

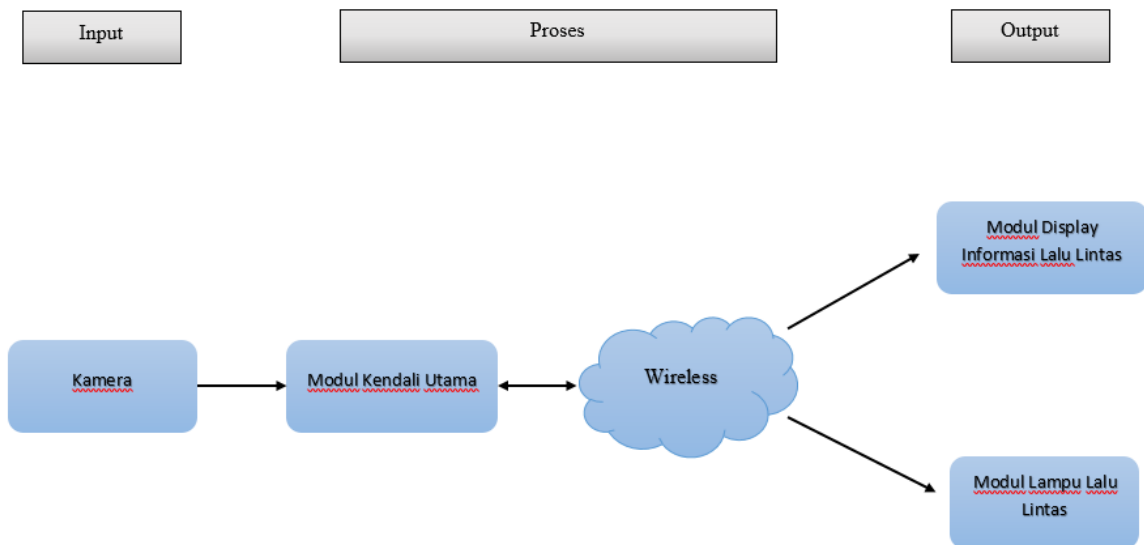
BAB III METODOLOGI RANCANG BANGUN

3.1 Pendekatan Fungsional Dan Prinsip Kerja Alat

Pada bab III ini akan membahas tentang fungsi dari peralatan yang digunakan, dimana di dalamnya memuat prinsip kerja dan cara kerja dari alat serta membahas tentang analisa sistem baik perangkat keras dan perangkat lunak. terdiri dari tiga bagian utama, yaitu rancang bangun struktural, rancang bangun fungsional dan perancangan alat prototype. Sebagai pengendali digunakan program bahasa pyhton.

Prinsip kerja dasar *Sistem Kendali Traffic Light Dengan Metode Pendeteksian Gambar Secara Realtime Melalui Kamera Berbasis IoT* adalah mengolah data gambar kondisi lalu lintas pada ruas jalan tertentu, sebagai sampel, memproses data tersebut menggunakan metode blob dari OpenCV untuk mendapatkan jumlah kendaraan yang terdapat pada ruas jalan tersebut yang kemudian membuat keputusan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

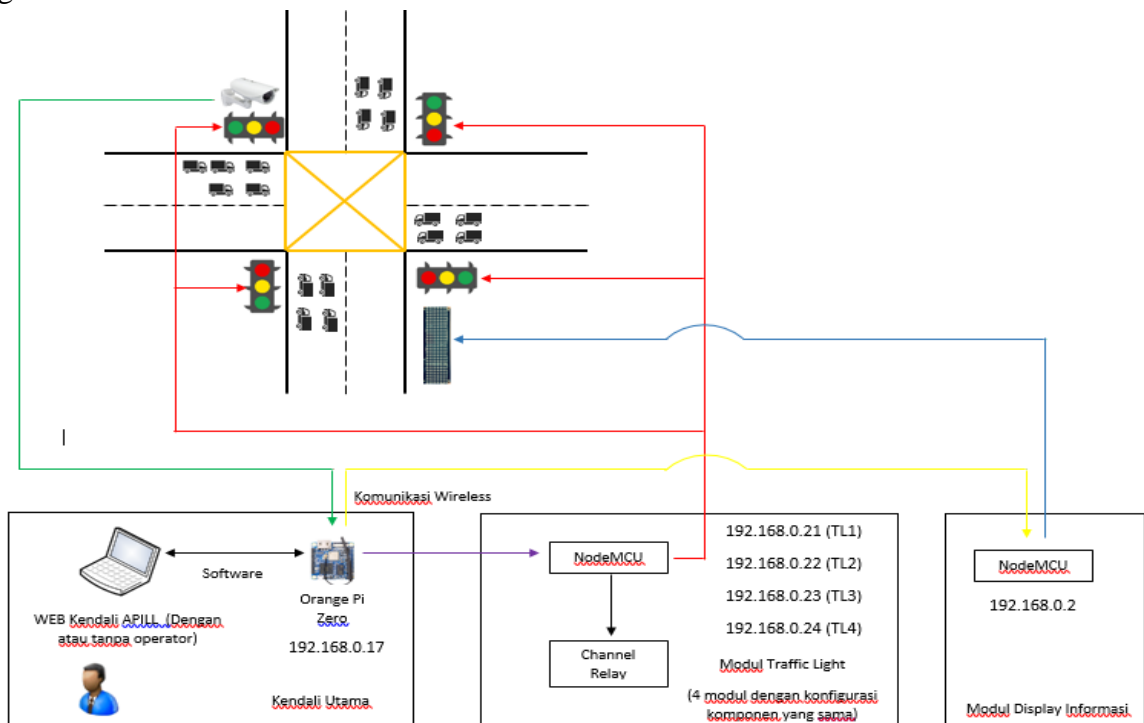
Pada system keseluruhan, dibagi menjadi tiga titik bagian, yaitu bagian *input*, bagian proses, dan bagian *output*. Setiap bagian mempunyai fungsi dan cara kerjanya masing-masing. Semua bagian tersebut dapat dilihat pada gambaran diagram blok keseluruhan system pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram blok sistem

Hasil dari proses blob tersebut akan dikalkulasikan menggunakan rumus pendekatan simpang bersinyal, parameter-parameter pendukung lainnya telah ditetapkan sebelumnya sebagai contoh dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Cara kerja alat secara global adalah modul kamera diposisikan pada salah satu jalur dari simpang bersinyal tersebut, modul utama mengirim perintah ke modul kamera untuk mengambil gambar, interval waktu pengambilan dan kondisi pengambilan gambar dapat diatur pada modul utama, modul kamera melakukan pengambilan gambar yang kemudian data gambar tersebut dikirim ke modul pusat.

