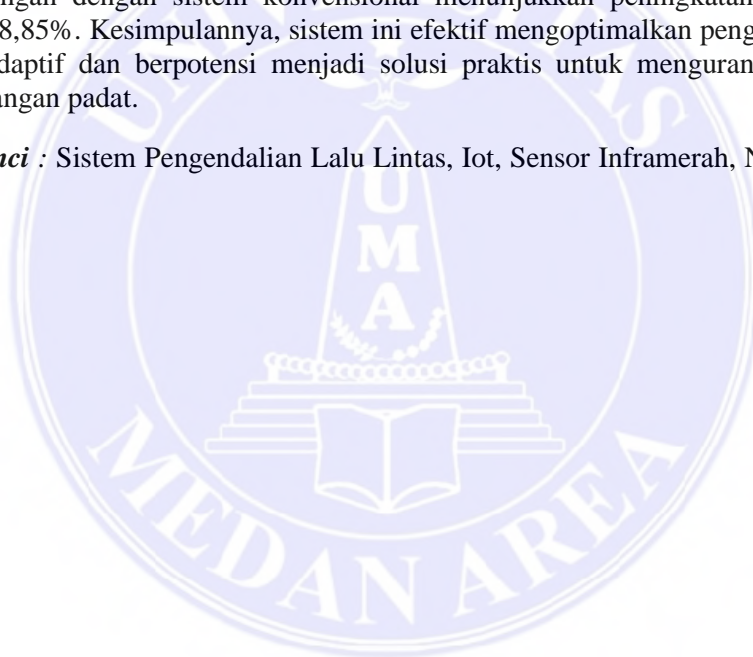
(Ronal Kristian Manurung)

ABSTRAK

Ronal Kristian Manurung NPM 218120038, Sistem Pengendalian *Traffic Light* Berbasis Iot Dengan Deteksi Kepadatan Lalu Lintas Menggunakan Sensor *Infrared* Dan Notifikasi *Real Time*, Dibimbing Oleh Dr. Ir Dina Maizana, M.T

Kemacetan lalu lintas di kawasan perkotaan seperti Medan kerap terjadi akibat volume kendaraan yang tinggi dan pengaturan lampu lalu lintas konvensional berbasis waktu tetap yang tidak menyesuaikan kondisi riil di lapangan. Penelitian ini bertujuan merancang prototipe sistem pengendalian lampu lalu lintas berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengatur durasi lampu secara otomatis berdasarkan kepadatan kendaraan. Sistem menggunakan delapan sensor inframerah yang dipasang pada empat jalur untuk mendeteksi jumlah kendaraan secara real-time. Data dari sensor diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang terhubung ke platform Blynk untuk mengirimkan notifikasi kondisi lalu lintas secara langsung ke perangkat pengguna. Pengujian dilakukan melalui simulasi prototipe dengan variasi jumlah kendaraan pada tiap jalur. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu memprioritaskan jalur terpadat dengan durasi lampu hijau yang lebih lama, sehingga waktu tunggu kendaraan berkurang dan arus lalu lintas menjadi lebih lancar. Perbandingan dengan sistem konvensional menunjukkan peningkatan efisiensi waktu hingga 88,85%. Kesimpulannya, sistem ini efektif mengoptimalkan pengaturan lalu lintas secara adaptif dan berpotensi menjadi solusi praktis untuk mengurangi kemacetan di persimpangan padat.

Kata kunci : Sistem Pengendalian Lalu Lintas, Iot, Sensor Inframerah, Nodemcu ESP32, Blynk



ABSTRACT

Ronal Kristian Manurung NPM 218120038, Prototype Of Iot Based Traffic Light Control System With Infrared Sensor Based On Vehicle Density Supervised by Dr. Ir Dina Maizana, M.T

Traffic congestion in urban intersections such as Medan remained a persistent problem due to fixed-time traffic light systems that could not adapt to real-time conditions. This study aimed to develop an IoT-based adaptive traffic light control prototype to optimize flow based on vehicle density. Eight infrared sensors were installed on four lanes to detect vehicles, with data processed by a NodeMCU ESP32 and transmitted to the Blynk platform for real-time monitoring. Experimental results showed prioritized green light allocation for congested lanes and achieved an 88.85% efficiency improvement compared to conventional systems.

Keywords : Adaptive Traffic Light, Iot, Infrared Sensor.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pematangsiantar pada tanggal 06 Mei 2003 dari Ayah Saut Oloan Manurung dan Ibu Nurlin Hasibuan, penulis merupakan anak terakhir dari enam bersaudara.

Tahun 2021 Penulis lulus dari SMA NEGERI 2 PEMATANGSIANTAR dan pada tahun 2021 penulis mendaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area jurusan Teknik Elektro.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi lebih memahami serta memperdalam pengetahuan tentang dunia Elektro serta berbagai hal yang berhubungan dengan kelistrikan yang bisa diterapkan penulis di kehidupan sehari-hari.

Pada tanggal 01 Agustus 2025 sampai 31 Agustus 2025 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. PLN (PERSERO) UP3 MEDAN UTARA di bawah bimbingan Supervisor.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul **SISTEM PENGENDALIAN TRAFFIC LIGHT BERBASIS IOT DENGAN DETEKSI KEPADATAN LALU LINTAS MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED DAN NOTIFIKASI REAL TIME** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, atas doa, kekuatan mental, semangat dan kasih sayang yang tak ternilai.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng Supriatno, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.T, IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.


5. Ibu Dr. Ir Dina Maizana MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, motivasi, dan ilmu yang sangat berarti dan pengarahan yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
6. Saudara-saudara kandung penulis yang selalu menjadi sumber semangat, dukungan moril maupun materiil, serta memberikan doa tulus dalam setiap proses yang penulis jalani. Kehadiran dan dorongan dari mereka menjadi kekuatan besar bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Kepada diri sendiri yang telah bertahan dan dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik.
8. Serta teman-teman seperjuangan stambuk 2021, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan

Medan, 28 Agustus 2025

Penulis,


Ronal Kristian Manurung

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI..	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori	6
2.2 Lampu Lalu Lintas (Traffic Light)	6
2.3 Sensor Infrared (IR).....	9
2.4 NodeMCU	12
2.5 Internet Of Things (IoT).....	15
2.6 Modul LED Traffic Light.....	15
2.7 Kabel Pin	16
2.8 Arduino IDE.....	17
2.9 Notifikasi Real-Time Dalam Sistem Pengendalian Lalu Lintas	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Pendahuluan	20
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	20
3.3 Bahan Dan Alat	21
3.4 Rancangan Anggaran Biaya (RAB)	22
3.5 Diagram Alir Pembuatan Alat	23
3.6 Blok Diagram Sistem.....	25
3.7 Skema Rangkaian	26
3.8 Desain Prototype	27
3.9 Diagram Alir Program.....	28
3.10 Metode Pengumpulan data	31
3.11 Metode Analisa data.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Metode Pengambilan Data Lapangan Di Simpang Aksara Medan	33
4.1.2 Simulasi Sistem Konvensional.....	34
4.2 Analisis Data Lapangan dan Keterkaitannya dengan Sistem Prototype.....	37
4.3 Desain Sistem	38
4.3.1 Skema Pengujian.....	40
4.4 Pengujian Data.....	41
4.5 Pengujian Data Blynk.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN I	53
LAMPIRAN II	54
LAMPIRAN III	55

DAFTAR GAMBAR

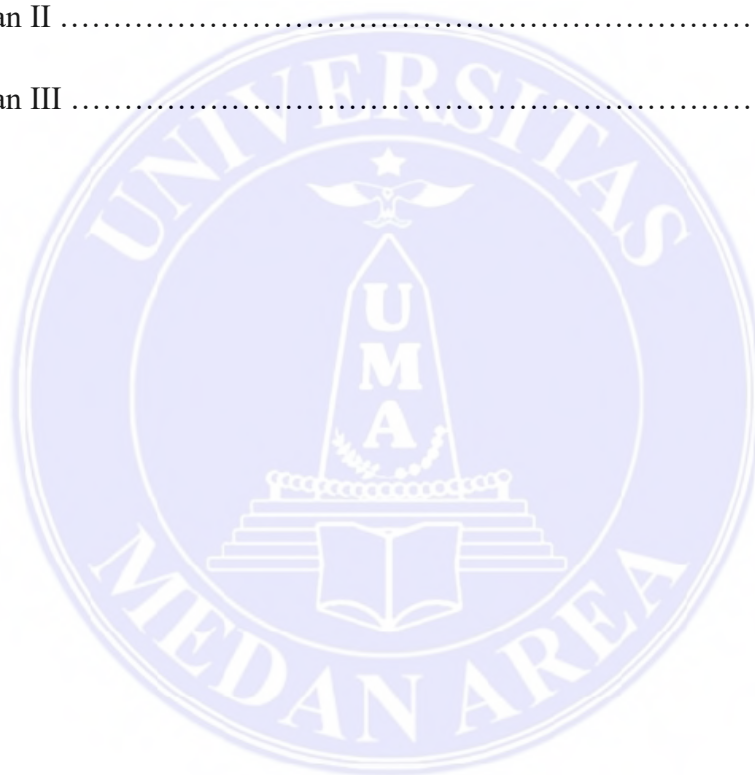
Gambar 2.1 Traffic Light	7
Gambar 2.2 Sensor IR	10
Gambar 2.3 NodeMCU ESP32 (Sumber : dokumentasi)	13
Gambar 2.4 Internet Of Things (Sumber : Wikipedia Indonesia).....	15
Gambar 2.5 LED Traffic Light (Sumber : thaiagrotech.com)	16
Gambar 2.6 Kabel Pin (Sumber : serial-cable.com)	16
Gambar 2.7 Tampilan Sketch <i>Software</i> Arduino IDE	17
Gambar 2. 8 Logo Aplikasi Blynk (Sumber : Wikipedia Indonesia).....	18
Gambar 3.1 Flowchart Pembuatan Alat	23
Gambar 3.2 Blok Diagram Sederhana	25
Gambar 3.3 Skema Rangkaian	26
Gambar 3.4 Desain Prototype	27
Gambar 3.5 Flowchart Program	28
Gambar 4.1 Lokasi Survei Persimpangan.....	33
Gambar 4.2 Alat Prototype (Tampak Atas)	39
Gambar 4.3 Alat Prototype (Tampak Samping)	40
Gambar 4.4 Tampilan Monitor Blynk.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keunggulan Dan Kelemahan Sensor IR	12
Tabel 2.2 Datasheet ESP32	13
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	21
Tabel 3.2 Alat Dan Bahan.....	21
Tabel 3.3 RAB	22
Tabel 4.1 Waktu Nyala Lampu	34
Tabel 4.2 Rata Rata Panjang Antrian.....	36
Tabel 4.3 Lalu Lintas Pada Jam Sibuk.....	37
Tabel 4. 4 Relevansi Dan Solusi Dari Prototype.	38
Tabel 4.5 Parameter Pengujian	40
Tabel 4.6 Tes Keseluruhan Sensor Dan Led.....	41
Tabel 4.7 Pengujian Seluruh Jalur Pada Kondisi 1	41
Tabel 4.8 Pengujian Seluruh Jalur Pada Kondisi 2	42
Tabel 4.9 Pengujian Seluruh Jalur Pada Kondisi 3	43
Tabel 4.10 Pengujian Seluruh Jalur Pada Kondisi 4.....	44
Tabel 4. 11 Delay Sensor Ke Blynk (IoT)	45
Tabel 4.12 Kombinasi Waktu Tiap Jalur	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	53
Lampiran II	54
Lampiran III	55



