

SKRIPSI

**MODEL SISTEM PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS
MENGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS *INTERNET OF
THINGS***

Oleh

NURMIN KUMA

065118322



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024**

SKRIPSI

**MODEL SISTEM PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS
MENGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS *INTERNET OF
THINGS***

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Ilmu Komputer

Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Oleh

NURMIN KUMA

065118322



PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PAKUAN

BOGOR

2024

HALAMAN PENGESAHAN

JUDUL : Model Sistem Pengenalan Rambu Lalu Lintas Menggunakan
Raspberry Pi Berbasis *Internet Of Things*.
NAMA : Nurmin Kuma
NPM : 065118322

Mengesahkan,

Pembimbing Pendamping
Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK



Deden Ardiansyah S.T., M.Kom.

Pembimbing Utama
Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK



Dr. Andi Chairunnas S.Kom., M.Pd.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK



Arie Qurania, M.Kom.

Dekan
FMIPA – UNPAK



Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

Sejauh yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan karya tulis yang pernah dipublikasikan atau sudah pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian di mana sumber informasinya dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kelak dikemudian hari terdapat gugatan, penulis bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bogor, 23 Oktober 2024



(Nurhikmah Kuma)

**PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA
PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nurmin Kuma
NPM : 065118322
Judul Skripsi : Model Sistem Pengenalan Rambu Lalu Lintas
Menggunakan Raspberry Pi Berbasis *Internet Of Things*

Dengan ini saya menyatakan bahwa Paten dan Hak Cipta dari produk Skripsi dan Tugas Akhir di atas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan Paten, hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pakuan.

Bogor, 23 Oktober 2024



Nurmin Kuma
NPM 065118322

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Lede pada 14 Juli 1999 dari pasangan Bapak La Kuma dan Ibu Basnia sebagai anak keempat dari empat bersaudara.

Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar di SD Inpres 2 Lede, kemudian tahun 2011 masuk MTs YPPT Lede di Lede dan Penulis adalah Alumni dari SMA Negeri 1 Lede. Pada tahun 2018 penulis meneruskan pendidikan ke Universitas Pakuan Bogor, Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Pada tahun 2018 penulis meneruskan pendidikan ke Universitas Pakuan Bogor, Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Pada bulan agustus tahun 2024 penulis menyelesaikan penelitian dengan judul Model Sistem Pengenalan Rambu Lalu Lintas Menggunakan Raspberry Pi Berbasis *Internet Of Things*

Selama di Universitas Pakuan, penulis pernah aktif menjadi asisten praktikum Workshop Periode 2019-2020, Asisten 2 di UKM Karate Unpak, ketua divisi Pendidikan dan Keilmuan Periode 2020-2021.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan karya tulis skripsi yang berjudul “Model Sistem Pengenalan Rambu Lalu Lintas Menggunakan Raspberry Pi Berbasis *Internet Of Things*”. sebagai salah satu syarat dalam mendapatkan gelar sarjana.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Dr. Andi Chairunnas S.Kom., M.Pd. selaku pembimbing utama yang telah berkenan meluangkan waktunya, memberikan petunjuk penulisan laporan ini serta memberikan dorongan moral dan motivasi kepada penulis selama ini.
2. Deden Ardiansyah S.T., M.Kom. selaku pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktunya dan memberikan arahan.
3. Arie Qurania, M.Kom. selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Pakuan.
4. Orang Tua yang telah memberikan perhatian, do'a dan dukungan penuh selama masa kuliah sampai sekarang.
5. Sarifudin Bin La Kuma, selaku kakak penulis yang memberikan bantuan luar biasa dalam bentuk finansial, semangat dan semua yang dibutuhkan selama kuliah sampai saat ini.
6. Sahabat saya The Cute, Ardianti, Putri M., Silnawati, dan sahabat-sahabat saya lainnya. Saking banyaknya yang membantu saya, bahkan jika disebutkan namanya satu per satu, mungkin akan membutuhkan banyak lembaran. **KALIAN HEBAT!**
7. Kakak-kakak dan teman-teman alumni Lab Workshop Universitas Pakuan yang sangat-sangat membantu selama ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan ke arah kesempurnaan. Walaupun demikian, penulis berharap karya tulis ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Penulis,

Nurmin Kuma

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI	ii
PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Tinjauan Pustaka	3
2.1.1 Rambu Lalu Lintas	3
2.1.2 Pengolahan Citra	3
2.1.3 Microcontroller <i>Raspberry Pi</i>	4
2.1.4 <i>Internet of Things (IoT)</i>	4
2.1.5 <i>Motor Servo SG90</i>	4
2.1.6 <i>Webcam</i>	5
2.1.7 <i>Speaker</i>	5
2.2. Penelitian Terdahulu	6
2.3. Tabel Perbandingan	7
BAB III METODE PENELITIAN	8
3.1. Metode Penelitian.....	8
3.2. Studi Referensi	8
3.3. Perencanaan Rancangan Penelitian	8
3.4. Desain Elektrik	9
3.5. Pengadaan Komponen	9
3.6. Pengujian Komponen	9
3.7. Implementasi Elektrik.....	9
3.8. Desain Perangkat Lunak	9
3.9. Implementasi <i>Software</i>	9
3.10. Uji <i>Software</i>	9
3.11. Implementasi Mekanik	10
3.12. Integrasi	10
3.13. Uji Keseluruhan.....	10
3.14. Uji Fungsional.....	11

3.15.	Uji Validasi	11
3.12.	Aplikasi.....	11
BAB IV	RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	12
4.1	Perencanaan Rancangan Penelitian	12
4.1.1.	Analisa Kebutuhan <i>Hardware</i>	12
4.1.2.	Analisa Kebutuhan <i>Software</i>	12
4.2	Studi Referensi	12
4.3	Desain Elektrik	12
4.4	Pengadaan Komponen	13
4.5	Pengujian Komponen	13
4.5.1.	Pengujian Raspberry pi 3	14
4.5.2.	Pengujian Webcam	14
4.6	Implementasi Elektrik.....	14
4.7	Desain Software	15
4.8	Implementasi Software	16
4.9	Uji Software	16
4.10	Desain Mekanik.....	16
4.11	Implementasi Mekanik	17
4.12	Integrasi	17
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	18
5.1	Hasil Penelitian	18
5.2	Test Fungsional Keseluruhan Sistem (<i>Overall Testing</i>).....	18
5.2.1	Pengujian Struktural	18
5.2.2	Pengujian Fungsional.....	19
5.2.3	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	19
5.2.4	Uji Coba Validasi	20
5.2.4.1.	Validasi Ketepatan Pembacaan	20
5.2.4.2.	Validasi Ketepatan Sistem	21
6.1	Kesimpulan	24
6.2	Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Rambu Lalu Lintas	3
Gambar 2. Pengolahan Citra	3
Gambar 3. Raspberry Pi	4
Gambar 4. Motor Servo SG90.....	5
Gambar 5. Webcam	5
Gambar 6. Speaker.....	5
Gambar 7. Metode Penelitian Hardware Programming	8
Gambar 8. Uji Software	10
Gambar 9. Uji Keseluruhan.....	11
Gambar 10. Diagram Blok Sistem.....	13
Gambar 11. Desain Elektrik	13
Gambar 12. Konektivitas Raspberry Pi 3.....	14
Gambar 13. Pengujian Webcam	14
Gambar 14. Implementasi Elektrik.....	15
Gambar 15. Implementasi Elektrik.....	15
Gambar 16. Code System.....	16
Gambar 17. Code System.....	16
Gambar 18. Desain Mekanik: (a) Tampak Depan dan (b) Belakang.....	17
Gambar 19. Integrasi.....	17
Gambar 20. Tampilan Alat dan Rangkaianya	18
Gambar 21. Validasi Deteksi Bounding Box	20
Gambar 23. Validasi Ketepatan Sistem	22

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2 Perbandingan Penelitian	7
Tabel 3 Pengujian Struktural Sistem.....	18
Tabel 4. Pengujian Fungsional Power Supply.....	19
Tabel 5. Pengujian Raspberry Pi	19
Tabel 6 Validasi Ketepatan Pembacaan.....	20
Tabel 7. Validasi Ketepatan Sistem.....	22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rambu-rambu lalu lintas digunakan untuk mengatur lalu lintas, memperingatkan pengemudi, dan memberikan informasi yang berguna untuk membantu membuat mengemudi aman dan nyaman. Untuk memperjelas yang mana dari jenis yang berbeda, informasi ini disediakan oleh tanda tertentu, beberapa gaya desain dasar yang sangat berbeda digunakan untuk tanda. Perbedaan ini didasarkan pada bentuk dan warna yang unik. Pada malam hari, pengemudi mudah terganggu atau disilaukan oleh lampu depan kendaraan yang melaju. Jika rambu lalu lintas ditempatkan di tempat yang salah atau tidak jelas, maka pengemudi mungkin tidak dapat memahami tanda tersebut dengan benar sehingga dapat menyebabkan kecelakaan atau pelanggaran lalu lintas. Bukan hanya itu, jika rambu lalu lintas rusak atau hilang, maka pengemudi mungkin tidak dapat memahami peraturan dan tanda-tanda di jalan raya.