Modul pusat memproses data tersebut menggunakan OpenCV untuk mendapatkan jumlah kendaraan yang terdapat pada ruas jalan tersebut yang kemudian membuat keputusan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Keputusan tersebut berupa status kondisi arus lalu lintas saat itu, yang dikelompokkan menjadi “kondisi lengang”, “kondisi lancar”, “kondisi ramai” dan “kondisi padat”. Kemudian modul pusat mengirim data siklus pewaktuan ke modul lampu lalu lintas sesuai dengan siklus yang telah ditentukan pada parameter didalam modul utama seperti dapat dilihat pada Sistem Kendali Traffic Light Dengan Metode Pendeteksian Gambar Secara Realtime Melalui Kamera Berbasis IoT gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Sistem simulasi kendali traffic light dengan metode pendeteksian gambar secara realtime melalui kamera berbasis IoT

3.2 Pendekatan Struktural

Pada bagian ini dijelaskan rancangan teknis dari pembuatan alat pada tugas akhir ini. Secara garis besar berdasarkan fungsi, sistem ini dapat dibagi menjadi 4 bagian yang akan disebut sebagai modul, seperti yang terlihat pada Gambar 3.1. Adapun bagian-bagian tersebut yaitu :

1. Modul Lampu Lalu Lintas
2. Modul Kamera
3. Modul Display Informasi Lalu Lintas
4. Modul Kendali Utama

Keseluruhan bagian-bagian tersebut dapat berkomunikasi dan dikendalikan secara Wireless, adapun bagian-bagian tersebut yaitu :

1. Modul Lampu Lalu Lintas

Berfungsi sebagai alat peraga sinyal lalu lintas dimana siklus waktu dan kondisinya dapat ditentukan secara real-time.

2. Modul Display Informasi Lalu Lintas

Berfungsi untuk menampilkan informasi lalu lintas yang dikirim dari modul utama untuk pengguna jalan.

3. Modul Kendali Utama

Modul ini merupakan bagian inti dari sistem ini, hampir keseluruhan proses berada pada modul ini, proses-proses tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

- Mengirim perintah secara rutin dengan interval tertentu ke modul kamera untuk mengambil gambar kondisi lalu lintas saat itu.
- Menerima dan mengolah data gambar kondisi lalu lintas yang kemudian akan menghasilkan suatu kesimpulan mengenai kondisi lalu lintas saat itu.
- Kesimpulan tersebut akan dikonversikan menjadi siklus waktu sesuai dengan yang telah ditetapkan pada parameter sebelumnya, yang kemudian akan dikirimkan ke modul lampu lalu lintas.
- Sebagai antarmuka berbasis web untuk operator kendali.

3.2.1 Perancangan Hardware Sistem Kendali Traffic Light

Pada sisi *hardware*, perancangan *Sistem Kendali Traffic Light Dengan Metode Pendeteksian Gambar Secara Realtime Melalui Kamera Berbasis IoT*

dipisahkan dalam beberapa bagian, bagian itu disebut modul. Dan modul-modul tersebut terdiri dari 3 modul, yaitu:

1. **Modul Lampu Lalu Lintas**
2. **Modul Kendali Utama**
3. **Modul Display Informasi Lalu Lintas**

3.2.1.1 Perancangan Hardware Modul Lampu Lalu Lintas

Pada modul ini, level tegangan dan daya lampu lalu lintas lebih tinggi dibandingkan dengan level tegangan operasi mikrokontroler pada umumnya. Untuk itu diperlukan sebuah relay sebagai saklar yang dapat dikendalikan oleh mikrokontroler. Modul relay yang akan digunakan dalam alat ini seperti yang terlihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Modul relay 4 chanel[1]

Pada modul relay tersebut relay digerakkan melalui rangkaian driver yang terdiri dari transistor, dioda, resistor dan optocoupler. Penggunaan optocoupler pada modul relai membuat antara rangkaian relai dengan mikrokontroler menjadi terisolasi dengan aman. Hal ini pun membuat mikrokontroler tidak terbebani dengan arus tinggi untuk menggerakkan relay. Selain isolasi antar bus, optocoupler tersebut dapat digerakkan pada level tegangan 3.3 v sesuai dengan level tegangan operasi NodeMCU, dengan kata lain, tidak lagi membutuhkan “Logic Level Converter”.

Pada modul ini akan dipasangkan 3 buah lampu LED 3 volt (merah, kuning dan hijau) sebagai indikator lampu APILL internal, sehingga dapat memantau secara langsung kondisi lampu lalin ataupun proses yang terjadi walaupun lampu lalin eksternal tidak disambungkan.