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring bertambahnya kendaraan yang berada di Indonesia menyebabkan kemacetan semakin banyak di setiap persimpangan. Kemacetan sering terjadi pada persimpangan empat, dikarenakan banyaknya pengguna kendaraan meningkat setiap tahunnya, terlebih di kota Medan. Tingginya jumlah kendaraan yang tidak sebanding dengan kapasitas jalan yang ada menjadi penyebab utama terjadinya kemacetan. Masalah kemacetan ini telah membuat masyarakat menjadi resah. (Sutanto, 2023).

Traffic light merupakan lampu yang digunakan untuk mengatur kelancaran lalu lintas di suatu persimpangan jalan (terlebih di persimpangan empat) dengan cara memberi kesempatan pengguna jalan dari masing-masing arah untuk berjalan secara bergantian. Karena fungsinya yang begitu penting maka lampu lalu lintas harus dapat dikendalikan secara otomatis dan seefisien mungkin. Sistem ini menawarkan efisiensi dalam mengatur waktu nyala lampu merah, kuning, hijau berdasarkan volume kendaraan, sehingga dapat mengurangi kemacetan dan meningkatkan kelancaran arus lalu lintas. (Priyanto & Lestari, 2021)

Salah satu teknologi pendukung dalam sistem ini adalah penggunaan sensor *infrared* untuk mendeteksi seberapa banyak kendaraan yang mengantri di setiap persimpangan *traffic light*, digunakan beberapa sensor yang dapat mendeteksi kendaraan yang mengantri di setiap jalurnya. Sistem nya yaitu memberikan

sensor infrared 2 atau lebih di setiap persimpangan, jikalau persimpangan pertama terlalu panjang atau banyak kendaraan dibanding persimpangan kedua maka lampu lalu lintas hijau akan duluan menyala dan kemacetan terselesaikan dengan baik dan efisien. (Rahman & Fitriani, 2022).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem yang sudah ada, yaitu dengan pengendalian lampu lalu lintas berbasis IoT dengan menggunakan sensor infrared untuk mendeteksi kepadatan lalu lintas dan menyediakan notifikasi real time. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat tercipta solusi yang efektif dalam mengatasi permasalahan lalu lintas di perkotaan, terlebih di kota Medan. Implementasi sistem ini berpotensi tidak hanya mengurangi kemacetan tetapi juga meningkatkan kenyamanan dan estetika kota bagi pengguna jalan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang dan mengimplementasikan sistem traffic light yang efisien menggunakan sensor infrared?
2. Bagaimana sistem traffic light berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi pengaturan lalu lintas dibandingkan dengan sistem konvensional?
3. Apa dampak penggunaan sistem traffic light berbasis IoT terhadap keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan?
4. Bagaimana cara sensor infrared dapat digunakan untuk mendeteksi kendaraan dan mengatur lampu lalu lintas secara otomatis?

1.3 Batasan Masalah

1. Perancangan sistem ini berfokus pada persimpangan jalan dengan 4 arah dalam skala prototype atau simulasi. Implementasi pada kondisi nyata di jalan raya tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.
2. Deteksi kepadatan lalu lintas menggunakan sensor infrared untuk mendeteksi keberadaan kendaraan. Sensor lain seperti kamera atau sensor ultrasonik, tidak digunakan dalam sistem ini.
3. Pada sistem notifikasi real-time mencakup informasi dasar tentang kepadatan lalu lintas pada setiap jalur dan dikirimkan ke perangkat tertentu. Fitur-fitur tambahan seperti analitik mendalam pengelolaan lalu lintas yang lebih besar, tidak termasuk dalam penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan dan membuat prototype sistem traffic light berbasis IoT seefisien mungkin yang dapat mengatur durasi nyala lampu berdasarkan data kepadatan kendaraan secara otomatis dan dinamis, dan bisa menjadikan solusi ke depannya.
2. Merancang fitur notifikasi real-time yang mengirimkan informasi tentang kondisi lalu lintas ke perangkat pengguna atau pengelola lalu lintas untuk membantu pengambilan keputusan yang lebih cepat dan efektif.
3. Memberikan gambaran detail traffic light di persimpangan berdasarkan kepadatan kendaraan.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis : Tugas akhir ini diharapkan mampu membantu pihak terkait untuk mengefisiensi lalu lintas di persimpangan, terlebih di persimpangan 4. Penelitian ini memberikan wawasan tentang penerapan IoT dalam pengendalian sistem otomatis, khususnya traffic light, hal ini dapat dijadikan referensi bagi peneliti yang ingin mengeksplorasi pengendalian sistem berbasis IoT di bidang lain.
2. Manfaat Praktis : Sebagai salah satu bahan acuan untuk mempertimbangkan sistem traffic light berbasis IoT ini sebagai solusi yang handal untuk teknologi canggih masa depan dan untuk memitigasi kecelakaan yang terjadi di persimpangan. Sistem ini lebih hemat energi karena durasi nyala lampu disesuaikan dengan kondisi kepadatan lalu lintas. Ini lebih efisien dibandingkan sistem traffic light konvensional yang bekerja dengan pengaturan waktu tetap. Pengurangan konsumsi listrik akan berdampak pada penghematan biaya operasional dalam jangka panjang.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, terdapat beberapa sistematika penulisan yang diuraikan berdasarkan beberapa pembagian dalam bab-bab yang akan dibahas, yaitu sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori yang berhubungan dengan alat yang akan dirancang, diantaranya konsep dasar traffic light, penggunaan sensor infrared dalam kepadatan lalu lintas dan pengiriman notifikasi real time ke user.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini merupakan inti dari penulisan tugas akhir ini, dimana pada bab ini memaparkan tahap tahap perancangan sistem mulai dari diagram alir atau flowchart, serta proses perancangan, pembuatan skema rangkaian, dan sampai ke tahap perakitan alat.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini mengenai hasil pengujian masing masing komponen dan sistem secara keseluruhan.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang membangun dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan data yang ada.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Sistem ini merupakan inovasi dalam manajemen lalu lintas yang bertujuan untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan efisiensi transportasi. Dan juga sistem ini bekerja dengan menggunakan sensor infrared yang mendeteksi jumlah kendaraan pada setiap jalur, kemudian data tersebut dikirimkan ke mikrokontroler untuk menentukan durasi lampu lalu lintas secara dinamis. Dengan pendekatan ini, waktu nyala lampu merah dan hijau dapat disesuaikan berdasarkan tingkat kepadatan kendaraan, sehingga arus lalu lintas menjadi lebih lancar dan terkoordinasi dengan baik.

Integrasi teknologi IoT dalam sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian lalu lintas secara real-time melalui jaringan internet. Dengan pendekatan ini, waktu nyala lampu merah dan hijau dapat disesuaikan berdasarkan tingkat kepadatan kendaraan, sehingga arus lalu lintas menjadi lebih lancar dan terkoordinasi dengan baik. Implementasi IoT dalam pengendalian traffic light merupakan terobosan signifikan dalam mengoptimalkan arus lalu lintas dan meningkatkan keselamatan berkendara

2.2 Lampu Lalu Lintas (Traffic Light)

Lampu lalu lintas (menurut UU no. 22/2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan: alat pemberi isyarat lalu lintas atau APILL) adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat

penyeberangan pejalan kaki (zebra cross), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah. Traffic light atau lampu lalu lintas adalah perangkat sinyalisasi yang mengatur pergerakan lalu lintas di persimpangan jalan. Perangkat ini berfungsi untuk mengontrol arus lalu lintas kendaraan dan pejalan kaki guna meningkatkan efisiensi dan keselamatan di jalan raya. Berikut contoh gambar 2.1 pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Traffic Light
(Sumber : Dokumentasi)

2.2.1 Komponen Traffic Light

1. Lampu indikator (merah, kuning, hijau) berfungsi memberikan isyarat kepada pengendara untuk berhenti, bersiap, dan berjalan.
2. Pengontrol sinyal, mengatur durasi dan urutan lampu menyala.
3. Sensor deteksi lalu lintas, sensor yang mendeteksi kepadatan kendaraan.