Menurut Azmi (2022) bahwa: “Jumlah penduduk Indonesia yang berada di urutan kelima berdasarkan pada data perhitungan *CIA Fact Worldbook*, dimana hal tersebut dapat meningkatkan mobilitas masyarakat untuk memenuhi kebutuhannya, transportasi menjadi salah satu penunjang aktivitas manusia masa ini”. Akan tetapi tidak bisa dipungkiri bahwa sekarang ini transportasi sudah semakin berkembang sehingga besar kemungkinan terjadinya kecelakaan di jalan raya, banyaknya kendaraan di jalan raya juga akan menyebabkan kurangnya kepedulian bahkan pengetahuan masyarakat tentang rambu-rambu lalu lintas. Namun kenyataannya, kita banyak sekali menemukan rambu-rambu lalu lintas yang sudah usang dan rusak yang harusnya tidak layak didirikan di jalanan sehingga menyebabkan para pengendara tidak peduli bahkan tidak tahu. Hal ini dapat merugikan bahkan berbahaya bagi pengendara dan orang lain (Azmi et al., 2022).

Sebelumnya sudah ada beberapa penelitian terdahulu tentang Pengenalan Pola Rambu Lalu Lintas diantaranya Zulfian Azmi, Ardianto Pranata, Jaka Prayudha dan Dara Phona pada tahun 2022 dengan judul Pengenalan Pola Rambu Lalu Lintas Untuk Perancangan *Smart Car Automation* dengan Metode *Kohonen*. Penelitian ini membuat sebuah Aplikasi berbasis mobile dengan sistem operasi android yang memanfaatkan jaringan syaraf tiruan dengan metode yang diimplementasikan didalam aplikasi pengenalan rambu lalu lintas.

Penelitian selanjutnya oleh Mutaqin Akbar, Agus Sidiq Purnomo dan Supatman pada tahun 2022 dengan judul *Multi-Scale Convolutional Neural Networks* untuk Pengenalan Lalu Lintas di Indonesia. Penelitian ini menyajikan *update* pengenalan rambu lalu lintas di Indonesia menggunakan *Multi-Scale Convolutional Neural Networks (CNN)*). Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diambil dengan menggunakan beberapa cara yaitu pengambilan citra secara langsung., pengambilan citra secara tidak langsung menggunakan *Google Maps*, pengambilan citra dari berbagai sudut dan pengambilan citra pada siang serta malam hari.

Dengan berbagai masalah yang terjadi di jalanan yang berhubungan dengan rambu lalu lintas maka dibutuhkan suatu sistem yang bisa mengenali rambu-rambu yang ada di jalanan dan alat yang bisa mendeteksi gambar yang ada di sekitar jalan dekat kendaraan. Kamera diletakkan pada mobil dan diarahkan ke jalanan sesuai

dengan yang diinginkan pengemudi dengan memanfaatkan *Raspberry Pi*. Berdasarkan pertimbangan yang ada, saya bermaksud mengangkat kajian tersebut dengan judul “**Model Sistem Pengenalan Rambu Lalu Lintas Menggunakan Raspberry Pi Berbasis *Internet Of Things***”.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan *smart driving* yang dapat mengenali rambu lalu lintas sehingga, dapat membantu pengemudi dalam berkendara dan diharapkan dapat mengurangi potensi kecelakaan yang sering terjadi.

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

1. Sistem *smart driving* ini dibatasi dengan dengan pembuatan model.
2. Input alat ini berupa rambu lalu lintas yang di baca oleh kamera.
3. Output sistem alat dapat mendeskripsikan gambar menjadi suara.
4. Menggunakan Raspberry Pi sebagai pemrosesan data latih nya.
5. Sistem ini dibatasi dengan kapasitas dari Raspberry Pi yang digunakan.
6. Rambu lalu lintas yang berdiri normal (belum bisa membaca rambu lalu lintas yang miring atau rusak).

1.4. Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

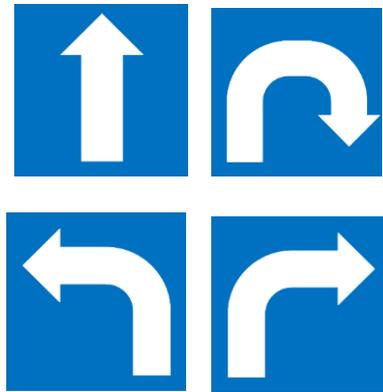
1. Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menaati dan memperhatikan rambu-rambu Lalu Lintas di jalanan.
2. Membantu mengingatkan pengemudi ketika tidak fokus memperhatikan rambu lalu lintas.
3. Mengenalkan kemajuan teknologi kepada masyarakat tentang *smart driving*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1 Rambu Lalu Lintas

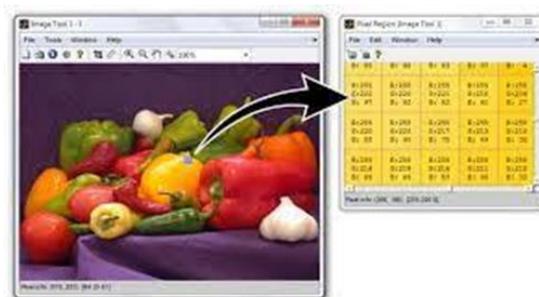
Rambu lalu lintas merupakan unsur kelengkapan jalan yang didalamnya terdapat angka, huruf, kalimat, lambang dan/atau kombinasi diantaranya yang dapat berfungsi sebagai larangan, peringatan, perintah, atau petunjuk bagi pengguna jalan. Di Indonesia, terdapat ratusan rambu lalu lintas yang terdiri berbagai jenis sesuai fungsi dan kebutuhannya, yaitu rambu anjuran, rambu larangan, rambu peringatan, rambu perintah dan rambu petunjuk. Kementerian Perhubungan mengatur tentang rambu lalu lintas melalui Peraturan Menteri Perhubungan tentang Rambu Lalu Lintas Nomor 13 Tahun 2014 (Sitanggang et al., 2018).



Gambar 1. Rambu Lalu Lintas

2.1.2 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan. Secara umum, pengolahan citra digital menunjukkan pada pemrosesan gambar dua dimensi menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas pengolahan citra digital mengacu pada pemrosesan setiap data dua dimensi. Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu.



Gambar 2. Pengolahan Citra

2.1.3 Microcontroller *Raspberry Pi*

Raspberry Pi adalah sebuah komputer single-board yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation, sebuah organisasi nirlaba di Inggris. Raspberry Pi dirancang untuk mendukung pendidikan komputasi dan mengajar pemrograman komputer di sekolah-sekolah dan negara-negara berkembang. Sejak peluncuran model pertama pada tahun 2012, Raspberry Pi telah berkembang menjadi berbagai model dengan spesifikasi yang bervariasi, dari yang sangat sederhana hingga yang cukup canggih untuk keperluan proyek-proyek yang lebih kompleks. Raspberry Pi memiliki ukuran yang sangat kecil, seukuran kartu kredit, sehingga mudah dibawa dan diintegrasikan ke dalam berbagai proyek. Salah satu keunggulan utama Raspberry Pi adalah harganya yang relatif murah dibandingkan dengan komputer konvensional. Raspberry Pi dilengkapi dengan berbagai port I/O seperti USB, HDMI, Ethernet, serta General Purpose Input/Output (GPIO) yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan berbagai perangkat eksternal. Raspberry Pi umumnya menjalankan sistem operasi berbasis Linux, seperti Raspbian (Raspberry Pi OS), yang memudahkan pengguna untuk mengembangkan berbagai aplikasi dan proyek. Modul tampilan untuk menampilkan informasi terkait rambu lalu lintas yang terdeteksi dan speaker untuk memberikan peringatan suara untuk mengingatkan pengemudi (Isa et al., 2022).