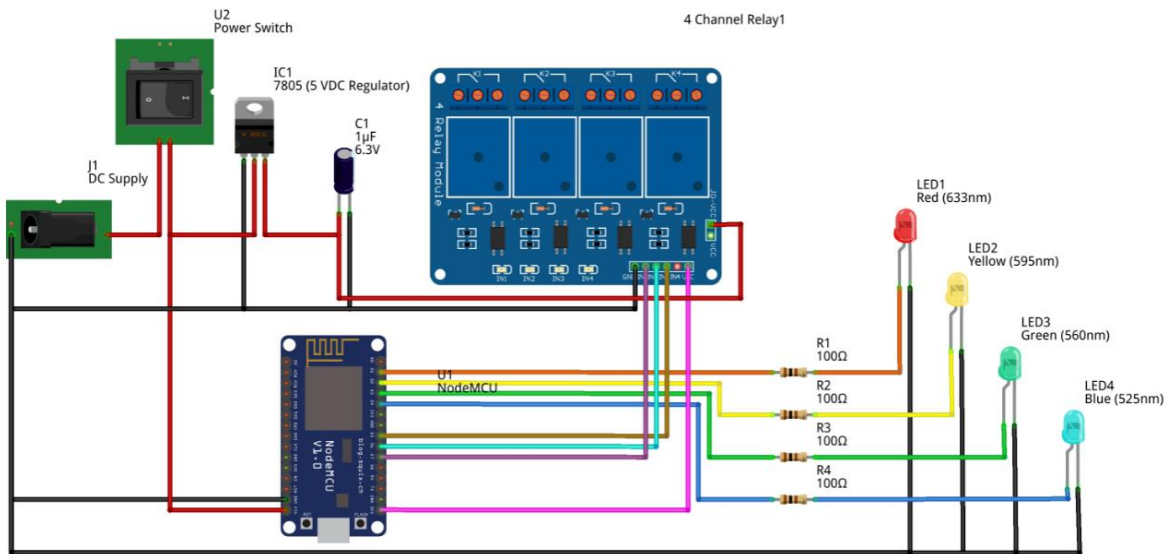
Agar modul lampu lalin tidak terbebani dengan arus yang dibutuhkan untuk menggerakkan relay pada saat lampu lalin eksternal tidak digunakan, mikrokontroller haruslah dapat ditentukan apakah akan menggerakkan relay atau tidak. Apabila mikrokontroller tidak menggerakkan relay, maka pin output yang digunakan untuk menggerakkan relay ditahan pada kondisi yang sesuai dengan modul relay pada saat terbuka.

Pada modul relay yang akan digunakan, relay dalam kondisi terbuka (tidak terhubung) apabila input dalam kondisi HIGH, untuk itu mikrokontroller haruslah dapat menahan pin output yang digunakan untuk menggerakkan relay dalam kondisi HIGH apabila lampu lalin eksternal tidak digunakan.

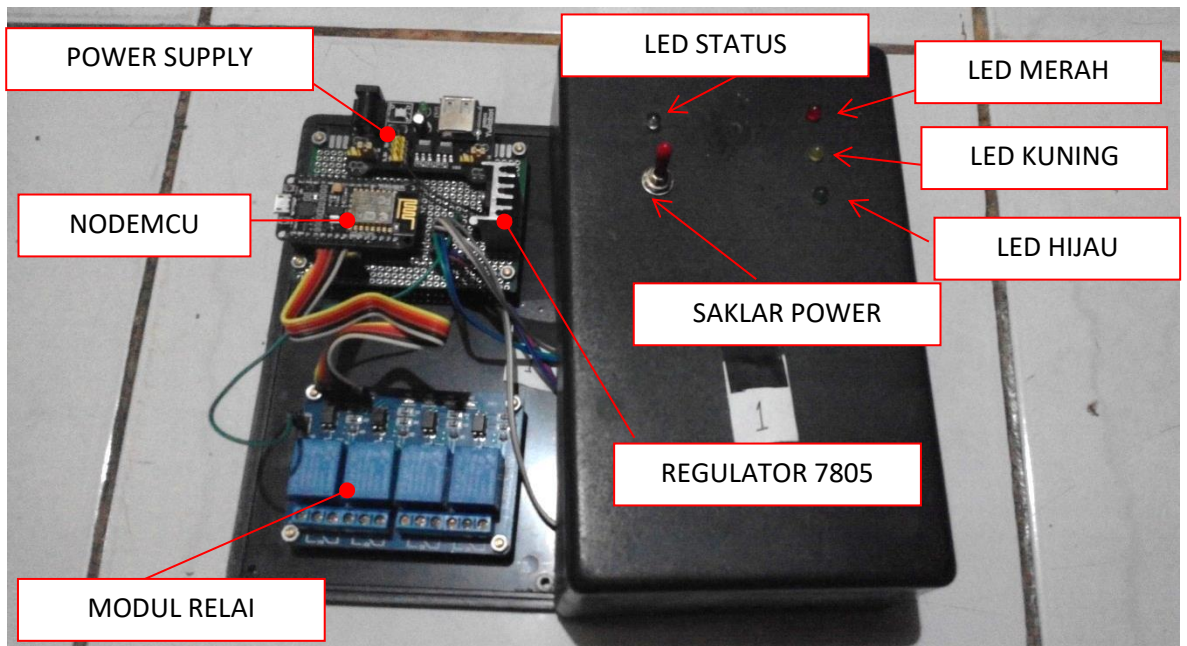
Modul mikrokontroller yang akan digunakan adalah NodeMCU versi 1.0 ESP-12E keluaran AMICA, spesifikasinya telah dijelaskan pada Bab 2. Terdapat perbedaan penomoran pin secara fisik pada NodeMCU dan secara software pada Arduino IDE, pin-pin yang akan digunakan akan diuraikan pada tabel 3.1 dan diagram blok modul lampu lalin seperti yang terlihat pada Gambar 3.4.

Tabel 3.1 Pin pada NodeMCU yang digunakan

Fungsi Pin	Nomor Pin	
	Arduino IDE	NodeMCU
Indikator Lampu Merah	0	GPIO D3
Indikator Lampu Kuning	4	GPIO D2
Indikator Lampu Hijau	5	GPIO D1
Relay Lampu Merah	14	GPIO D7
Relay Lampu Kuning	12	GPIO D6
Relay Lampu Hijau	13	GPIO D5