2.2.2 Jenis Jenis Traffic Light

Menurut UU no. 22/2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan, maka jenis dibagi dua yakni :

- a. Berdasarkan cakupannya
 1. Lampu lalu lintas terpisah merupakan pengoperasian lalu lintas yang pemasangannya didasarkan pada suatu tempat persimpangan saja tanpa mempertimbangkan persimpangan lain.
 2. Lampu lalu lintas terkoordinasi merupakan pengoperasian lampu lalu lintas yang pemasangannya akan mempertimbangkan beberapa persimpangan yang terdapat pada arah tertentu.
 3. Lampu lalu lintas jaringan merupakan pengoperasian lampu lalu lintas yang pemasangannya mempertimbangkan beberapa persimpangan yang terdapat dalam suatu jaringan yang masih dalam satu kawasan.
- b. Berdasarkan pengoperasiannya
 1. *Fixed time traffic signal* ; lampu lalu lintas yang pengoperasiannya menggunakan waktu yang tepat dan tidak mengalami perubahan.
 2. *Actuated traffic signal* ; lampu lalu lintas yang pengoperasiannya dengan pengaturan waktu tertentu dan mengalami perubahan dari waktu ke waktu sesuai dengan kedatangan kendaraan dari berbagai persimpangan.

2.2.3 Kelemahan Sistem Traffic Light Konvensional

Sistem traffic light konvensional memiliki sejumlah kelemahan, terutama dalam hal fleksibilitas, efisiensi, dan kemampuan beradaptasi dengan situasi lalu lintas yang dinamis. Banyak penelitian menunjukkan bahwa sistem traffic light konvensional sering menggunakan durasi tetap dan tidak dapat mendeteksi kepadatan lalu lintas, yang menyebabkan ketidakefektifan dalam pengaturan arus lalu lintas. Oleh karena itu, pengembangan sistem traffic light berbasis IoT dengan sensor infrared dan pengendalian adaptif menjadi solusi yang lebih efektif dan efisien.

2.3 Sensor Infrared (IR)

Sensor inframerah adalah komponen elektronik yang dapat mengidentifikasi fitur tertentu di lingkungan sekitar dengan memancarkan atau mendeteksi radiasi inframerah yang dapat bekerja secara efektif dalam jarak 3–80cm. Infra merah banyak digunakan di kehidupan sehari-hari, salah satu kegunaan dari infra merah adalah dalam bidang komunikasi yaitu untuk menghubungkan antar dua perangkat. Cara kerja dari infra merah yaitu dengan pemancar berupa LED, infrared sebagai transmitter yang mengirim data melalui sinar yang dipancarkan, lalu pada bagian penerima atau receiver terdapat modul penerima infra merah untuk menerima data yang dikirimkan dari LED infrared transmitter (Kurniawan & Surahman, 2021). Dapat dilihat pada gambar 2.2 Jenis sensor infrared terbagi menjadi dua, yakni :

1. Passive infrared (PIR), mendeteksi radiasi infrared yg dipancarkan objek panas (kurang efektif dalam mendeteksi kendaraan).

2. Active infrared, memancarkan dan menerima kembali sinar infrared (cocok untuk mendeteksi kendaraan).



Gambar 2.2 Sensor IR
(Sumber : edukasielektronika.com)

2.3.1 Prinsip Kerja Sensor Infrared (IR)

Sensor Infrared (IR) bekerja berdasarkan prinsip radiasi, dimana semua objek yang memiliki suhu diatas nol absolut memancarkan radiasi inframerah. Sensor ini terdiri dari 2 komponen utama; Pemancar (biasanya LED IR) yang memancarkan cahaya inframerah dan Penerima (seperti fototransistor atau fotodiode) yang mendeteksi cahaya yang dipantulkan oleh objek. Ketika cahaya IR mengenai objek, sebagian dari cahaya tersebut dipantulkan kembali ke penerima. (Sumber: Buku Panduan Sensor Infrared). Sensor infrared bekerja dengan memancarkan sinyal inframerah dan mendeteksi pantulan dari kendaraan yang melintas. Ketika kendaraan memasuki area deteksi, sensor mengubah status dari “tidak ada kendaraan” (HIGH) menjadi “ada kendaraan” (LOW) dan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler. Mikrokontroler kemudian mengidentifikasi kondisi lalu lintas sepi, normal, macet berdasarkan waktu deteksi dan mengatur durasi lampu lalu lintas sesuai tingkat kepadatan tersebut. Jika sensor mendeteksi banyaknya

kendaraan, durasi lampu hijau akan diperpanjang, membantu mengurangi kemacetan. Dan ketika salah satu jalur di persimpangan tersebut paling banyak kendaraan (macet) maka lampu hijau akan duluan menyala dari simpang simpang yang lain. Untuk input dan output data serta power supply untuk sensor, digunakan kabel dengan kode warna :

1. Kabel kuning adalah output yang dihubungkan ke NodeMCU.
2. Kabel hitam adalah ground (arus negatif)
3. Kabel merah adalah VCC (arus positif) dihubungkan kesumber arus.

2.3.2 Keunggulan Dan Kelemahan Sensor Infrared (IR)

Sensor infrared sering digunakan dalam prototipe sistem pengendalian traffic light otomatis karena harganya murah dan mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32. Namun, sensor ini memiliki beberapa kelemahan, seperti jarak deteksi yang pendek, sudut tangkap sempit, serta rentan terhadap gangguan cahaya matahari, cuaca, dan debu, sehingga kurang akurat untuk penggunaan di luar ruangan. Selain itu, sensor ini hanya mampu mendeteksi keberadaan objek tanpa membedakan jenis atau jumlah kendaraan. Untuk aplikasi dunia nyata, sebaiknya sensor infrared digantikan atau dikombinasikan dengan sensor yang lebih andal seperti ultrasonik, radar, atau sensor induktif. Berikut ini adalah tabel 2.1 keunggulan dan kelemahan sensor IR :

Tabel 2.1 Keunggulan Dan Kelemahan Sensor IR

ASPEK	KEUNGGULAN	KELEMAHAN
Deteksi Objek	Mampu mendeteksi objek tanpa memerlukan cahaya tambahan, efektif dalam kondisi gelap.	Sensitivitas terhadap gangguan dari sumber panas lain dapat mengurangi akurasi deteksi.
Biaya	Biaya implementasi relatif rendah dan sirkuit yang sederhana membuatnya mudah dirakit.	Keterbatasan dalam jangkauan deteksi, tidak dapat menembus objek yang menghalanginya.
Penggunaan	Cocok untuk berbagai aplikasi otomatisasi.	Kinerja dapat menurun saat suhu disekitar mendekati suhu objek yang terdeteksi, seperti manusia.

2.4 NodeMCU ESP 32

NodeMCU ESP 32 merupakan modul mikrokontroler yang menggunakan chip ESP32 buatan *Espressif Systems*, yang dirancang khusus untuk kebutuhan sistem tertanam (*embedded system*) dan Internet of Things (*IoT*). Modul ini merupakan pengembangan dari versi sebelumnya, yaitu ESP8266, dengan peningkatan performa berupa dual-core processor, memori yang lebih besar, serta dukungan konektivitas nirkabel ganda (WiFi dan Bluetooth).

Modul NodeMCU ESP32 mengintegrasikan semua komponen dasar dalam satu board, seperti port USB to serial (CP2102/CH340), regulator tegangan 3.3V, pin GPIO, dan antena WiFi onboard. Modul ini sangat cocok untuk berbagai aplikasi kontrol otomatis, monitoring sensor, dan sistem kendali jarak jauh karena kemampuannya berkomunikasi melalui jaringan internet.



Gambar 2.3 NodeMCU ESP32
(Sumber : Dokumentasi)

Tabel 2.2 Datasheet ESP32

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	ESP32 Dual-Core Tensilica LX6
Kecepatan CPU	Hingga 240 MHz
RAM	±520 KB SRAM
Flash Memory	4 MB (tergantung modul)
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Bluetooth	Versi 4.2 (Classic + BLE)
GPIO	±30 pin (Digital/Analog/PWM)
Tegangan Operasi	3.3V
Komunikasi Tambahan	UART, SPI, I2C, ADC, DAC

2.4.1 Prinsip Kerja NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 bekerja berdasarkan prinsip dasar mikrokontroler, yaitu membaca input dari sensor, memproses data berdasarkan program yang ditanamkan, lalu menghasilkan output berupa sinyal digital atau analog. ESP32 menjalankan instruksi dari firmware (program) yang disimpan dalam memori flash dan dieksekusi oleh CPU internal saat modul diberi daya. Langkah Kerja NodeMCU ESP32 Secara Umum:

1. Inisialisasi Sistem

Saat pertama kali dinyalakan, ESP32 akan menjalankan program yang telah ditanam melalui Arduino IDE atau platform

pemrograman lainnya. Proses bootloader memuat firmware ke dalam sistem.

