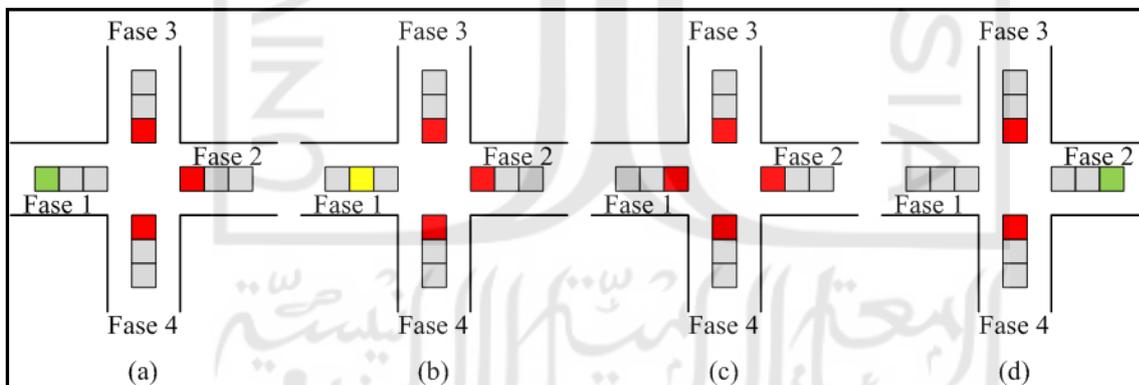


BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah cara kerja sistem pengontrol lampu lalu lintas baku dan karakteristik sistem pengontrol lampu lalu lintas dengan arsitektur terbuka. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa sistem pengontrol lampu lalu lintas baku memiliki 3 warna, yaitu merah, kuning dan hijau. Urutan menyala lampu lalu lintas adalah menyala hijau di suatu fase, menyala kuning, menyala merah di semua fase dan kemudian menyala hijau di fase berikutnya, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.1. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa menyala merah di semua fase adalah sangat penting untuk membersihkan kendaraan yang melintas di persimpangan dari fase sebelumnya.



Gambar 4.1 Fase lampu lalu lintas

Hasil pengamatan dari beberapa persimpangan di Jalan Kaliurang, Yogyakarta juga menunjukkan bahwa durasi lampu hijau untuk setiap lengan jalan berbeda-beda. Dalam satu hari, durasi lampu hijau dalam sebuah lengan jalan juga bervariasi. Ini menunjukkan bahwa sistem pengontrol lampu lalu lintas bekerja berdasarkan jam dalam sehari. Beberapa bulan yang lalu, simpang tiga di Jalan Kaliurang KM 14 masih menggunakan menyala *blinking* hanya lampu kuning untuk semua fase ketika jam sudah menunjukkan pukul 22.00. Akan tetapi sistem

seperti itu sudah mulai jarang ditemukan dan sudah tidak digunakan di simpang tiga Jalan Kaliurang KM 14.

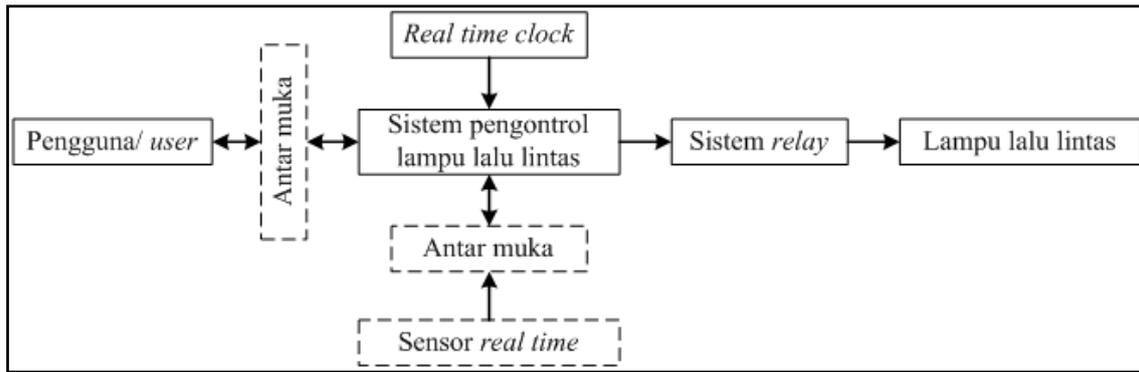
Purnomo (2011) menyatakan bahwa sistem pengontrol lampu lalu lintas seharusnya mampu bekerja sesuai dengan permintaan lalu lintas (*traffic demand*). Lampu hijau dalam sebuah fase dapat diperpanjang sampai suatu batas maksimum jika masih ada kendaraan yang melewatinya. Sebaliknya, jika tidak ada lagi kendaraan yang melewati suatu fase, maka lampu hijau di fase tersebut harus segera diganti dengan lampu kuning dan kemudian lampu merah. Mekanisme tersebut dapat diminimumkan lampu hijau terbuang sehingga dapat meminimasi jumlah kendaraan yang berhenti di fase lainnya. Sistem kontrol lampu lalu lintas yang dapat bekerja seperti itu dinamakan dengan sistem pengontrol lampu lalu lintas yang digerakkan kendaraan (*vehicles actuated traffic control system*).