Gambar 3. *Raspberry Pi*

2.1.4 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things merupakan perangkat apapun yang terhubung ke internet sehingga dapat berkomunikasi dengan perangkat lain. *IoT* juga sebagai network perangkat perangkat yang terhubung dan setiap perangkat memiliki alamat IP yang berbeda. Teknologi internet memberikan kemudahan salah satunya dalam bidang monitoring tegangan baterai. (Suriansyah, 2018).

2.1.5 *Motor Servo SG90*

Motor Servo SG90 adalah jenis motor servo DC (*Direct Current*) yang umum digunakan pada proyek elektronika dan robotika. Motor ini biasanya digunakan untuk menggerakkan bagian-bagian kecil pada robot seperti tangan atau kaki. Motor servo SG90 memiliki fitur kontrol posisi yang sangat akurat dan dapat diatur dengan mudah melalui sinyal kontrol PWM (*Pulse-Width Modulation*) yang dikirimkan melalui kabel tiga jalur. Keuntungan dari *motor servo SG90* adalah ukurannya yang kecil, beratnya yang ringan, serta konsumsi daya yang rendah.



Gambar 4. *Motor Servo SG90*

2.1.6 *Webcam*

Webcam adalah sebuah perangkat keras yang berfungsi untuk menangkap gambar dan video secara real-time, yang kemudian dapat ditransmisikan melalui jaringan internet. Webcam biasanya terintegrasi dengan komputer atau laptop dan digunakan untuk berbagai keperluan seperti video conference, streaming, dan pengawasan..



Gambar 5. *Webcam*

2.1.7 *Speaker*

Speaker adalah sebuah perangkat *elektro-akustik* yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara yang dapat didengar oleh telinga manusia. *Speaker* terdiri dari komponen fisik seperti konus (cone), kerangka (frame), magnet, dan kumparan suara (*voice coil*) yang saling berinteraksi untuk menghasilkan suara. Pada umumnya, *speaker* digunakan dalam berbagai perangkat elektronik seperti sistem audio, televisi, dan perangkat komunikasi.



Gambar 6. *Speaker*

2.2. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu tentang gangguan tidur ada yang pernah dilakukan diantaranya sebagai berikut:

Tabel 1 Penelitian Terdahulu

1	Nama	Chiung-Yao Fang
	Judul	<i>Road-Sign Detection And Tracking</i>
	Isi	Menjelaskan sebuah pendekatan untuk mendeteksi dan melacak rambu-rambu jalan yang muncul secara kompleks.
2	Nama	Zulfian Azmi
	Judul	Pengenalan Pola Rambu Lalu Lintas Untuk Perancangan <i>Smart Car Automation</i> dengan Metode <i>Kohonen</i>
	Isi	Implementasi Penerapan Perangkat <i>Mobile</i> Untuk Mengetahui Kemampuan Kecerdasan Sistem Dalam Mengenali Pola Rambu Lalu Lintas.
3	Nama	Mutaqin Akbar
	Judul	<i>Multi-Scale Convolutional Neural Networks</i> Untuk Pengenalan Rambu Lalu Lintas di Indonesia
	Isi	Dataset yang digunakan pada penelitian ini diambil dengan beberapa cara diantaranya pengambilan langsung, pengambilan tidak langsung dengan <i>google maps</i> , pengambilan dari berbagai sudut dan pengambilan pada siang dan malam hari.
4	Nama	Nurmin Kuma
	Judul	Model Sistem Pengenalan Rambu Lalu Lintas Menggunakan Raspberry Pi Berbasis <i>Internet Of Things</i> .
	Isi	Merancang pengenalan rambu lalu lintas menggunakan Raspberry pi 3 berbasis internet of things

2.3. Tabel Perbandingan

Perbandingan penelitian sebagai berikut:

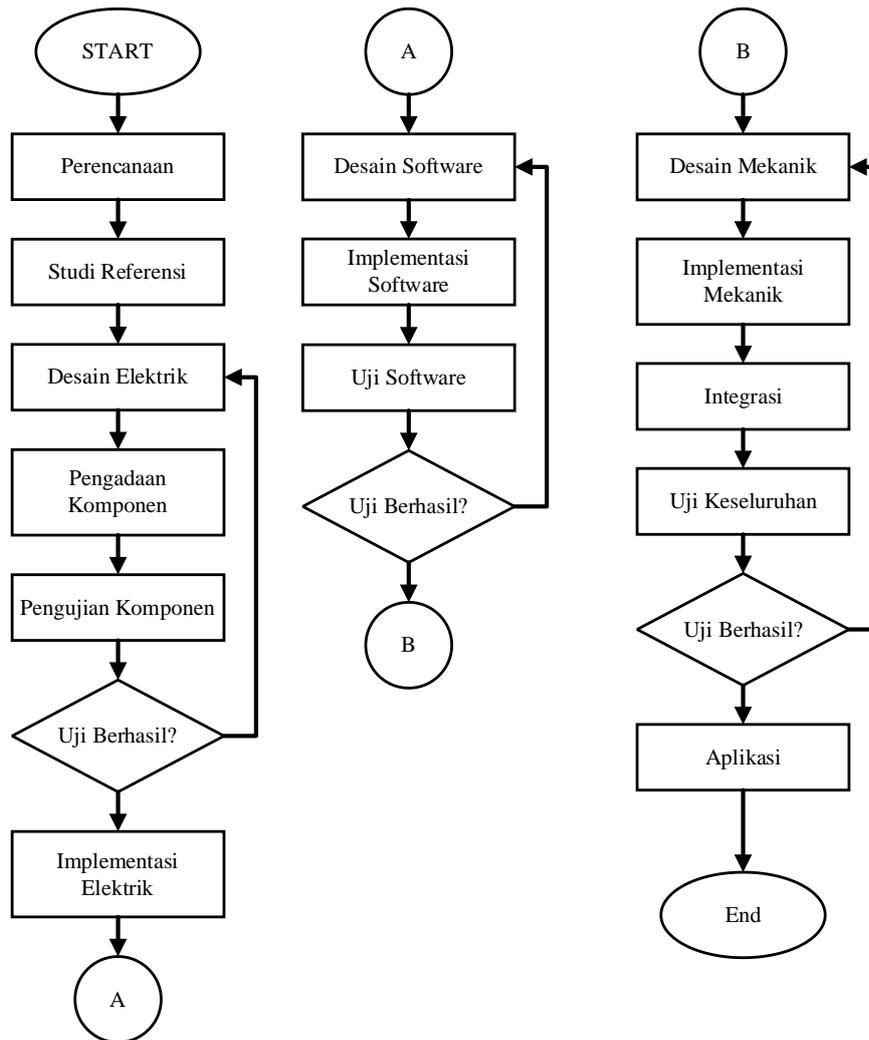
1. Tabel 2 Perbandingan Penelitian

No	Penelitian dan Tahun	Input	Proses		Output / Interface					
		Gambar Rambu Lalu Lintas	Arduino At Mega	Raspberry Pi	LED	LCD	WEB	Grafik	Internet of Things	Speaker
1	Chiung-Yao Fang (2003)	✓	✓			✓	✓		✓	
2	Zulfian Azmi (2022)	✓	✓			✓	✓		✓	
3	Mutaqin Akbar (2022)	✓	✓				✓	✓	✓	
4	Nurmin Kuma	✓		✓	✓		✓		✓	✓

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian “Model Sistem Pengenalan Rambu Lalu Lintas Menggunakan Raspberry Pi Berbasis *Internet Of Things*” ini menggunakan metode penelitian bidang *hardware programming* yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Metode Penelitian *Hardware Programming*

3.2. Studi Referensi

Setelah perencanaan yang dilakukan telah matang, maka dilanjutkan penelitian awal dari *hardware* yang akan dibuat, dimulai dari pemilihan dan pengesanan komponen (alat dan bahan), memilih komponen yang tepat dan sesuai merupakan hal yang membutuhkan ketelitian. Hal ini akan memberikan pengaruh terhadap hasil akhir dari penelitian ini.