2. Pembacaan Input

ESP32 membaca sinyal dari sensor melalui pin GPIO yang telah dikonfigurasi sebagai input, baik itu digital maupun analog. Misalnya, dalam sistem traffic light, sensor infrared akan memberikan logika LOW saat mendeteksi kendaraan.

3. Pemrosesan Data

Berdasarkan algoritma yang ditanamkan, ESP32 akan memproses sinyal input dan menentukan kondisi sistem. Misalnya, menentukan jalur yang padat untuk menyalakan lampu hijau terlebih dahulu.

4. Pengeluaran Output

ESP32 kemudian mengirimkan sinyal ke aktuator, seperti LED lalu lintas, melalui pin GPIO output. Selain itu, ESP32 juga dapat mengirimkan data status ke server atau aplikasi mobile (seperti Blynk) melalui jaringan WiFi.

5. Koneksi Internet (IoT)

ESP32 memiliki modul WiFi internal yang dapat terhubung ke jaringan lokal dan internet, memungkinkan perangkat mengirim data ke cloud, menerima perintah dari aplikasi, atau berkomunikasi antar perangkat secara real-time.

2.5 Internet Of Things (IoT)

Internet of things merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. *Internet of Things* berkaitan erat dengan *Machine-to-Machine* (M2M) atau lebih dikenal dengan perangkat cerdas (Wikipedia Indonesia).



Gambar 2.4 Internet Of Things
(Sumber : Wikipedia Indonesia)

Dengan IoT, sistem pengendalian lampu lalu lintas dapat di otomatisasi, keputusan pengaturan lampu merah, kuning, dan hijau dapat disesuaikan dengan kondisi lalu lintas saat itu. Misalnya satu jalur lebih padat, lampu hijau akan diperpanjang untuk mengurangi kemacetan.

2.6 Modul LED Traffic Light

LED atau *Light Emitting Diode* adalah komponen semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika dialiri arus listrik dalam kondisi bias maju. Keunggulan LED meliputi efisiensi energi yang tinggi, umur panjang hingga 100.000 jam, dan ukuran yang kecil. Berbagai warna cahaya dapat dihasilkan.

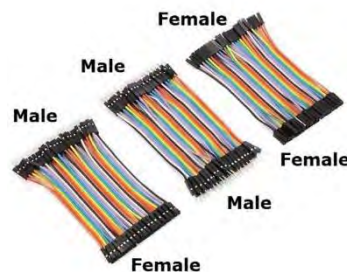
Lampu LED yang digunakan untuk rancang bangun alat ini adalah lampu traffic light yang berisikan 3 warna yaitu merah, kuning, hijau. berikut gambar 2.7 yang ada dibawah ini.



Gambar 2.5 LED Traffic Light
(Sumber : thaiagrotech.com)

2.7 Kabel Pin

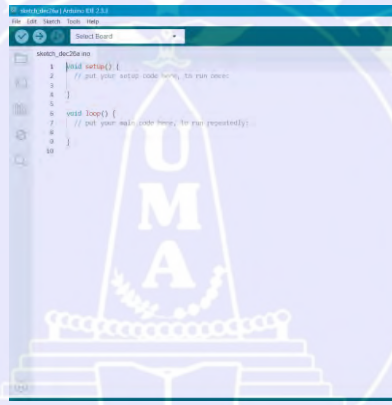
Kabel merupakan sebuah penghubung antara perangkat elektronik. Konektor male dan female digunakan bersama untuk membuat koneksi antar perangkat. Konektor male atau jantan adalah konektor yang memiliki pin atau ujung yang menonjol. Konektor ini dirancang untuk dimasukkan ke dalam konektor female. Konektor female atau betina adalah konektor yang memiliki lubang atau soket untuk menerima konektor male. Konektor ini dirancang untuk menerima pin dari konektor male. Berikut gambar 2.8 dibawah ini



Gambar 2.6 Kabel Pin
(Sumber : serial-cable.com)

2.8 Arduino IDE

Arduino IDE adalah pengendali mikro dengan papan tunggal yang berfungsi dalam proyek perangkat lunak sumber terbuka. Fungsi utama dari Arduino untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Arduino memiliki perangkat keras yang menggunakan prosesor Atmel AVR. Pada aplikasi Arduino, Mikrokontroler diprogram menggunakan Bahasa pemrograman atau C++, dengan pustaka khas arduino. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware arduino dan membangunnya (Wikipedia Indonesia).



Gambar 2.7 Tampilan Sketch *Software* Arduino IDE
(Sumber : <https://www.aldyrazor.com/2020/05/software-arduino-ide.html>)

2.9 Notifikasi Real-Time Dalam Sistem Pengendalian Lalu Lintas

Untuk melakukan notifikasi real-time supaya bisa memantau keadaan di lapangan dapat menggunakan kombinasi teknologi yang mencakup sensor, perangkat lunak, dan platform IoT.

2.9.1 Aplikasi Blynk

Blynk merupakan platform IoT yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan dan mengendalikan perangkat keras seperti

Arduino, Raspberry Pi, ESP32, melalui aplikasi mobile atau handpone. Dengan blynk ini data dari sensor seperti infrared yang mendeteksi kepadatan lalu lintas dapat dikirim secara langsung ke aplikasi, memungkinkan pengguna untuk menerima notifikasi saat kondisi tertentu terdeteksi, seperti kepadatan yang sangat tinggi atau perubahan status lampu lalu lintas. (Wikipedia Indonesia).



Gambar 2. 8 Logo Aplikasi Blynk
(Sumber : Wikipedia Indonesia)

2.9.2 Prinsip Kerja Aplikasi Blynk

Perangkat ini menjalankan kode yang melaksanakan komunikasi dengan server Blynk. Perangkat seperti NodeMCU akan terhubung ke internet melalui Wi-Fi. Setelah itu, perangkat mengirimkan token autentikasi (didapatkan dari aplikasi blynk) ke server blynk. Token ini memastikan hanya perangkat yang sah yang dapat mengakses aplikasi. Sensor yang terhubung ke Mikrokontroler akan membaca data lingkungan. Data ini dikirim ke server Blynk, lalu diteruskan ke aplikasi ponsel. Saat pengguna menekan tombol atau menggeser slider di aplikasi Blynk, perintah dikirim ke server. Kemudian server mengirimkan instruksi ke perangkat Mikrokontroler, perangkat kemudian

mengeksekusi perintah, misalnya menyalakan LED, mengubah posisi servo dan lain lainnya.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

Pada langkah pertama dilakukan pengumpulan literatur dari buku, *e-book*, jurnal dan beberapa laporan hasil penelitian. Hasil penelitian terdahulu dikumpulkan untuk dianalisis tentang topik, proses, dan hasilnya agar bisa menentukan arah penelitian ini. Teori teori pendukung didapatkan dari literatur yang ada untuk menyusun gambaran umum penelitian sehingga menghasilkan sebuah tugas akhir skripsi.

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat penelitian dalam perancangan alat prototype “Sistem Pengendalian Traffic Light Berbasis Iot Dengan Deteksi Kepadatan Lalu Lintas Menggunakan Sensor Infrared Dan Notifikasi Real Time” ini yaitu :

1. Nama tempat : Cv Angkasa Mobie Tech
2. Alamat : Jl Sultan Serdang Dusun 2 Sena Gg Ikhlas,
Batang Kuis

3.2.2 Waktu Penelitian

Proses penelitian ini membutuhkan waktu kurang lebih 3 bulan sebagaimana yang diuraikan pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

No	Kegiatan Penelitian	BULAN KE											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Studi Literatur	■	■										
2.	Pengumpulan Alat Dan Bahan			■	■								
3.	Perancangan Alat					■	■						
4.	Pengumpulan Data							■	■				
5.	Analisa Data									■	■		
6.	Penulisan Laporan											■	■

3.3 Bahan Dan Alat

Berikut ini merupakan tabel 3.2 alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian :

Tabel 3.2 Alat Dan Bahan

No	Nama komponen	Jumlah
1.	Nodemcu ESP32	1 buah
2.	Sensor IR	8 buah
3.	LED traffic light	4 buah
4.	Papan board	1 buah
5.	Kabel adaptor	Secukupnya
6.	Power supply	1 buah
7.	Laptop	1 buah

3.4 Rancangan Anggaran Biaya (RAB)

Rancangan anggaran biaya ini berfungsi sebagai salah satu langkah yang digunakan untuk menghitung biaya biaya yang diperlukan untuk mengerjakan suatu prototype simulasi sehingga dapat diproyeksikan berapa total biaya yang diperlukan dalam perancangan alat ini yaitu Rp. 462.000,00 -, adapun rancangan anggaran biaya dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 3.3 RAB