Sistem pengontrol lampu lalu lintas yang digerakkan kendaraan biasanya akan diintegrasikan dengan sistem pendeteksi kendaraan secara *real time* yang dipasang di setiap lengan jalan. Sehingga, sebuah sistem kontrol lampu lalu lintas yang baik seharusnya mempunyai arsitektur terbuka, yang artinya adalah dapat diintegrasikan dengan perangkat lunak dan peralatan eksternal lainnya. Hasil pengamatan di beberapa persimpangan di sepanjang Jalan Kaliurang menunjukkan bahwa masih banyak terjadi waktu hijau terbuang, terutama saat malam hari ketika jumlah kendaraan sangat sedikit. Ini menunjukkan bahwa sistem pengontrol lampu lalu lintas yang dipasang di beberapa persimpangan di Jalan Kaliurang masih menggunakan arsitektur tertutup, belum siap diintegrasikan dengan perangkat lunak atau peralatan eksternal lainnya seperti sensor kendaraan.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Perancangan arsitektur sistem kontrol lampu lalu lintas

Dari data yang dikumpulkan, maka seharusnya sistem pengontrol lampu lalu lintas dapat berinteraksi dengan pengguna yang berotoritas (*authorized user*) dan juga sistem sensor kendaraan. Sehingga, arsitektur sistem pengontrol lampu lalu lintas yang diusulkan adalah seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Arsitektur sistem pengontrol lampu lalu lintas yang diusulkan

Dari Gambar 4.2 di atas, maka sistem pengontrol lampu lalu lintas yang diusulkan akan mampu mengeluarkan data yang dapat digunakan bagi pengguna untuk memonitor kerja sistem pengontrol lampu lalu lintas, serta mempunyai antar muka yang dapat digunakan untuk merespon data *setting* dari pengguna. Sistem pengontrol lampu lalu lintas juga akan mampu membaca data waktu secara *real time* dari sistem *Real Time Clock* (RTC). Selain itu, sistem pengontrol lampu lalu lintas yang diusulkan juga akan mempunyai antar muka yang dapat digunakan untuk merespon data yang dihasilkan oleh sensor kendaraan secara *real time*. Pada bagian aktuator, sistem pengontrol lampu lalu lintas yang diusulkan juga mampu menggerakkan sistem *relay* untuk mengontrol lampu lalu lintas yang sebenarnya. Yang membedakan dari sistem pengontrol lampu lalu lintas sebelumnya yaitu pada sistem pengontrol yang diusulkan ini *user* sekaligus dapat memantau kondisi pada lampu lalu lintas, jika dalam kondisi tertentu *user* dapat juga mengubah siklus waktu pada lampu lalu lintas sesuai pada tingkat kemacetan di tiap ruas jalan atau pada keadaan tertentu seperti adanya ambulan atau mobil pemadam kebakaran yang akan melintas dan siklus yang diubah akan mulai berjalan setelah siklus yang berjalan telah selesai. Dari hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa sebagian besar lampu lalu lintas di sepanjang Jalan Kaliurang, Yogyakarta, sudah menggunakan *Light Emitting Diode* (LED). Ini berarti daya setiap lampu tidak lebih dari 50 watt. Hal ini akan berpengaruh dalam pemilihan komponen relay agar mampu menahan arus sebesar 50 watt yang melewatinya.

4.2.2 Perancangan struktur data dalam sistem pengontrol lampu lalu lintas

Sistem pengontrol lampu lalu lintas yang diusulkan akan mampu bekerja berdasarkan jam dalam sehari dan berbeda-beda untuk setiap fase. Sehingga ada beberapa data yang bersifat *non-volatile* yang akan disimpan di sistem pengontrol lampu lalu lintas. Sistem pengontrol

lampu lalu lintas yang diusulkan akan dibangun menggunakan Arduino Mega2560 yang diintegrasikan dengan RTC berpresisi tinggi yang menggunakan IC DS 3231. Data non-volatile yang diperlukan akan disimpan di EEPROM dalam Arduino Mega2560.