Gambar 3.4 Diagram blok skema modul lampu lalu lintas



Gambar 3.5 Perangkat keras modul lampu lalu lintas

3.2.1.2 Perancangan Hardware Kendali Utama

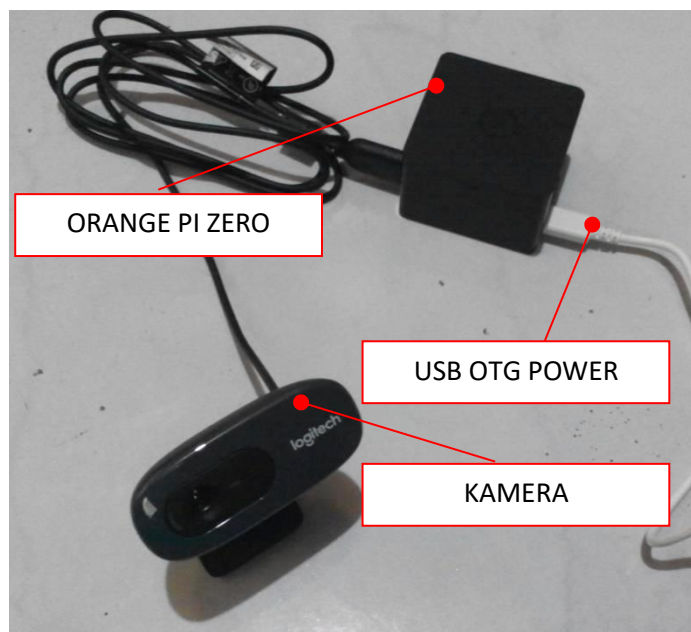
Modul kamera terintegrasi dengan modul kendali utama, modul ini menggunakan Orange Pi Zero dengan sistem operasi linux Armbian. Orange Pi Zero menggunakan Mikroprocessor jenis ARM Cortex-A7 AllWinner H2 SoC, dan memiliki 512MB DDR3 SDRAM. Mikroprocessor tersebut mendukung decode video dengan format H.265/HEVC 1080P secara hardware. Orange Pi Zero dilengkapi dengan koneksi jaringan wired maupun wireless.

Untuk dapat mengambil gambar, digunakan webcam Logitech tipe C270, kamera tersebut dapat menangkap gambar dengan resolusi hingga 3 Mega Pixel. Kamera tersebut terkoneksi ke Orange Pi melalui USB.

Modul ini juga digunakan sebagai modul kendali utama, maka modul ini haruslah dilengkapi / diinstall dengan Python dan OpenCV untuk mengolah gambar dan menghitung jumlah kendaraan, Apache HTTP Server dan PHP agar dapat menjadi web server untuk menampilkan informasi ke pengguna dan sebagai sistem utama pengaturan arus lalu lintas dengan cara mengatur durasi lampu lalu lintas sesuai dengan jumlah kendaraan yang ada yang disesuaikan dengan parameter yang telah ditentukan.

Informasi mengenai durasi lampu lalin akan dikirim secara otomatis kepada Modul Lampu Lalu Lintas, dan informasi mengenai kondisi lalu lintas akan dikirim kepada Modul Display Informasi Lalu Lintas.

Modul ini juga di setting sebagai Wireless Hot Spot dengan tujuan agar modul lainnya (Modul Lampu Lalu Lintas dan Modul Display Informasi Lalu Lintas) dapat terkoneksi secara wireless ataupun melalui VPN (internet).



Gambar 3.6 Perangkat keras kodul lampu lalu lintas

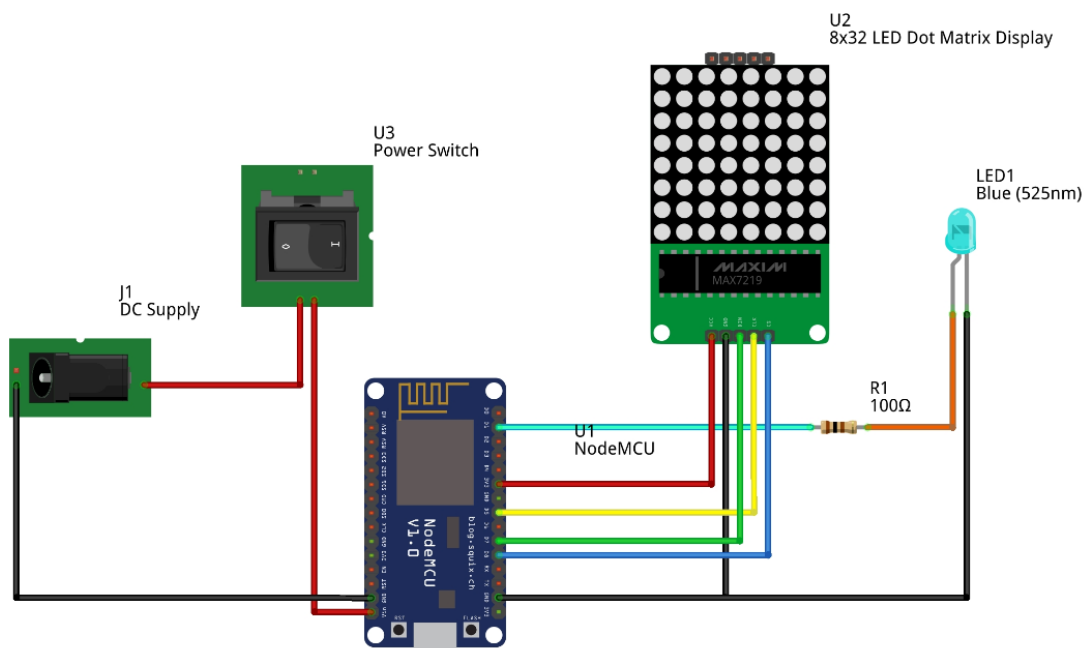
3.2.1.3 Perancangan Hardware Modul Display Informasi Lalu Lintas

Modul ini dipergunakan untuk menampilkan informasi yang dikirim dari modul kendali utama. Alat peraganya menggunakan LED Dot Matrix 32x8 pixel. Komunikasi antarmuka-nya menggunakan metode SPI.