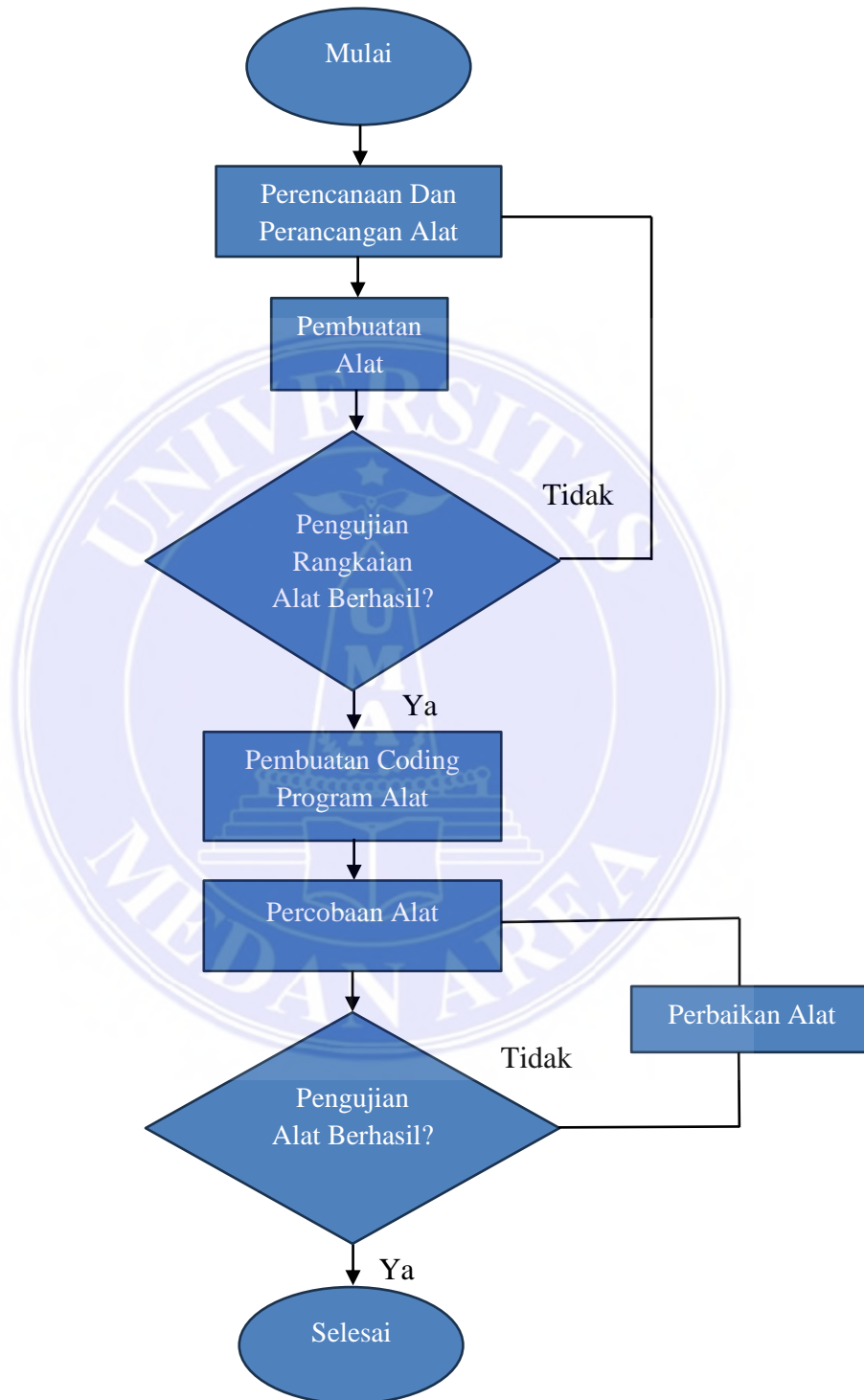
No	Item	Harga satuan (Rp)	Jumlah	Subtotal (Rp)
1.	Nodemcu ESP 32	60.000	1	60.000
2.	Sensor IR	15.000	8	120.000
3.	LED traffic light	10.000	4	40.000
4.	Papan board	30.000	1	30.000
5.	Adptor 5V/2A	50.000	1	50.000
6.	Laptop/smartphone	-	-	-
7.	Kabel jumper	1.000	40	20.000
8.	Kerangka miniatur kayu/triplek	50.000	1	50.000

Biaya cadangan dan lain lain (10% dari subtotal) : Rp 42.000

Total biaya : Rp 420.000 + Rp 42.000 = Rp 462.000,00

3.5 Diagram Alir Pembuatan Alat

Gambar dibawah ini menunjukkan diagram alir pembuatan alat



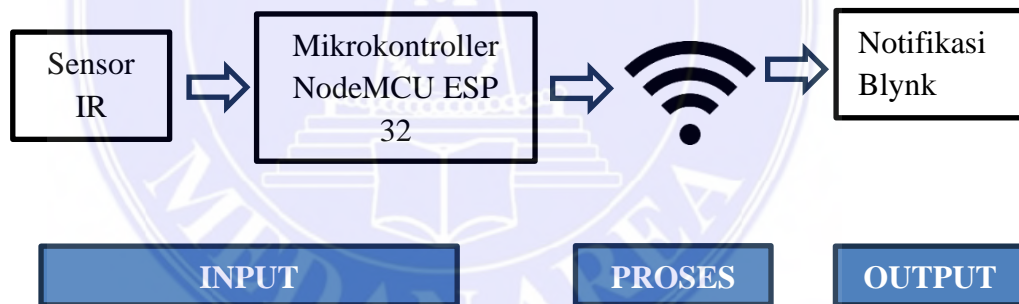
Gambar 3.1 Flowchart Pembuatan Alat

Berikut penjelasan dari setiap bagian bagian diagram alir pembuatan alat diatas sebagai berikut :

1. Mulai, sebagai awal untuk memulai pekerjaan pembuatan alat.
2. Perencanaan dan perancangan alat, merupakan proses desain alat dan menentukan bagian-bagian serta fungsi setiap komponen yang telah di persiapkan.
3. Pembuatan alat, ini merupakan dimana seluruh komponen digabungkan menjadi satu alat yang jadi dan komplit.
4. Pengujian rangkaian alat, ini termasuk langkah yang penting untuk menentukan apakah komponen komponen yang dirancang sesuai yang diinginkan atau tidak.
5. Pembuatan coding atau program alat digunakan untuk mengolah data dari *software* dan mengunggah ke board *hardware* yang terdapat pada alat sesuai dengan fungsinya.
6. Percobaan alat yakni meliputi memulai (*start*) program di software untuk memahami sistem kerja alat bekerja sesuai yang diinginkan.
7. Perbaikan alat dilakukan jika tidak sesuai dengan yang direncanakan, dan juga jika terjadi kerusakan di salah satu komponen maka dilakukan perbaikan alat.
8. Pengujian alat, merupakan cara untuk mengetahui apakah alat yang telah dirancang memiliki kemampuan untuk berfungsi sesuai dengan ketentuan perancangan atau tidak.
9. Selesai, sebagai akhir untuk mengakhiri pekerjaan pembuatan alat.

3.6 Blok Diagram Sistem

Dalam blok diagram sistem dibawah ini mencakup sistem secara keseluruhan. Pada sistem yang dibangun Nodemcu ESP 32 digunakan sebagai proses utama sedangkan sensor infrared digunakan untuk mendeteksi halangan atau kendaraan pada prototype, ini disebut sebagai input. Bagian prosesnya merupakan penghubung antara input dan output dan juga mengolah data dari perintah komputer. Data dari sensor akan dikirim ke internet menggunakan platform Blynk, ini disebut sebagai output. Dikarenakan ESP 32 sudah didukung dengan modul Wi-Fi dan bluetooth sehingga tidak memerlukan modul tambahan. Berikut gambar 3.2 dibawah ini runtutan prosesnya.



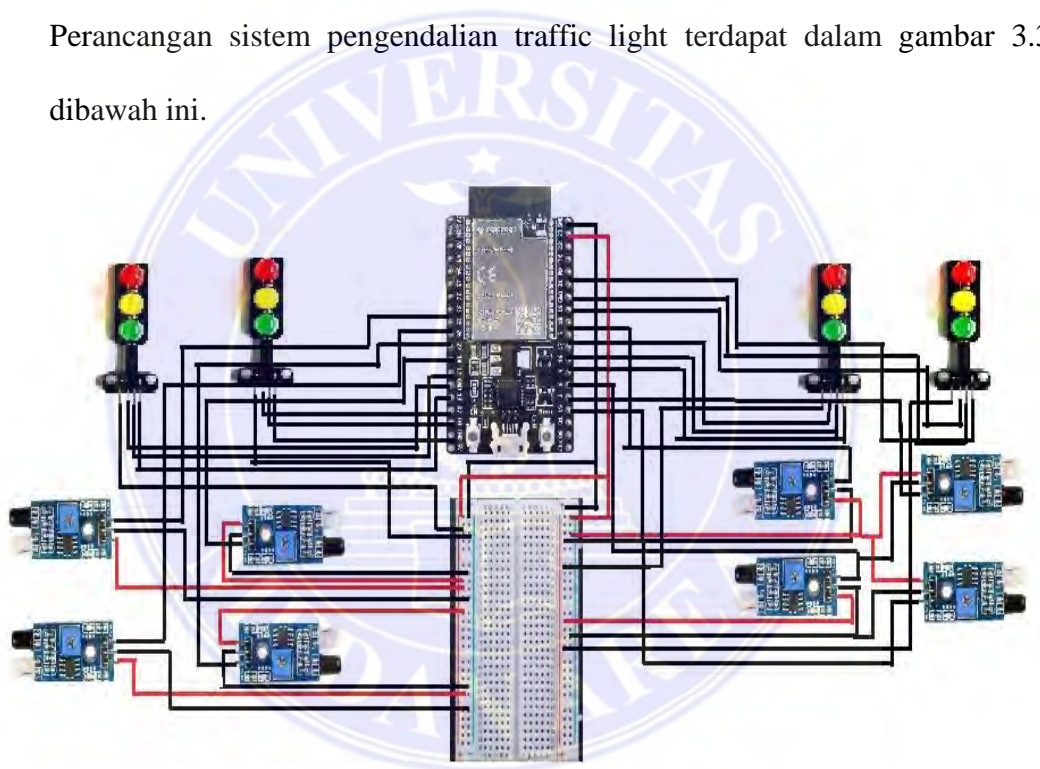
Gambar 3.2 Blok Diagram Sederhana

3.7 Skema Rangkaian

Traffic light otomatis ini akan mengatur berapa lama setiap jalur bisa dilalui kendaraan (lampu hijau) berdasarkan kriteria sebagai berikut :

1. Waktu, akan dibedakan menjadi pagi dan sore.
2. Kepadatan kendaraan, jika suatu waktu volume kendaraan yang mengantri di salah satu jalur lebih banyak dari jalur yang lain, maka jalur tersebut mendapat lampu hijau lebih lama dari jalur yang lain.