3.3. Perencanaan Rancangan Penelitian

Dalam perencanaan penelitian ini, terdapat beberapa poin penting yang harus diperhatikan dan dipertimbangan, antara lain:

1. Menentukan topik yang diambil dan kerangka awal penelitian
2. Estimasi kebutuhan alat dan bahan
3. Estimasi anggaran
4. Penerapan dari model alat yang sudah dirancang.

3.4. Desain Elektrik

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perancangan desain elektrik antara lain:

1. Komponen-komponen yang akan digunakan berfungsi dengan semestinya.
2. Masing-masing komponen terhubung dengan benar.
3. Skema rangkaian yang sudah di desain.
4. Pengetesan skema rangkaian.

3.5. Pengadaan Komponen

Pengadaan komponen adalah tahap persiapan pengumpulan komponen-komponen yang akan di pakai nantinya agar pada saat proses perakitan tidak terhenti karena kekurangan komponen. Setelah pengadaan komponen selesai lalu dilanjut ke proses pengujian komponen.

3.6. Pengujian Komponen

Dalam pengetesan komponen dilakukan terhadap fungsi dari masing-masing komponen yang akan digunakan sesuai kebutuhan dari sistem yang sebelumnya sudah didesain.

3.7. Implementasi Elektrik

Implementasi elektrik adalah pengimplementasian dari gambaran rangkaian desain listrik yang telah dibuat sebelumnya.

3.8. Desain Perangkat Lunak

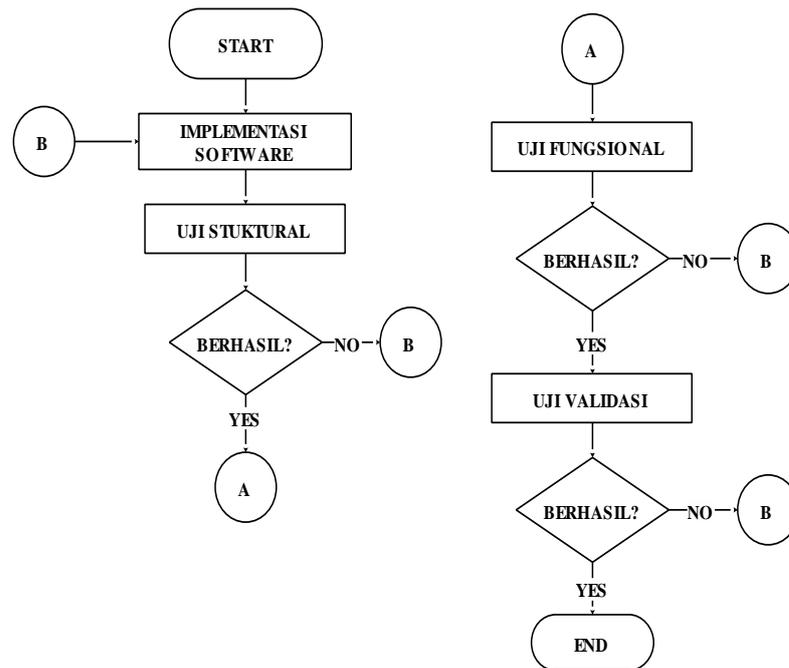
Dalam desain perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak *MS. Office, Google Chrome, Fritzing, Arduino IDE 1.8.10, Visual Studio Code* dan untuk Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu pemrograman Bahasa C++.

3.9. Implementasi Software

Implementasi *software* adalah pengimplementasian dari gambaran desain *software* yang telah di buat sebelumnya. Kemudian setelah pengimplementasian *software* selesai di lanjut ke tahap uji *software*.

3.10. Uji Software

Pengujian *software* dilakukan agar desain yang telah dibuat sebelumnya sesuai dengan yang di inginkan sehingga pada saat penelitain bisa berfungsi dengan baik. Uji *software* meliputi uji struktural, uji fungsional dan uji validasi.



Gambar 8. Uji Software

3.10.1. Uji Stuktural

Uji struktural pada software untuk mengetahui apakah software yang telah di buat dapat berfungsi dengan benar atau tidak.

3.10.2. Uji Fungsional

Uji fungsional untuk mengintegrasikan sistem *software* yang telah di desain sebelumnya.

3.10.3. Uji Validasi

Uji validasi bertujuan untuk menguji atau memastikan bahwa alat yang telah dirangkai berfungsi dengan baik atau tidak.

3.10.4 Desain Mekanik

Desain mekanik adalah proses merancang, mengembangkan, menganalisis dan memodifikasi sistem yang telah dirancang.

3.11. Implementasi Mekanik

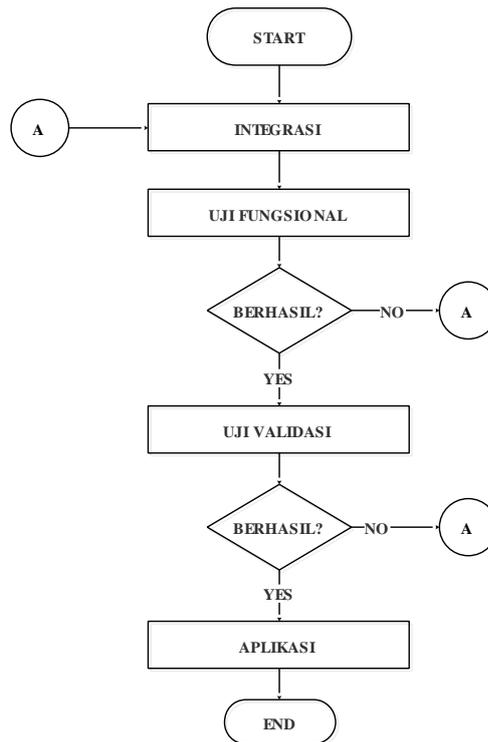
Implementasi mekanik adalah tahap pengimplementasian dari desain mekanik sebelumnya. Setelah pengimplementasian mekanik selesai dilanjutkan ke tahap intregasi.

3.12. Integrasi

Modul listrik yang diintegrasikan dengan *software* di dalam kontrollernya, kemudian diintegrasikan dalam struktur mekanik yang telah dirancang. Lalu dilakukan uji keseluruhan. Uji keseluruhan meliputi uji fungsional, dan uji validasi.

3.13. Uji Keseluruhan

Pada tahapan ini dilakukan pengujian fungsi dari keseluruhan sistem. Pengetesan ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sesuai dengan rancangannya atau tidak. Bila ada sistem yang tidak dapat bekerja dengan baik maka harus dilakukan proses perakitan ulang pada setiap desain sistemnya.



Gambar 9. Uji Keseluruhan

3.14. Uji Fungsional

Uji fungsional dilakukan untuk mengintegrasikan sistem listrik dan software yang telah didesain. Tes ini dilakukan untuk meningkatkan performa dari perangkat lunak untuk pengontrolan desain listrik dan mengeliminasi error (*bug*) dari software yang telah dibuat.

3.15. Uji Validasi

Tahap ini bertujuan untuk menguji kinerja dari alat yang telah dibuat apakah alat tersebut dapat berjalan dengan baik atau tidak.

3.12. Aplikasi

Pengoptimalan dilakukan untuk meningkatkan performa dari aplikasi yang telah dirancang. Lalu optimasi ditekankan pada desain mekanik dan perangkat lunak agar penggunaan lebih maksimal dan tidak terjadi error.

BAB IV

RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

4.1 Perencanaan Rancangan Penelitian

Tahapan perencanaan proyek penelitian adalah tahapan kegiatan dari proses pembuatan sistem. Komponen yang dibutuhkan dalam perencanaan sistem yang akan dibangun yaitu raspberry pi 3 dan kamera webcam untuk mengambil datanya. Metode yang digunakan menggunakan library Open CV.

4.1.1. Analisa Kebutuhan *Hardware*

Dalam melakukan penelitian dibutuhkan analisa kebutuhan hardware diantaranya :

1. Pemilihan raspberry pi 3

Pemilihan raspberry pi 3 ini dikarenakan dalam menggunakan library open CV memerlukan penggunaan memori yang relatif cepat dikarenakan untuk memproses gambar supaya dapat mendeteksi rambu yang nantinya akan dideteksi.