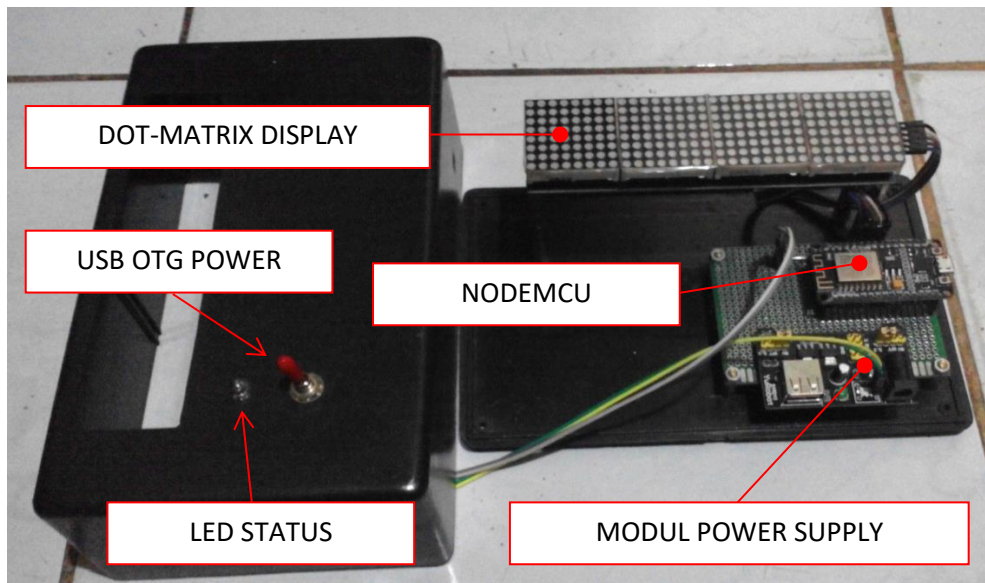
LED Dot Matrix yang akan digunakan dapat beroperasi pada tegangan 3.3v, sehingga level tegangan operasi LED Dot Matrix sama dengan level tegangan operasi NodeMCU. Susunan pin yang dikoneksikan antara NodeMCU dengan LED Dot Matrix dapat dilihat pada Tabel 3.2. Dan diagram blok modul display terdapat pada Gambar 3.7.

Tabel 3.2 Koneksi antara NodeMCU dengan LED dot matrix

Nomor Pin	
NodeMCU	LED Dot Matrix
D8	CS
D7	DIN
D5	CLK
VCC	VCC
GND	GND



Gambar 3.7 Diagram blok skema modul display informasi lalu lintas



Gambar 3.8 Perangkat keras modul display informasi lalu lintas

3.2.2 Perancangan Software Sistem Kendali Traffic Light

Setelah membahas perancangan prototipe dari sisi hardware dan telah ditentukan pin-pin yang akan digunakan. Kemudian kita dapat merancang software yang disesuaikan dengan rancangan hardware.

Untuk memudahkan pembahasan, software dikelompokkan berdasarkan fungsi, maka software dapat dibagi menjadi 3 bagian, bagian tersebut sebagai berikut:

1. Software Modul Lampu Lalu Lintas

Software lampu lalu lintas berfungsi untuk mengatur penyalan lampu sesuai dengan urutan penyalan dan durasi masing-masing lampu yang sebelumnya telah diterima melalui WiFi ataupun Serial Port.

2. Software Modul Display Informasi Lalu Lintas

Software display informasi lalu lintas berfungsi untuk menampilkan teks berupa informasi kondisi lalu lintas yang dikirim dari modul kendali utama.

3. Software Modul Kendali Utama

Software kendali utama berfungsi untuk mengambil gambar melalui kamera sesuai dengan durasi pengambilan sampel, mengolah gambar tersebut agar dapat menghitung jumlah kendaraan yang tertangkap oleh kamera, menentukan kondisi lalu lintas berdasarkan jumlah kendaraan, mengirim data berupa

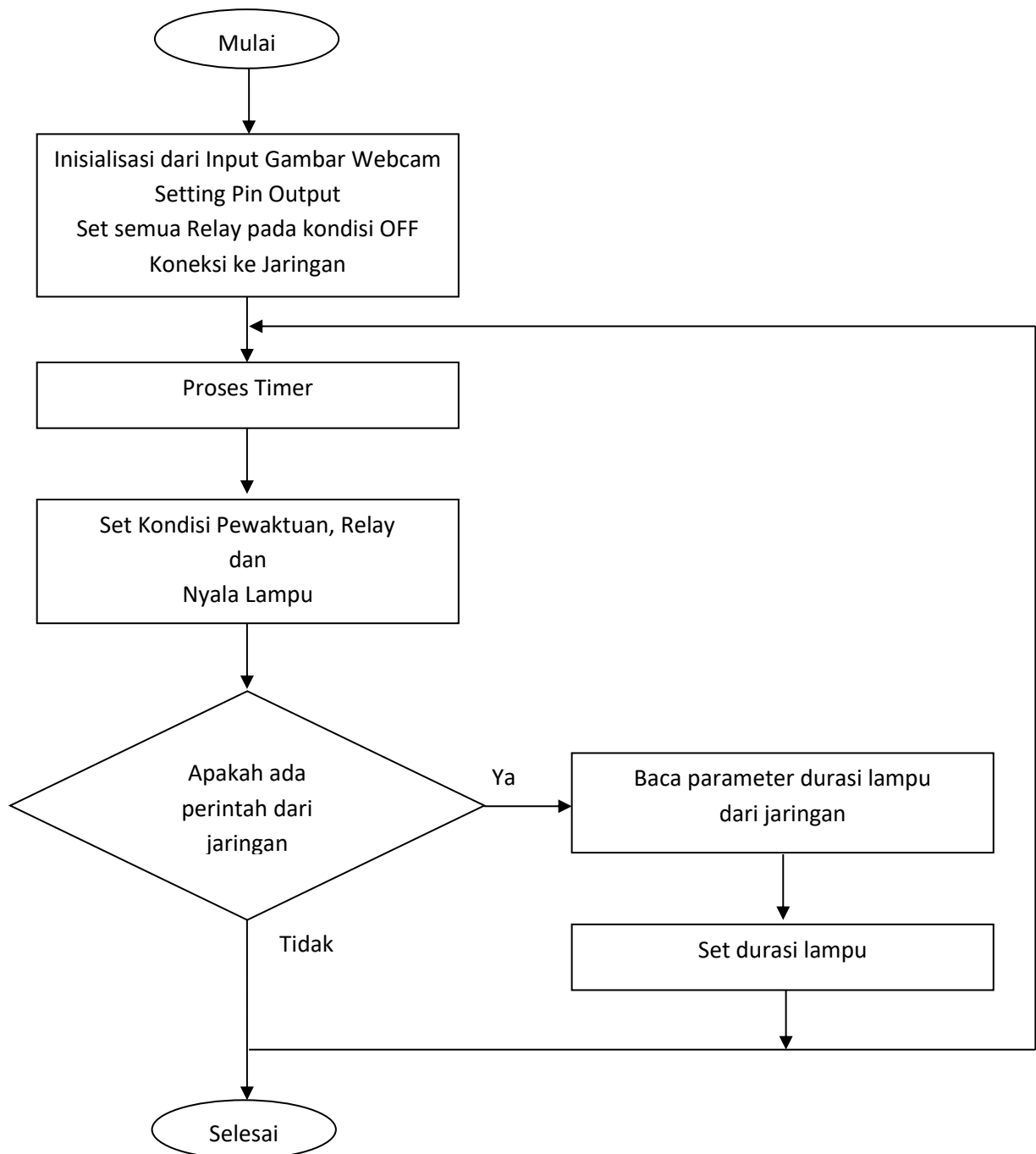
informasi kondisi lalu-lintas ke modul display dan durasi masing-masing lampu dan urutan pewaktuannya ke masing-masing modul lampu lalu-lintas, dan menyajikan panel kendali berbasis web kepada operator/client.