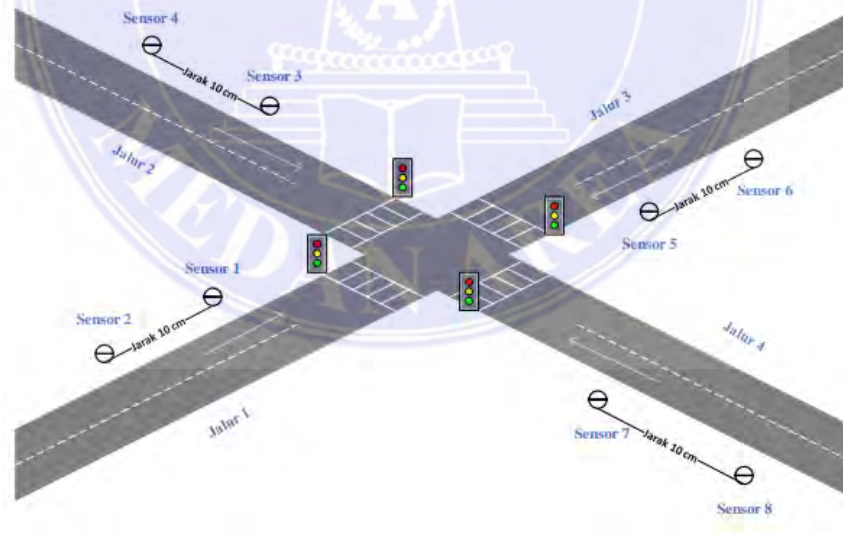
Perancangan sistem pengendalian traffic light terdapat dalam gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Skema Rangkaian

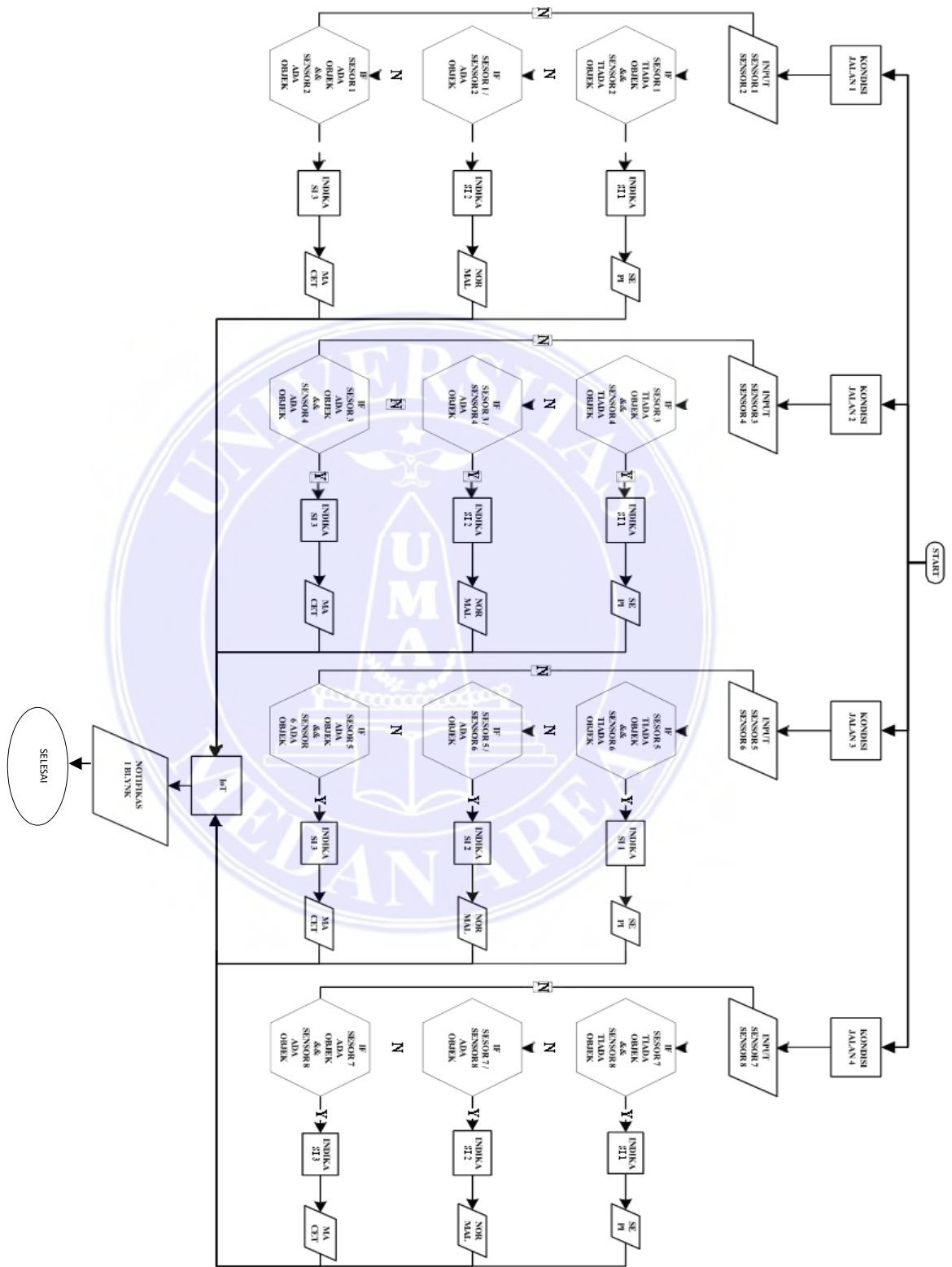
3.8 Desain Prototype

Desain ini bertujuan untuk mengoptimalkan jalur lalu lintas dan memberikan informasi yang cepat serta akurat kepada pengguna dan pengelola jalan. Spesifikasi dari desain prototype yang dibangun yakni panjang jalur 1 dan jalur 3 adalah 55 cm untuk jalur 2 dan 4 adalah 50 cm. Lebar jalan untuk setiap jalurnya 10 cm. Sensor yang digunakan yaitu sensor infrared untuk mendeteksi objek yang berjumlah 8 sensor. Masing masing jalur memiliki 2 sensor dengan jarak antar sensor 10 cm. Prototype ini terbatas pada persimpangan jalan raya di mana dapat berupa simpang empat yang terdapat lalu lintasnya dan ruas yang dapat memuat dua buah kendaraan. Dibawah ini merupakan gambar 3.4 prototype desain alat ini.



Gambar 3.4 Desain Prototype

3.9 Diagram Alir Program



Gambar 3.5 Flowchart Program

Berikut penjelasan dari setiap bagian bagian diagram alir pembuatan alat diatas sebagai berikut :

1. Mulai

Proses dimulai saat sistem mendapatkan sumber daya listrik. Mikrokontroler melakukan inisialisasi semua komponen seperti sensor infrared, LED lampu lalu lintas, dan modul WiFi. Inisialisasi ini menjadi langkah awal sebelum sistem mulai menjalankan logika kontrol lalu lintas.

2. Kondisi Perempatan Jalan

Sistem mulai membaca dan memantau kondisi perempatan jalan (simpang empat) dengan menggunakan input dari delapan sensor infrared yang terpasang di masing-masing jalur kendaraan. Sensor-sensor ini memberikan informasi tentang ada atau tidaknya kendaraan di setiap jalur.

3. If Sensor Tiada Objek

Jika sensor infrared tidak mendeteksi adanya kendaraan (artinya tidak ada sinyal pantulan balik karena tidak ada objek yang menghalangi sensor), maka sistem mengirimkan data ke web server atau aplikasi bahwa kondisi jalan sepi atau kosong, Ini disebut indikasi 1.

4. If Sensor Pertama Atau Kedua Ada Objek

Jika salah satu sensor (baik sensor depan maupun belakang) mendeteksi adanya objek, maka kondisi jalan dianggap normal, yaitu terdapat kendaraan, tetapi tidak padat. Sistem akan mengatur lampu lalu lintas sesuai urutan giliran. Ini disebut indikasi 2.

5. If Kedua Sensor Ada Objek

Jika kedua sensor (depan dan belakang) di satu jalur mendeteksi objek secara bersamaan, maka kondisi jalur tersebut dianggap padat atau macet. Sistem akan memberikan prioritas lampu hijau lebih lama pada jalur tersebut agar kemacetan bisa diurai. Ini disebut indikasi 3.

6. Kirim Data Kepadatan

Setelah mendeteksi kondisi kepadatan kendaraan, sistem akan mengirimkan data secara real-time ke web server yang telah terhubung dengan mikrokontroler, menggunakan modul WiFi pada ESP32. Data ini berfungsi untuk monitoring dan analisis dari jarak jauh.

7. Notifikasi Blynk

Selain mengirimkan data ke server, sistem juga akan mengirimkan notifikasi real-time ke aplikasi Blynk pada smartphone. Notifikasi ini akan memberitahu kondisi kepadatan masing-masing jalur atau status dari lampu lalu lintas yang sedang aktif.