2. Pemilihan webcam

Dalam penelitian ini penggunaan dan pemilihan webcam sangat diperlukan dikarenakan camera juga sangat berpengaruh terhadap frame yang nanti dihasilkan oleh raspberry pi 3. Dimana semakin bagus untuk frame dan kualitas yang di keluarkan semakin jelas juga untuk data yang nantinya akan di proses. Namun, semakin bagus juga frame yang dikeluarkan semakin dibutuhkan komponen yang lebih memadai untuk prosesnya.

4.1.2. Analisa Kebutuhan *Software*

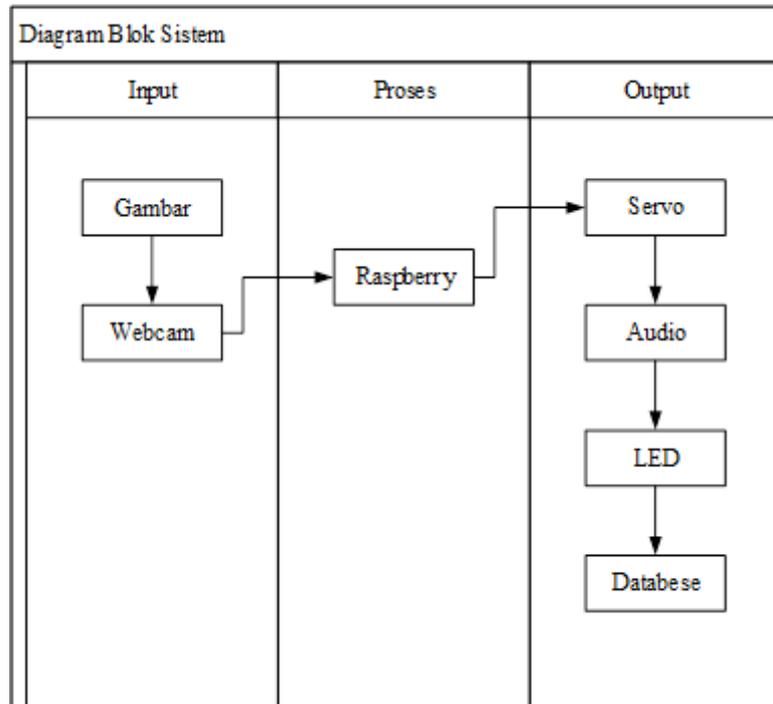
Analisa kebutuhan software untuk alat implementasi model sistem smart driving pada mobil untuk pengenalan rambu lalu lintas berbasis internet of things. Pycharm Code merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mempermudah pembuatan dan pengembangan sistem yang akan dibangun mulai dari menuliskan *source* program sampai *upload* hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal serial. Adapun *software* untuk membuat *Aplikasi Adroid* yaitu pycharm Code. Pycharm Code adalah teks editor *open-source*.

4.2 Studi Referensi

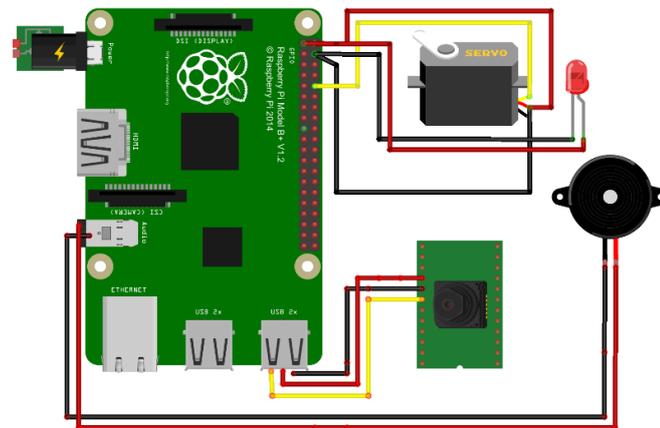
Setelah melakukan tahapan perencanaan sistem, kemudian dilanjutkan dengan penelitian awal dari sistem yaitu melakukan perancangan rangkaian mekanik serta komponen dari model sistem untuk memastikan bahwa semua komponen dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan secara optimal. Sistem ini menggunakan Raspberry pi 3. Input sistem menggunakan webcam. Output sistem berupa tampilan pada Web.

4.3 Desain Elektrik

Berikut gambaran diagram blok sistem yang sudah dirancang dan diterapkan pada sistem yang akan dibuat.



Gambar 10. Diagram Blok Sistem



Gambar 11. Desain Elektrik

Mikro kontroller Raspberry Pi yang menggunakan input tegangan +5V dari power supply yang kemudian tegangan listrik tersebut di bagikan pada masing-masing komponen yaitu camera webcam sebagai alat untuk mengambil gambar, kemudian servo sebagai alat penggerak, LED sebagai lampu indicator pemberitahuan, dan speaker output suara.

4.4 Pengadaan Komponen

Setelah komponen semuanya sudah terkumpul maka selanjutnya di lakukan pengujian pada setiap komponen. Komponen di dapatkan dari beberapa toko online dan di setting supaya sesuai dengan penggunaan pada skripsi kali ini.

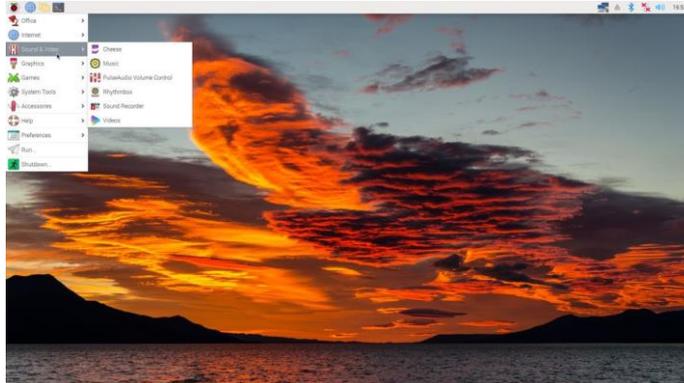
4.5 Pengujian Komponen

Pada tahap ini dilakukan pengetesan semua komponen yang akan digunakan menggunakan multimeter, pengetesan ini meliputi input dan output voltase dari

komponen dan sensor, dan pengetesan menggunakan Platform serial monitor dengan cara melihat output dari masing-masing komponen.

4.5.1. Pengujian Raspberry pi 3

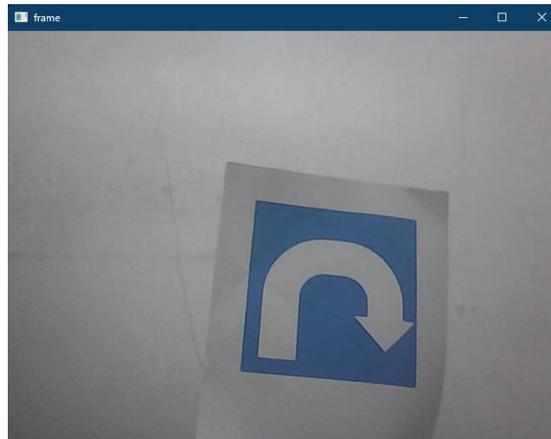
Untuk mengetahui apakah Raspberry Pi 3 dapat dijalankan dengan melakukan pengambilan gambar Ui yang nantinya akan digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 12. Konektivitas Raspberri Pi 3

4.5.2. Pengujian Webcam

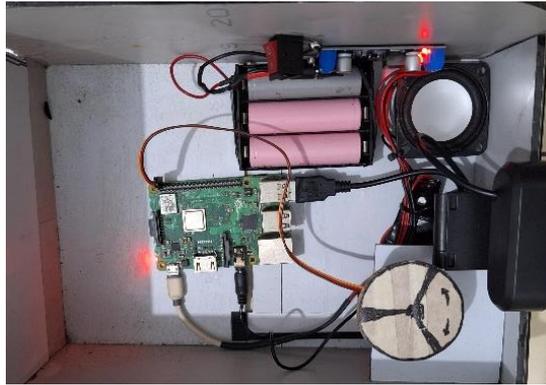
Untuk Mengetahui apakah webcam berjalan dengan baik dilakukan pengetesan camera untuk memastikan camera dapat digunakan dengan baik.