3.2.2.1 Perancangan Software Modul Lampu Lalu Lintas

Modul lampu lalu lintas terdiri dari NodeMCU, modul relay 4 chanel untuk menggerakkan lampu lalu lintas eksternal, 3 buah lampu led (merah, kuning dan hijau) sebagai indikator internal pada modul dan modul power supply. Fungsi yang disediakan pada modul lampu lalu lintas antara lain:

- Menerima perintah dan mengolah perintah dari modul kendali utama secara wireless maupun serial port.
- Dapat mengirim informasi parameter durasi yang tersimpan dan sedang diaplikasikan pada modul tersebut.
- Mengatur siklus nyala lampu dan urutan nyala secara realtime.
- Dapat mengendalikan lampu lalu lintas eksternal melalui relay.

Flowchart kerja pemrograman NodeMCU pada modul lalu lintas ini dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Flowchart kerja pemrograman NodeMCU modul lampu lalu

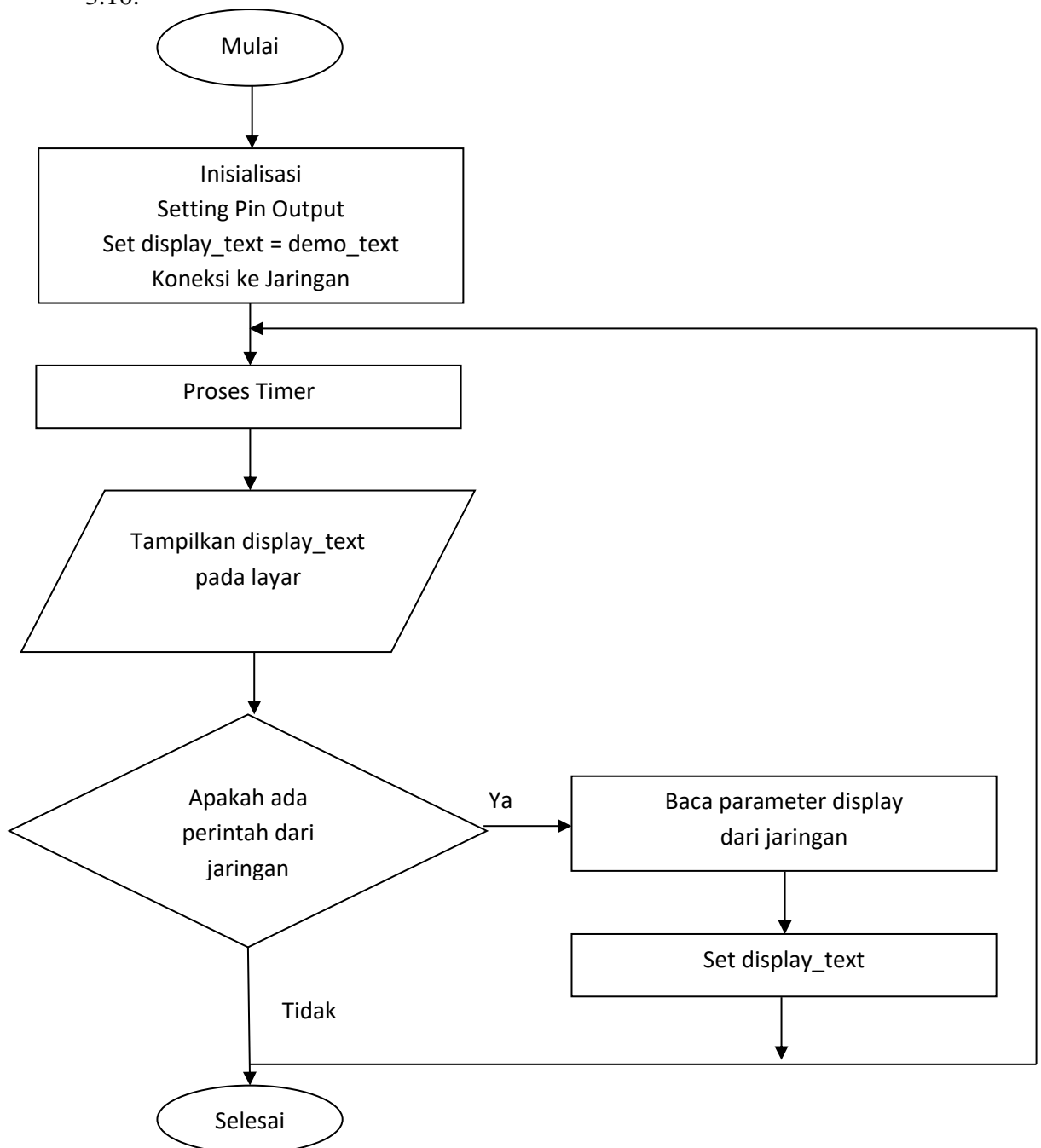
3.2.2.2 Perancangan Software Modul Display Informasi Lalu Lintas

Modul Display Informasi Lalu Lintas terdiri dari NodeMCU dan modul LED Display Matrix 32x8 pixel SPI. Fungsi yang akan disediakan pada modul ini antara lain:

- Menerima perintah dan mengolah perintah dari modul kendali utama secara wireless.