8. Selesai

Tahapan ini menandai akhir dari satu siklus pemrosesan. Namun, karena sistem bekerja secara looping, maka setelah tahapan ini, sistem akan kembali ke langkah awal untuk terus memantau dan mengatur lalu lintas berdasarkan kondisi terbaru di lapangan.

3.10 Metode Pengumpulan data

Pertama, survei lokasi dilakukan untuk menentukan titik optimal pemasangan sensor infrared. Langkah ini penting untuk memastikan sensor dapat mendeteksi kepadatan lalu lintas secara akurat. Lokasi dipilih berdasarkan jarak pandang, ketinggian, dan sudut cakupan sensor. Menurut Yadav et al. (2020), survei lokasi yang baik meningkatkan efisiensi sistem deteksi kepadatan lalu lintas berbasis sensor.

Selanjutnya, pengumpulan data real-time dilakukan dengan pemasangan sensor infrared di setiap jalur pada persimpangan. Sensor ini terhubung ke sistem IoT, yang mengirim data ke server pusat secara terus-menerus. Data ini meliputi jumlah kendaraan yang lewat dalam rentang waktu tertentu. Berdasarkan penelitian oleh Lin et al. (2019), integrasi sensor dengan IoT memungkinkan pemantauan lalu lintas yang lebih efektif.

Pengujian sistem sensor dilakukan untuk memastikan akurasi dalam berbagai kondisi cuaca, termasuk saat cerah, hujan, dan malam hari. Kalibrasi sensor juga diperlukan untuk meminimalkan kesalahan deteksi. Sebagaimana dinyatakan oleh Singh dan Kaur (2021).

Maka dari itu pengumpulan umpan balik pengguna dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas sistem dan kepuasan pengguna terhadap notifikasi yang diterima. Kuesioner disebarkan kepada pengguna di sekitar lokasi pengujian untuk mengumpulkan saran dan kritik. Menurut laporan oleh Smith et al. (2020), umpan balik pengguna adalah komponen penting dalam pengembangan sistem IoT yang berorientasi pengguna.

3.11 Metode Analisa data

Analisis data kepadatan lalu lintas dilakukan untuk memahami pola lalu lintas berdasarkan data yang dikumpulkan oleh sensor infrared. Data jumlah kendaraan yang terdeteksi dalam waktu tertentu diolah dan dianalisis menggunakan metode statistik untuk menghitung rata-rata, puncak, dan fluktuasi lalu lintas pada jam-jam tertentu. Menurut Zhang et al. (2021), analisis pola lalu lintas dapat membantu mengidentifikasi waktu-waktu puncak yang penting untuk pengaturan traffic light yang lebih efisien.

Selanjutnya, analisis efektivitas pengendalian traffic light berbasis data real-time dilakukan dengan menilai perubahan waktu tunggu kendaraan di persimpangan sebelum dan sesudah implementasi sistem. Simulasi lalu lintas digunakan untuk memodelkan berbagai skenario dan mengevaluasi efektivitas pengaturan traffic light yang adaptif. Menurut penelitian oleh Li et al. (2020), simulasi dapat memberikan gambaran akurat tentang bagaimana perubahan dalam sistem traffic light dapat mempengaruhi kelancaran lalu lintas.

Terakhir, analisis perbandingan dengan sistem konvensional dilakukan untuk menilai perbedaan kinerja antara sistem IoT dan pengendalian traffic light konvensional. Indikator kinerja utama seperti waktu tunggu rata-rata, volume lalu lintas yang diatur, dan insiden kemacetan diukur dan dibandingkan. Menurut penelitian oleh Anderson dan Smith (2020).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian terhadap prototype sistem pengendalian lampu lalu lintas berbasis IoT dengan sensor infrared, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Sistem traffic light yang efisien dapat dirancang dengan menempatkan dua sensor infrared pada setiap jalur lalu lintas untuk mendeteksi kepadatan kendaraan. Sensor bekerja dengan memantulkan cahaya inframerah dan mendeteksi keberadaan kendaraan berdasarkan perubahan status logika. Data dari sensor kemudian diolah oleh mikrokontroler (NodeMCU ESP32) untuk menentukan jalur mana yang padat dan layak mendapatkan prioritas lampu hijau.
2. Sistem traffic light berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi dengan mengatur durasi nyala lampu secara adaptif berdasarkan kondisi lalu lintas yang terdeteksi secara real-time. Berbeda dengan sistem konvensional yang menggunakan waktu tetap, sistem ini mampu menyesuaikan nyala lampu hijau hanya pada jalur yang benar-benar padat. Hasil pengujian menunjukkan efisiensi waktu mencapai 88,85% dibanding sistem konvensional.
3. Dampak positifnya adalah peningkatan keselamatan karena sistem mampu mengurangi antrean dan potensi konflik antar kendaraan di persimpangan. Selain itu, kenyamanan pengguna jalan meningkat karena waktu tunggu

menjadi lebih singkat dan arus lalu lintas lebih lancar, khususnya pada jam sibuk.

4. Sensor infrared mendeteksi keberadaan kendaraan dengan membaca pantulan sinyal dari bodi kendaraan. Jika dua sensor aktif bersamaan, maka sistem mengidentifikasi jalur tersebut sebagai padat. Mikrokontroler kemudian mengatur status lampu lalu lintas secara otomatis berdasarkan hasil pembacaan sensor, tanpa memerlukan intervensi manual.

5.2 Saran

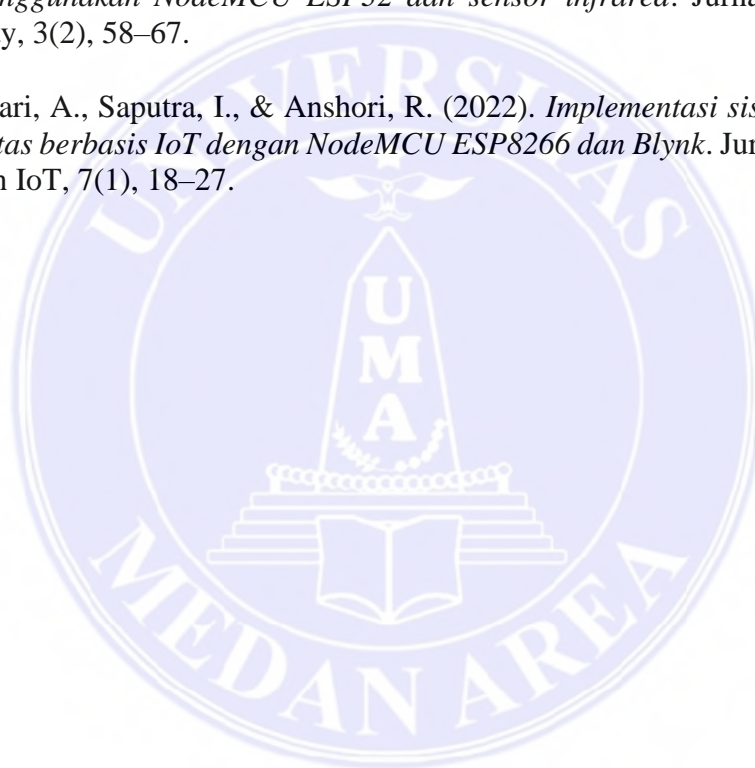
Adapun saran untuk pengembangan sistem ini ke tahap yang lebih lanjut dan penerapan di dunia nyata, penulis memberikan beberapa saran berikut:

1. Perangkat prototype sebaiknya dikembangkan agar tahan terhadap kondisi cuaca dan lingkungan luar jika akan diterapkan di jalan raya sesungguhnya
2. Penggunaan notifikasi real-time melalui aplikasi mobile seperti Blynk sangat bermanfaat dan dapat dikembangkan lebih lanjut agar masyarakat umum atau petugas lalu lintas juga dapat memantau kondisi persimpangan secara langsung.
3. Sistem sebaiknya diuji di berbagai kondisi lalu lintas dan lingkungan (siang/malam, ramai/sepi) untuk mengetahui ketahanan dan keandalan sistem secara menyeluruh.
4. Integrasi dengan data analitik berbasis cloud atau sistem pemantauan lalu lintas kota dapat dikembangkan untuk mendukung sistem transportasi cerdas (smart traffic).