Gambar 13. Pengujian Webcam

4.6 Implementasi Elektrik

Pada tahap ini adalah tahap dari desain elektrik yang telah dibuat sebelumnya untuk gambaran dari implementasi elektrik dapat dilihat pada gambar dibawah :

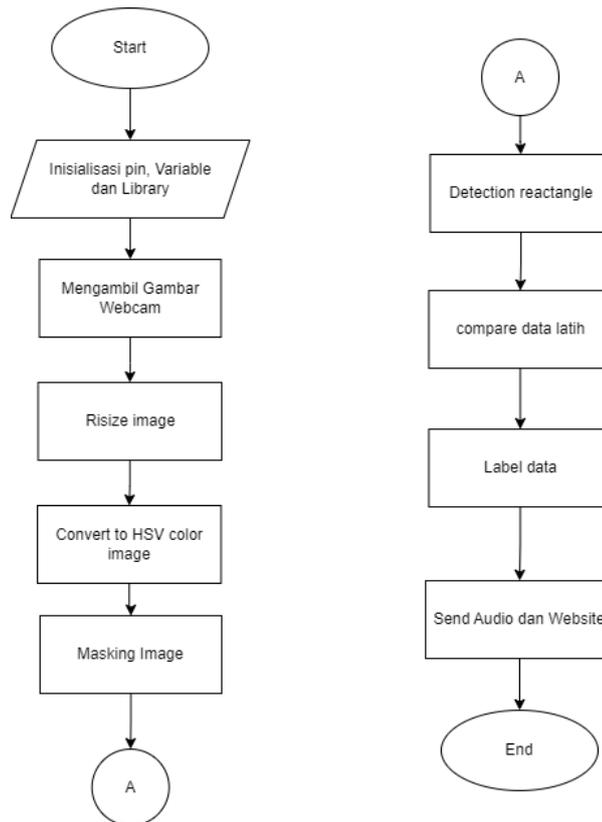


Gambar 14. Implementasi Elektrik

Pada Gambar diatas terlihat Implementasi perkabelan yang digunakan dimana untuk pendistribusian power menggunakan project board yang kemudian didistribusikan kedalam Raspberry Pi 3, servo dan Soundnya sesuai dengan perancangan.

4.7 Desain Software

Berikut gambaran flowchart untuk desain software pada penelitian ini :



Gambar 15. Implementasi Elektrik

Pada gambar diatas dilihat gambaran flowchartnya untuk desain dimulai dari inisialisasi semua variable dan library yang dibutuhkan. Kemudian akan meyalakan webcam selanjutnya akan melakukan rezise image untuk mempercepat pemrosesan datanya. Kemudian dilakukan dengan merubah menjadi HSV color dan

melakukan masking image yang dilanjutkan dengan rectangle dan compare datanya untuk mengetahui labelnya. Untuk dikirimkan ke website dan audio.

4.8 Implementasi Software

Pada tahap implementasi software ini adalah gambaran dari desain software yang telah dibuat sebelumnya.

```
import cv2
import numpy as np
import time
from utils.perspective import four_point_transform
from utils import contours
import imutils

camera = cv2.VideoCapture(0)

usage = """
def findTrafficSign():
    """
    This function finds blobs with blue color on the image.
    After blobs were found it detects the longest square blob, that must be the sign.
    """
    # define range HSV for blue color of the traffic sign
    lower_blue = np.array([110, 100, 70])
    upper_blue = np.array([115, 150, 120])

    while True:
        # grab the current frame
        (grabbed, frame) = camera.read()

        if not grabbed:
            print("No input image")
            break

        frame = imutils.resize(frame, width=500)
        frameArea = frame.shape[0]*frame.shape[1]

        # convert color image to HSV color scheme
        hsv = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)

        # define kernel for smoothing
        kernel = np.ones((3,3), np.uint8)

        # extract binary image with active blue regions
        mask = cv2.inRange(hsv, lower_blue, upper_blue)
        # morphological operations
        mask = cv2.morphologyEx(mask, cv2.MORPH_OPEN, kernel)
        mask = cv2.morphologyEx(mask, cv2.MORPH_CLOSE, kernel)
```

Gambar 16. Code System



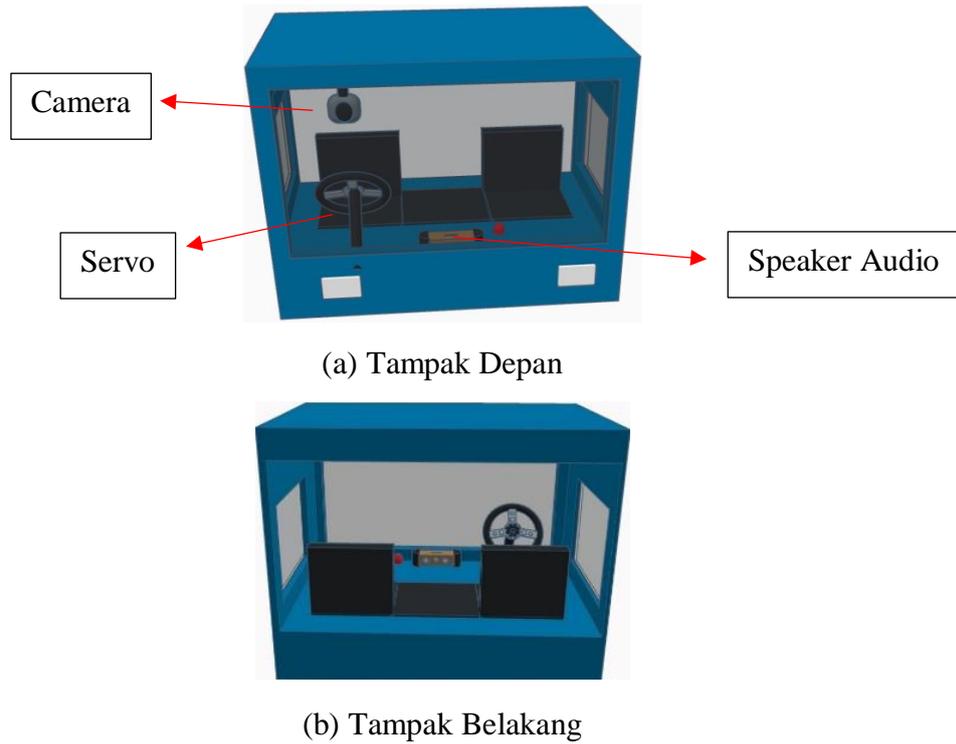
Gambar 17. Code System

4.9 Uji Software

Uji software dilakukan dengan mengamati nilai hasil deteksi pada alat. Apakah software dapat berfungsi seperti rancangan sistem yang sudah dibuat sebelumnya atau tidak.

4.10 Desain Mekanik

Berikut desain sistem mekanik seperti gambar dibawah ini :



Gambar 18. Desain Mekanik: (a) Tampak Depan dan (b) Belakang

4.11 Implementasi Mekanik

Pada tahap implementasi mekanik ini adalah tahap pembuatan alat dari gambar desain mekanik yang sudah dibuat sebelumnya kemudian setelah pengimplementasian selesai dilakukan integrasi atau perakitan.

4.12 Integrasi

Dalam proses integrasi ini dilakukan berdasarkan dari proses desain mekanik, desain kelistrikan maupun desain perangkat lunak sehingga akan menjadi satu keseluruhan dari suatu alat. Berikut ini merupakan integrasi sistem yang berjalan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 19. Integrasi

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Pada tahap sebelumnya telah dijelaskan proses perancangan dan implementasi penelitian yang telah dilakukan. Hasil penelitian ini penulis menyelesaikan beberapa hal yang menjadi acuan referensi untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan desain model seefisien mungkin. Sistem ini menggunakan webcam untuk mengambil data frame yang tertangkap yang nantinya akan diproses melalui raspberry pi 3. Dimana dilakukan proses crop image dan preprosesing yang nantinya akan menghasilkan data yang sesuai deteksinya yang akan dikeluarkan melalui soundnya.



Gambar 20. Tampilan Alat dan Rangkaianya

5.2 Test Fungsional Keseluruhan Sistem (*Overall Testing*)

Tahapan ini dilakukan pengujian seluruh fungsi sistem, mulai dari pengujian hardware program, user interface website dan dashboard pada website. Jika ada sistem yang tidak bisa berfungsi sebagaimana mestinya maka akan dilakukan proses implementasi mekanik pada sistem. Uji keseluruhan meliputi uji fungsional, dan uji validasi.