- Dapat mengirim informasi settingan yang tersimpan dan sedang diaplikasikan pada modul tersebut.
- Menampilkan informasi yang diterima dari modul utama ke alat peraga/display.

Pada modul ini, untuk menggerakkan LED Display Matrix menggunakan driver dari link <https://github.com/markruys/arduino-Max72xxPanel>. Flowchart kerja pemrograman NodeMCU pada modul display ini dapat dilihat pada gambar 3.10.



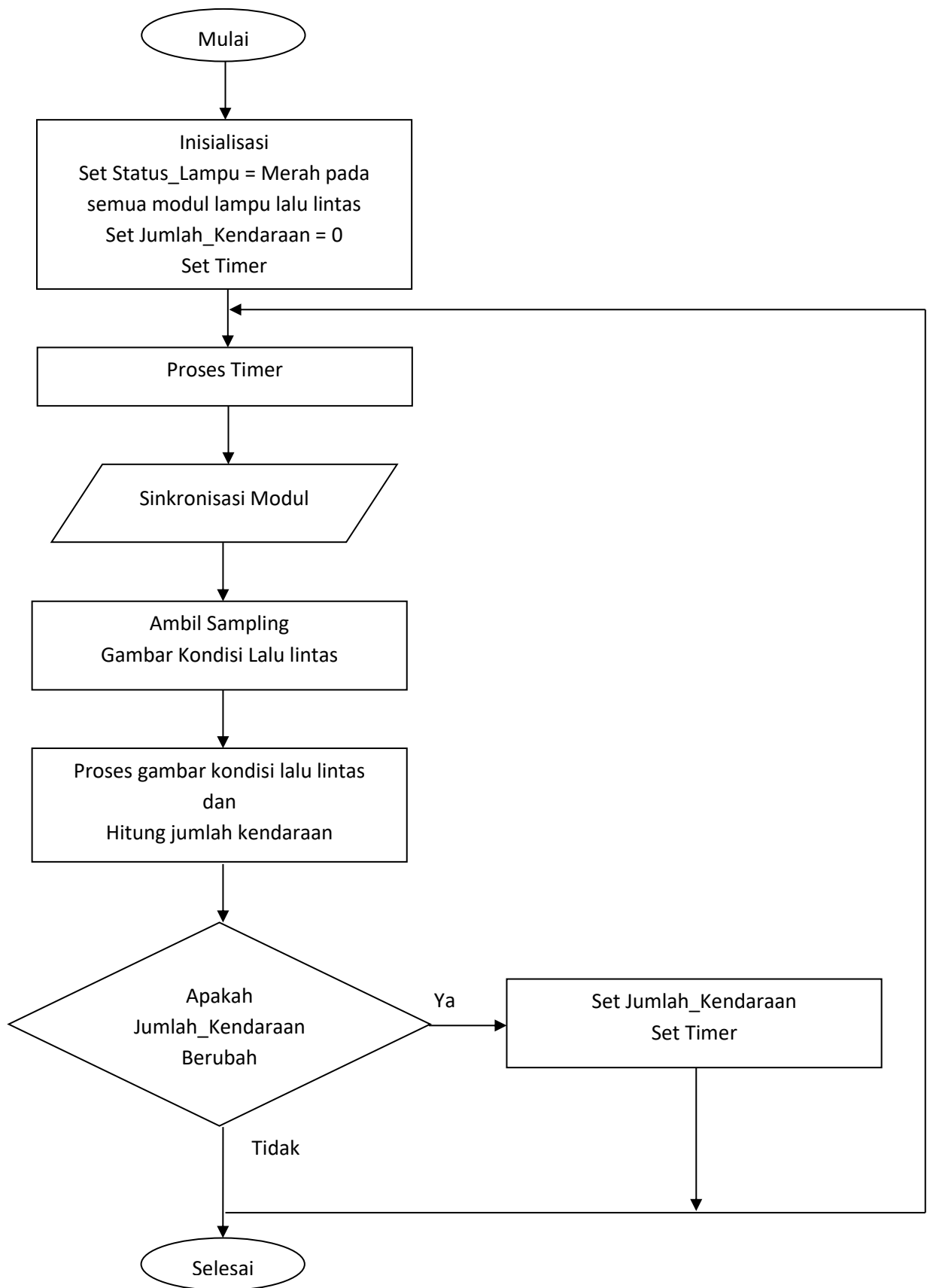
Gambar 3.10 Flowchart kerja pemrograman NodeMCU modul display informasi lalu lintas

3.2.2.3 Perancangan Software Modul Kendali Utama

Modul Kendali utama terdiri dari kumpulan skrip yang ditulis dalam PHP dan Python, modul ini memiliki antarmuka berbasis web untuk menampilkan informasi kondisi lalu lintas dan parameter lampu lalu lintas pada setiap kategori kondisi lalu lintas. Fungsi yang akan disediakan pada modul ini antara lain:

- Melayani dan menampilkan antarmuka berbasis web kepada operator.
- Mengirim data perintah ke modul-modul cabang seperti modul lampu lalu lintas dan modul display informasi lalu lintas.
- Menyimpan, menampilkan dan mengirim parameter setting untuk tiap-tiap modul.
- Mengambil dan memproses gambar untuk menghitung / memperoleh jumlah mobil yang terrekam oleh kamera.
- Membuat keputusan yang sesuai dengan parameter yang telah ditentukan, kemudian mengirim data tersebut ke modul lampu lalu lintas dan modul display informasi lalu lintas.

Flowchart kerja pemrograman OrangePi dari Sistem Kendali Traffic Light ini dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Flowchart kerja pemrograman OrangePi modul kendali utama informasi lalu lintas

Teknologi yang digunakan pada skrip yang terdapat didalam modul kendali utama, dikelompokkan menjadi dua bagian. Teknologi PHP digunakan untuk menulis skrip antarmuka berbasis web yang berfungsi untuk menampilkan dan menyimpan parameter Sistem Kendali Traffic Light ini dan menghitung durasi merah menggunakan rumus pendekatan untuk menghitung siklus simpang bersinyal.