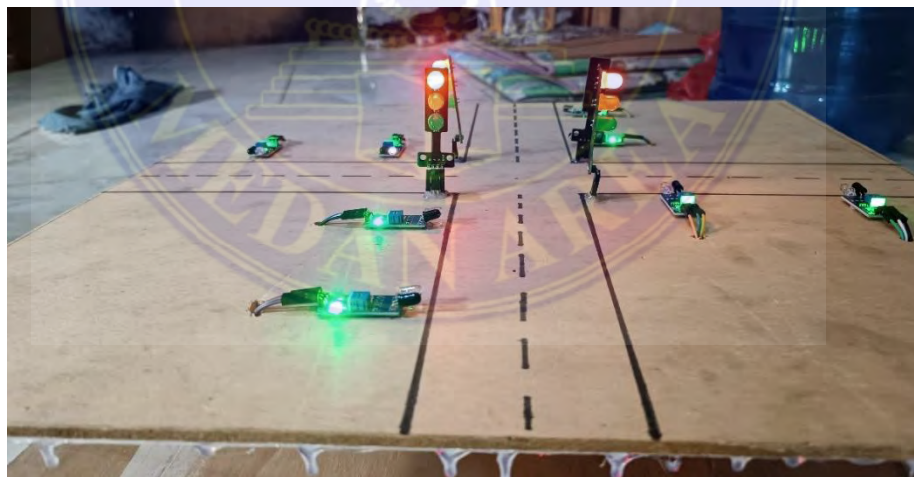
DAFTAR PUSTAKA

- Adria, A. (2011). *Perancangan Pengontrolan Traffic Light Otomatis*. 9(3), 126–131.
- Bathla, G., Bhadane, K., Singh, R. K., Kumar, R., Aluvalu, R., Krishnamurthi, R., Kumar, A., Thakur, R. N., & Basheer, S. (2022). Autonomous Vehicles and Intelligent Automation: Applications, Challenges, and Opportunities. *Mobile Information Systems*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7632892>
- Br, N. R. (2019). Prototype Smart Traffic Light Otomatis Berbasis Atmega-328 dengan Sensor Jarak. *Je-Unisla*, 4(2), 1–4.
- Fauzi, I. (2023). *Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Metode Mkji 1997 Dengan Software Ptv Vissim 9.0 (Studi Kasus Simpang Empat Aksara Kota Medan)*. 0, 1–77.
- Jangeed, D., Mohammad, I., & Patel, J. (2024). Sensor Based Smart Traffic Light Control System. *International Journal of Technical Research & Science*, 9(Spl), 27–35. <https://doi.org/10.30780/specialissue-iset-2024/022>
- Kheder, M. Q., & Mohammed, A. A. (2024). Real-time traffic monitoring system using IoT-aided robotics and deep learning techniques. *Kuwait Journal of Science*, 51(1), 100153. <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2023.10.017>
- MKJI. (1997). Mkji 1997. In *departemen pekerjaan umum, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia"* (hal. 1–573).
- Munawar, A., & Ramadhan, T. (2023). *Analisis performa traffic light otomatis di persimpangan padat*. *Jurnal Transportasi Cerdas*, 1(1), 12–21.
- Priyanto, D., & Lestari, R. (2021). *Rancang bangun prototipe lampu lalu lintas otomatis berbasis Arduino dengan sensor infrared*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Otomasi*, 6(2), 45–53.
- Putra, A. D., & Hidayat, W. (2019). *Sistem lampu lalu lintas otomatis berbasis Raspberry Pi dan kamera*. *Jurnal Sistem Cerdas*, 4(4), 66–75.
- Rahman, F., & Maulana, R. (2020). *Pengaturan traffic light menggunakan sensor ultrasonik dan Arduino Uno*. *Prosiding Seminar Teknologi Elektronika*, 12(1), 102–110.
- Putra, O. A., & Handika, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Lalu Lintas Menggunakan Smartphone Dan Esp32cam Berbasis Arduino Mega 2560. *Jurnal Sains dan Teknologi (JSIT)*, 2(2), 120–130. <https://doi.org/10.47233/jsit.v2i3.202>

- Rosyady, P. A., Feter, M. R., & Ikhsan M, Z. A. (2022). Prototipe Sistem Deteksi Kemacetan Jalan Raya Berbasis Internet Of Things (IoT). *Avitec*, 4(2), 197. <https://doi.org/10.28989/avitec.v4i2.1270>
- Rusmana, D., & Red, I. (2019). *RANCANG BANGUN TRAFFIC LIGHT MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED BERBASIS LOGIKA FUZZY DESIGN OF TRAFFIC LIGHT USING INFRARED SENSOR BASED ON FUZZY Rancang Bangun - Dadang Rusmana*. 8(2), 37–42
- Santoso, B., & Yulianto, A. (2020). *Sistem kendali lampu lalu lintas empat arah berbasis Android*. *Jurnal Elektronika & Multimedia*, 5(3), 33–40.
- Utami, S., Nugroho, D., & Wijaya, M. (2022). *Sistem traffic light adaptif menggunakan NodeMCU ESP32 dan sensor infrared*. *Jurnal Ilmiah Smart City*, 3(2), 58–67.
- Wulandari, A., Saputra, I., & Anshori, R. (2022). *Implementasi sistem lampu lalu lintas berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 dan Blynk*. *Jurnal Informatika dan IoT*, 7(1), 18–27.



LAMPIRAN I : Proses Pemotongan Triplek Untuk Pemasangan Alat Prototype



LAMPIRAN II : Dokumentasi Sistem Traffic Light Konvensional Yang Berada Di Simpang Aksara



LAMPIRAN III : Program Alat

```
// === BLYNK SETUP ===

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6WZP7jB0q"

#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "traffic light"

#define BLYNK_AUTH_TOKEN "6jDJDZIKY7-em_Xm2FSDmk6NeggaI98O"

#include <WiFi.h>

#include <BlynkSimpleEsp32.h>

// Ganti dengan WiFi Anda

char ssid[] = "HIGTECH";

char pass[] = "tadik8789";

// === PIN SENSOR IR ===

// Dua sensor per jalur: total 8 sensor

const int SENSOR_IR[8] = {

    22, 23, // Jalur 1

    19, 18, // Jalur 2

    5, 4, // Jalur 3

    2, 15 // Jalur 4

};

// === PIN LAMPU ===

// Masing-masing jalur: LED Merah, Kuning, Hijau

const int LED_MERAH[4] = {32, 25, 12, 27};

const int LED_KUNING[4] = {33, 26, 13, 14};

const int LED_HIJAU[4] = {21, 17, 16, 1}; // Ganti GPIO0 jika bermasalah

// === DURASI NYALA LAMPU (milidetik) ===

const int DURASI_HIJAU = 7000;

const int DURASI_KUNING = 1000;
```

```
const int DURASI_LOOP_DELAY = 200;

const int DURASI_MERAH = DURASI_HIJAU + DURASI_KUNING;

// Jalur aktif dimulai dari paling kanan (jalur 4)

int jalurAktif = 3;

void setup() {

  Serial.begin(115200);

  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);

  // Atur pin sensor IR sebagai input

  for (int i = 0; i < 8; i++) {

    pinMode(SENSOR_IR[i], INPUT);

  }

  // Atur pin LED sebagai output, dan matikan semua LED

  for (int i = 0; i < 4; i++) {

    pinMode(LED_MERAH[i], OUTPUT);

    pinMode(LED_KUNING[i], OUTPUT);

    pinMode(LED_HIJAU[i], OUTPUT);

    digitalWrite(LED_MERAH[i], LOW);

    digitalWrite(LED_KUNING[i], LOW);

    digitalWrite(LED_HIJAU[i], LOW);

  }

}

void loop() {

  Blynk.run();

  bool kendaraanPadat = false;

  // Kirim status ke Blynk untuk setiap jalur (V0 - V3)

  for (int i = 0; i < 4; i++) {
```

```
int sensor1 = SENSOR_IR[i * 2];

int sensor2 = SENSOR_IR[i * 2 + 1];

bool deteksi1 = digitalRead(sensor1) == LOW;

bool deteksi2 = digitalRead(sensor2) == LOW;

if (deteksi1 && deteksi2) {

    String status = "Jalur " + String(i + 1) + " padat!";

    Blynk.virtualWrite(V0 + i, status);

} else {

    String status = "Jalur " + String(i + 1) + " lancar";

    Blynk.virtualWrite(V0 + i, status);

}

}

// Cek tiap jalur: jika padat, beri lampu hijau

for (int i = 0; i < 4; i++) {

    int idx = (jalurAktif - i + 4) % 4;

    int sensor1 = SENSOR_IR[idx * 2];

    int sensor2 = SENSOR_IR[idx * 2 + 1];

    bool deteksi1 = digitalRead(sensor1) == LOW;

    bool deteksi2 = digitalRead(sensor2) == LOW;

    if (deteksi1 && deteksi2) {

        nyalakanLampu(idx);

        delay(DURASI_HIJAU);

        nyalakanKuning(idx);

        delay(DURASI_KUNING);

        matikanSemuaLampu();

    }

}
```

```
jalurAktif = (idx - 1 + 4) % 4; // Looping ke kiri

kendaraanPadat = true;

break;

}

}

// Jika tidak ada jalur padat → looping otomatis

if (!kendaraanPadat) {

    nyalakanLampu(jalurAktif);

    delay(DURASI_HIJAU);

    nyalakanKuning(jalurAktif);

    delay(DURASI_KUNING);

    matikanSemuaLampu();

    jalurAktif = (jalurAktif - 1 + 4) % 4; // geser ke kiri

}

delay(DURASI_LOOP_DELAY);

}

// ==== FUNGSI PENDUKUNG ====

// Nyalakan hijau pada 1 jalur, merah di 3 lainnya

void nyalakanLampu(int jalur) {

    for (int i = 0; i < 4; i++) {

        if (i == jalur) {

            digitalWrite(LED_MERAH[i], LOW);

            digitalWrite(LED_KUNING[i], LOW);

            digitalWrite(LED_HIJAU[i], HIGH);

        } else {

            digitalWrite(LED_MERAH[i], HIGH);


```

```
digitalWrite(LED_KUNING[i], LOW);  
  
digitalWrite(LED_HIJAU[i], LOW);  
  
}  
  
}  
  
}  
  
// Nyalakan kuning pada jalur  
  
void nyalakanKuning(int jalur) {  
  
digitalWrite(LED_HIJAU[jalur], LOW);  
  
digitalWrite(LED_KUNING[jalur], HIGH);  
  
}  
  
// Matikan semua lampu  
  
void matikanSemuaLampu() {  
  
for (int i = 0; i < 4; i++) {  
  
digitalWrite(LED_MERAH[i], LOW);  
  
digitalWrite(LED_KUNING[i], LOW);  
  
digitalWrite(LED_HIJAU[i], LOW);  
  
}  
  
}
```