5.2.1 Pengujian Struktural

Pada tahapan ini dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui apakah jalur sirkuit sudah terhubung dengan benar sehingga sistem dapat berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan mencoba semua jalur-jalur sirkuit dengan menggunakan multimeter.

Tabel 3 Pengujian Struktural Sistem

No	Komponen Sistem	Terhubung Pada Pin Raspberry	Keterangan
1	Webcam	USB	Terhubung
2	Raspberry pi 3	Micro USB	Terhubung
3	Sound	Jeck audio	Terhubung
4	Battery	Pin Vin dan GND	Terhubung

5.2.2 Pengujian Fungsional

Dilakukan pengujian fungsional untuk mengetahui apakah setiap komponen dapat berkerja dengan baik. Beberapa komponen yang diuji yaitu power supply, Rasberry pi 3, sound dan webcam. Pada proses pengujian ini hanya dua komponen tersebut yang dilakukan pengujian dikarenakan power supply dan Rasberry Pi 3 menunjang sistem kelistrikan pada output tegangan masing-masing komponen. Pengujian dilakukan dengan menggunakan multimeter dan program alat. Pada pengujian power supply dilakukan dengan cara mengukur voltase output yaitu 12V dan 5V. Dapat di lihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Fungsional Power Supply

No	Suplai Voltase	Pengukuran	Kondisi
1	5v	4.89 V	Baik
2	12v	12.15 V	Baik

Pengujian pada Rasberry Pi dilakuan untuk mengetahui apakah pin dapat difungsikan dengan baik, dengan cara memasukan program terlebih dahulu dan perintahkan setiap pin untuk menghasilkan *output HIGH* atau *LOW*. Jika pada kondisi *HIGH* maka pin seharusnya menghasilkan tegangan sebesar 5V sedangkan saat *LOW* pin akan menghasilkan 0V. Pengujian fungsional Rasberry Pi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Rasberry Pi

No	Pin No	Pengukuran Saat <i>HIGH</i>	Pengukuran Saat <i>LOW</i>	Kondisi
1	21	3.33 v	0.01 V	Baik
2	22	3.24 v	0.00 V	Baik

5.2.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

Setelah beberapa rangkaian pengujian yang telah dilakukan pada setiap komponen yang ada, maka tahap selanjutnya akan dilakukan pengujian keseluruhan sistem yang dibuat. Pada tahap ini dilakukan pengujian sesuai dengan diagram blok yang sudah diterapkan sebelumnya, mulai dari pembacaan camera webcam kemudian akan dilakukan preprocessing dan akan dilakukan classifikasi open CV untuk mendapatkan hasilnya.

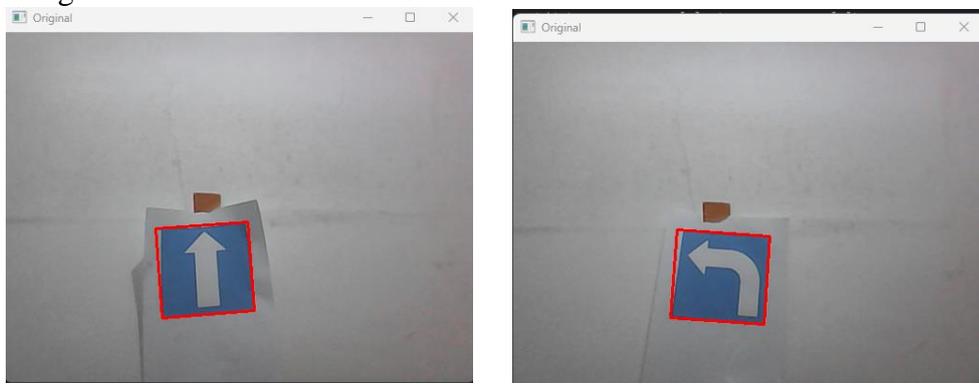
1. Pengujian pertama dilakukan dengan menjalankan sistem melalui commant program yang akan menjalankan program tersebut. Sehingga menyalakan webcam yang sudah terpasang pada rasberry pi 3.
2. Selanjutnya akan dilakukan pembacaan oleh camera untuk mendeteksi bounding box *sign trafficnya* yang ada dan nantinya akan dilakukan pengolahan dan klasifikasinya tersebut sampai dengan mengeluarkan suara seperti dengan aslinya.
3. Pada tahap proses detecsinya nantinya akan dilakukan cropping data untuk membuat data lebih cepat di proses oleh rasberry pi 3, dan akan dilakukan beberapa proses preprocessing oleh rasberry pi salah satunya adalah membuat gambarnya menjadi grayscale, *countouring* dan masking.
4. Setelah itu akan dilakukan pembacaan sesuai dengan data yang sudah dilakukan preprocessing menggunakan metode opencv yang hasilnya akan dikeluarkan oleh sound dan dikirimkan ke dalam website

5.2.4 Uji Coba Validasi

Tahap ini bertujuan untuk menguji kinerja dari seluruh sensor yang akan digunakan nantinya apakah sensor tersebut dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Sensor diuji dengan membandingkan antar nilai pembacaan dari sensor dengan alat ukur yang sebenarnya. Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji dari nilai kemungkinan kesalahan yang dapat terjadi pada komponen-komponen yang diimplementasikan model penelitian ini.

5.2.4.1. Validasi Ketepatan Pembacaan

Pengujian ini bertujuan untuk melihat bahwa webcam dan raspberry pi dapat melakukan deteksi object yang nantinya akan di deteksi supaya gambarnya dapat diolah dan dilakukan menggunakan metode opencv. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali percobaan untuk memastikan data dapat mendeteksi object yang akan digunakan.



Gambar 21. Validasi Deteksi Bounding Box

Tabel 6 Validasi Ketepatan Pembacaan

No	Rambu Lalu Lintas	Kondisi Gambar	Terdeteksi
1	Stop	Normal	Berhasil
2	Dilarang Masuk	Blur	Tidak
3	Dilarang Parkir	Normal	Berhasil
4	Dilarang Belok Kiri	Normal	Berhasil
5	Dilarang Belok Kanan	Normal	Berhasil
6	Arah Jalan Satu Arah	Blur	Tidak
7	Jalan Buntu	Normal	Berhasil
8	Dilarang Berhenti	Normal	Berhasil
9	Batas Kecepatan Maksimum	Normal	Berhasil
10	Zona Sekolah	Normal	Berhasil
11	Rambu Penyeberangan Pejalan Kaki	Normal	Berhasil

12	Rambu Perlintasan Kereta Api	Normal	Berhasil
13	Rambu Bahaya Tikungan Tajam	Normal	Berhasil
14	Rambu Bahaya Turunan	Blur	Tidak
15	Rambu Bahaya Tanjakan	Normal	Berhasil
16	Rambu Perlintasan Kereta Api	Normal	Berhasil
17	Rambu Bahaya Penyempitan Jalan	Normal	Berhasil
18	Rambu Larangan Truk	Normal	Berhasil
19	Rambu Prioritas Utama	Normal	Berhasil
20	Rambu Belok Kanan Ikuti Lampu	Normal	Berhasil

Dari hasil pengujian pada tabel diatas kemudian dihitung akurasi pengambilan data webcam. Supaya dapat mengetahui tepat dan tidak tepat data yang didapatkan dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$Akurasi = \frac{\text{Total pengujian berhasil}}{\text{Jumlah total pengujian}} \times 100\%$$