Rumus pendekatan durasi simpang bersinyal:

$$DM = ((DH + DK + (DT \times 2)) \times JL) - (DH+DK+DT).....(7)$$

Definisi:

DM = Durasi Merah

DK = Durasi Kuning

DT = Durasi Transisi (Lampu merah pada setiap modul lampu lalu lintas menyala bersamaan dengan maksud menandakan bahwa periode hijau telah berakhir)

JL = Jumlah Modul Lampu yang menyala berbeda siklus pewaktuan (fase siklus simpang bersinyal)

Teknologi Python dan OpenCV digunakan untuk menulis skrip sistem pendeteksian kendaraan melalui gambar yang ditangkap oleh kamera dengan metode pendeteksian blob, menentukan kategori kondisi lalu lintas berdasarkan jumlah kendaraan yang terdeteksi sesuai dengan parameter yang telah ditentukan, menghitung siklus pewaktuan menggunakan rumus pendekatan untuk menghitung siklus pewaktuan simpang bersinyal, dan mengirim parameter kepada masing-masing modul secara wireless.

Rumus pendekatan siklus pewaktuan simpang bersinyal 4 fase:

$$TD \text{ (Total Durasi)} = DM + DK + DH + DT(8)$$

$$DW = DH + DK + (DT \times 2)(9)$$

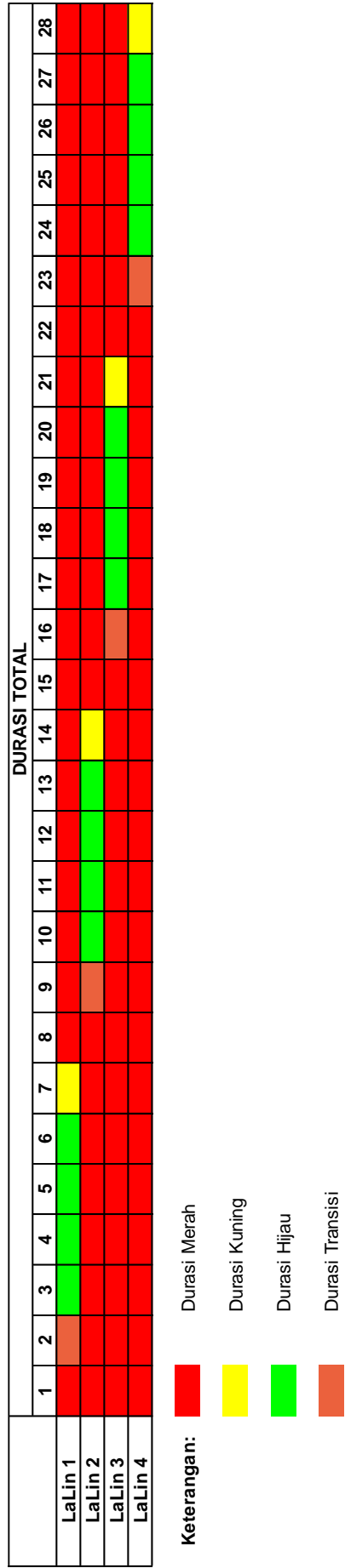
Posisi Pewaktuan Lampu 1 = DT

Posisi Pewaktuan Lampu 2 = Posisi Pewaktuan Lampu 1 + DW

Posisi Pewaktuan Lampu 3 = (DW x 2) + DT

Posisi Pewaktuan Lampu 4 = DM

Contoh hasil perhitungan siklus pewaktuan simpang bersinyal 4 fase dapat dilihat pada gambar 3.12. Sedangkan tampilan antarmuka berbasis web seperti yang terdapat pada gambar 3.13 dan 3.14.



Gambar 3.12 Siklus pewaktuan simpang bersinyal 4 fase

Kondisi Lalu Lintas	Jumlah Kendaraan Per Sampling	Status Lampu	Durasi			
			Merah	Kuning	Hijau	Traffic Light
Padat	113	1 - Aktif	3	30	2	
Ramai	83	1 - Aktif	3	20	2	
Lancar	53	1 - Aktif	3	10	2	
Lengang	38	0 - Non Aktif (Kuning Berkedip)	3	5	2	
Sistem Kendali	1 - Aktif	Durasi Kuning Berkedip	On	Off	1	

Gambar 3.13 Tampilan antarmuka sistem kendali traffic light berbasis web

Traffic Management Berbasis IoT

Kamera Lalu Lintas

Kondisi Lalu Lintas	
Jumlah Kendaraan	0
Status Lalu Lintas	Kondisi Lalu Lintas Lengang

Gambar 3.14 Tampilan panel pengaturan lampu lalu lintas

3.3 Manufaktur Prototipe Sistem Kendali Traffic Light

Pembuatan prototipe Sistem Kendali Traffic Light menggunakan 4 Modul Lampu Lalu Lintas, 1 Modul Display Informasi Lalu Lintas dan 1 Modul Kendali utama.

Maksud dari pembuatan prototipe tersebut adalah untuk mensilmulasikan sebuah Sistem Kendali Traffic Light pada simpang bersinyal 4 jalur menggunakan pendeteksian kondisi lalu lintas pada salah satu jalur simpang bersinyal tersebut. Pada IP Address yang digunakan pada setiap modul Sistem Kendali Traffic Light dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 IP address modul

MODUL	IP ADDRESS
Modul Kendali Utama	192.168.0.17
Modul Display Informasi Lalu Lintas	192.168.0.20
Modul Lampu Lalu Lintas 1	192.168.0.21
Modul Lampu Lalu Lintas 2	192.168.0.22
Modul Lampu Lalu Lintas 3	192.168.0.23
Modul Lampu Lalu Lintas 4	192.168.0.24

Pengoperasikan Sistem Kendali Traffic Light:

1. Memastikan ketinggian kamera sekitar 30 – 50 cm.
2. Mengaktifkan modul kendali utama dan menunggu hingga WiFi HotSpot ‘kendaliAPILL’ tersedia.
3. Mengaktifkan program ‘TrafficManager’ melalui terminal SSH pada modul kendali utama, cara mengaktifkannya sebagai berikut:
 - a. Login ke SSH pada ip address 192.168.0.17
 - b. User name: root Password: OrangePiZero
4. Pada terminal SSH, ketik: `python /var/www/html/TrafficManager.py`

Aktifkan modul-modul lainnya.