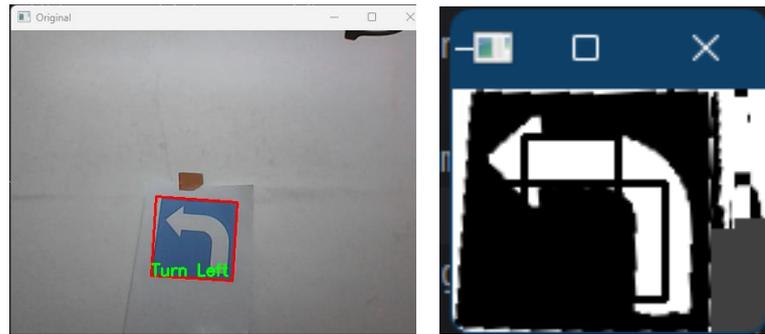
$$Akurasi = \frac{17}{20} \times 100\%$$

$$Akurasi = 0,85 \times 100\% = 85 \%$$

Hasil dari pengujian validasi Ketepatan Pembacaan adalah 85 % dan data dapat di deteksi secara baik. Dari data pengujian yang diberikan, dapat disimpulkan beberapa hal terkait dengan deteksi rambu lalu lintas dalam percobaan Stop, Dilarang Parkir, Dilarang Belok Kiri, Dilarang Belok Kanan, Jalan Buntu, Dilarang Berhenti, Batas Kecepatan Maksimum, Zona Sekolah, Rambu Penyeberangan Pejalan Kaki, Rambu Perlintasan Kereta Api, Rambu Bahaya Tikungan Tajam, Rambu Bahaya Tanjakan, Rambu Bahaya Penyempitan Jalan, Rambu Larangan Truk, Rambu Prioritas Utama, dan Rambu Belok Kanan Ikuti Lampu secara umum berhasil terdeteksi dengan baik dalam kondisi gambar normal. Rambu lalu lintas seperti Dilarang Masuk dan Arah Jalan Satu Arah menunjukkan hasil deteksi yang tidak berhasil saat gambar mengalami blur. Hal ini menunjukkan bahwa deteksi untuk rambu lalu lintas ini mungkin memerlukan peningkatan dalam mengatasi kondisi gambar yang buram atau kabur.

5.2.4.2. Validasi Ketepatan Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk melihat sistem yang di deteksi secara akurat dan optimal sesuai yang diinginkan. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali untuk memastikan data dapat mendeteksi sesuai dengan rambunya atau tidak.



Gambar 22. Validasi Ketepatan Sistem

Tabel 7. Validasi Ketepatan Sistem

No	Jenis Rambu	Jarak (meter)	Kondisi Citra	Hasil Pengujian Citra	Hasil Pengujian Suara	Keterangan Suara
1	Belok Kanan	0.5	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
2	Belok Kanan	2.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
3	Belok Kanan	5.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
4	Belok Kanan	7.5	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
5	Belok Kanan	10	Blur	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil	Suara tidak jelas
6	Dilarang Masuk	1.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
7	Dilarang Masuk	3.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
8	Dilarang Masuk	6.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
9	Dilarang Masuk	8.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
10	Dilarang Masuk	9.5	Blur	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
11	Berhenti	0.5	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
12	Berhenti	2.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
13	Berhenti	4.5	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
14	Berhenti	6.5	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
15	Berhenti	8.5	Blur	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil	Suara tidak jelas

16	Berhenti	10	Blur	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
17	Hati-hati	1.5	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
18	Hati-hati	3.5	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
19	Hati-hati	5.5	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
20	Hati-hati	7.0	Blur	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil	Suara tidak jelas
21	Hati-hati	9.0	Blur	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
22	Dilarang Berhenti	1.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
23	Dilarang Berhenti	2.5	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
24	Dilarang Berhenti	4.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
25	Dilarang Berhenti	6.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
26	Dilarang Berhenti	7.5	Blur	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil	Suara tidak jelas
27	Dilarang Berhenti	9.5	Blur	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
28	Wajib Kanan	1.5	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
29	Wajib Kanan	3.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat
30	Wajib Kanan	5.0	Normal	Berhasil	Berhasil	Suara jelas dan akurat

Dari hasil pengujian pada tabel di atas kemudian dihitung akurasi pengambilan data webcam. Supaya dapat mengetahui tepat dan tidak tepat data yang didapatkan dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$Akurasi = \frac{\text{Total pengujian berhasil}}{\text{Jumlah total pengujian}} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{23}{30} \times 100\%$$

$$Akurasi = 0,77 \times 100\% = 77 \%$$

Hasil dari pengujian validasi Ketepatan Pembacaan adalah 77 % dan data dapat di deteksi secara baik. Rambu lalu lintas pada kondisi citra normal umumnya berhasil terdeteksi dengan akurat untuk jenis-jenis seperti Belok Kanan, Dilarang Masuk, Berhenti, Hati-hati, Dilarang Berhenti, dan Wajib Kanan. Suara yang dihasilkan untuk rambu lalu lintas pada kondisi citra normal umumnya jelas dan akurat. Pada kondisi citra yang buram, meskipun terjadi beberapa kegagalan dalam pengenalan visual, suara masih mampu memberikan informasi dengan baik

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini berdasarkan dengan pengujian dan analisis yang telah dilakukan dan dapat ditarik kesimpulan bahwa Pengujian deteksi ketepatan pembacaan yang dilakukan dapat mendeteksi dengan baik dan benar sesuai dengan label yang nantinya akan diberikan. Dengan tingkat akurasi sebesar 85 % .Pengujian ketepatan sistem juga dapat dilakukan dengan cukup baik dengan tingkat akurasi sebesar 77 %. Namun dalam pengujian ketepatan sistem terdapat beberapa kendala dari pencahayaan tempat dan juga sangat berpengaruh dalam pembacaan. Meskipun demikian, pada kondisi gambar yang buram yang mengakibatkan penurunan akurasi deteksi, meskipun suara yang dihasilkan masih cukup jelas dan akurat. Pengembangan lebih lanjut perlu difokuskan pada peningkatan ketepatan deteksi pada kondisi gambar yang tidak ideal guna meningkatkan keakuratan sistem secara keseluruhan.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini, ada beberapa saran yang bisa diberikan untuk penelitian-penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Menggunakan tambahan mechine learning atau deep learning supaya deteksi gambar lebih optimal.
2. Menggunakan hardware yang lebih kompetible digunakan contohnya jetson.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M., & Purnomo, A. S. (2022).** *Multi-Scale Convolutional Neural Networks untuk Pengenalan Rambu Lalu Lintas di Indonesia.* 11, 310–315.
- Azmi, Z., Pranata, A., Prayudha, J., & Phona, D. (2022).** *Pengenalan Pola Rambu Lalu Lintas untuk Perancangan Smart Car Automation dengan Metode Kohonen.*
- Fang, C. Y., Chen, S. W., & Fuh, C. S. (2003).** Road-sign detection and tracking. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 52(5), 1329–1341. <https://doi.org/10.1109/TVT.2003.810999>
- Githa, D. P., & Swastawan, W. E. (2014).** Sistem Pengaman Parkir dengan Visualisasi Jarak Menggunakan Sensor PING dan LCD. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.23887/janapati.v3i1.9742>
- Isa, I. S. B. M., Yeong, C. J., & Shaari Azyze, N. L. A. bin M. (2022).** Real-time traffic sign detection and recognition using Raspberry Pi. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 12(1), 331–338. <https://doi.org/10.11591/ijece.v12i1.pp331-338>
- Israk, A., Satra, R., & Fattah, F. (2021).** *Perancangan Sistem Pendeteksi Pelanggaran Lampu Lalu Lintas Menggunakan Raspberry Pi 3 Berbasis Internet of Things.* 2 (4), 275–283.
- Lintas, R. L. (2018).** *Implementasi Teknologi Augmented Reality untuk Peningkatan Pemahaman IMPLEMENTASI TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY UNTUK PENINGKATAN PEMAHAMAN RAMBU-RAMBU.* May.
- Menggunakan, D., Pi, R., & No, V. (2019).** RANCANG BANGUN MODEL SISTEM REAL MONITORING LALU LINTAS RANCANG BANGUN MODEL SISTEM REAL MONITORING LALU. August. <https://doi.org/10.34012/jusikom.v3i1.638>
- Nugroho, A., & Arif, R. (2022).** IMPLEMENTASI OBJECT RECOGNITION PADA RAMBU-RAMBU DAN LAMPU LALU LINTAS DENGAN RASPBERRY PI DENGAN ALGORITMA. 26(2), 549–556. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i2.2047>
- Sitanggang, O. R., Fitriyah, H., & Utaminingrum, F. (2018).** Sistem Deteksi dan Pengenalan Jenis Rambu Lalu Lintas Menggunakan Metode Shape Detection Pada Raspberry Pi. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(12), 6108–6117. <http://j-ptiik.ub.ac.id>