A. Struktur data non-volatile dalam EEPROM

A.1 Data interval jam dalam sehari

Purnomo (2011) menyebutkan bahwa secara statistik, volume trafik di tengah malam sampai dengan dini hari tidak akan berubah secara signifikan. Volume trafik akan mengalami perubahan secara signifikan mulai dari jam 05:00 sampai dengan jam 23:00. Sehingga, durasi jam dalam sehari yang akan mengalami perubahan volume trafik secara signifikan adalah selama 18 jam. Dalam kondisi normal, selama 18 jam tersebut, volume trafik akan mengalami perubahan rata-rata setiap 3 jam sekali. Sehingga, diperlukan 9 alamat dalam EEPROM yang akan digunakan untuk menyimpan informasi pembagian jam dalam sehari. Gambar 4.3 menunjukkan alamat dan isi data dalam EEPROM untuk keperluan tersebut.

Alamat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Isi data:	0	4	5	8	10	13	15	18	22	24

Gambar 4.3 Alamat dan isi data EEPROM untuk pembagian jam

Berdasarkan Gambar 4.3 di atas, dapat diketahui bahwa awalnya sistem pengontrol lampu lalu lintas akan menggunakan pembagian jam 00:00 – 03:59; 04:00 – 04:59; 05:00 – 07:59; 08:00 – 09:59; 10:00 – 12:59; 13:00 – 14:59; 15:00 – 17:59; 18:00 – 21:59; 22:00 – 23:59. Pembagian tersebut dapat diubah oleh pengguna apabila diperlukan.

A.2 Data strategi lama lampu hijau

Purnomo (2011) menyatakan bahwa dalam sehari, pola data lama lampu hijau biasanya dapat dibedakan menjadi 4, yaitu pola data jam berangkat ke kantor, jam lengang, jam pulang dari kantor dan jam normal malam hari. Sistem pengontrol lampu lalu lintas yang dibuat mempunyai 5 strategi lama lampu hijau, dengan alamat penyimpanan data dalam EEPROM adalah seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4.

	← Strategi 1 →				← Strategi 2 →				← Strategi 3 →			
Alamat:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Isi data:	10	10	10	10	10	30	10	30	15	15	15	15
	← Strategi 4 →				← Strategi 5 →							
Alamat:	23	24	25	26	27	28	29	30				
Isi data:	30	10	30	10	25	25	25	25				

Gambar 4.4 Alamat dan isi data EEPROM untuk strategi lama lampu hijau

Berdasarkan Gambar 4.4 di atas, dapat diketahui bahwa strategi lama lampu hijau awal ditentukan seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.1. Strategi tersebut juga dapat diubah oleh pengguna apabila diperlukan.

Tabel 4.1 Strategi lama lampu hijau awal

Strategi	Lama Lampu Hijau (Detik)			
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
1	10	10	10	10
2	10	30	10	30
3	15	15	15	15
4	30	10	30	10
5	25	25	25	25

A.3 Data pemetaan strategi lama hijau ke pembagian jam dalam sehari

Data pemetaan strategi lama hijau ke pembagian jam dalam sehari disimpan di EEPROM mulai dari alamat 31 sampai dengan 39. Gambar 4.5 menunjukkan penyimpanan data pemetaan strategi lama hijau ke pembagian jam dalam sehari.

Alamat:	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Isi data:	1	3	2	3	5	3	4	5	1

Gambar 4.5 data pemetaan strategi lama hijau ke pembagian jam dalam sehari

Berdasarkan Gambar 4.5 di atas, maka pengaturan awal strategi lama waktu hijau setiap pembagian jam dalam sehari adalah seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.2. Pengaturan ini dapat diubah oleh pengguna apabila diperlukan.

Tabel 4.2 Pemetaan lama waktu hijau setiap pembagian jam dalam sehari

Jam	Lama Lampu Hijau (Detik)			
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
00:00 – 03:59	10	10	10	10
04:00 – 04:59	15	15	15	15
05:00 – 07:59	10	30	10	30
08:00 – 09:59	15	15	15	15
10:00 – 12:59	25	25	25	25
13:00 – 14:59	15	15	15	15
15:00 – 17:59	30	10	30	10
18:00 – 21:59	25	25	25	25
22:00 – 23:59	10	10	10	10

B. Struktur data yang dikeluarkan oleh sistem pengontrol lampu lalu lintas

B.1 Data saat awal beroperasi

Saat awal beroperasi, sebuah pengontrol lampu lalu lintas harus memberikan tanda kepada pengguna jalan raya untuk berhati-hati. Ini dilakukan agar sistem pengontrol lampu lalu lintas tidak memberikan sinyal hijau atau merah secara mendadak di persimpangan, yang dapat membuat kendaraan harus berhenti secara mendadak dan bisa menimbulkan kecelakaan. Ketika awal dijalankan, maka sistem pengontrol lampu lalu lintas akan menghidupkan lampu kuning secara berkedip untuk 3 detik. Agar keadaan ini dapat dimonitor oleh pengguna, maka sistem pengontrol lampu lalu lintas yang dibangun akan mengeluarkan sebuah kode, yang dalam hal ini adalah “Y” untuk lampu kuning menyala, dan kode “Z” untuk lampu kuning mati.

B.2 Data saat lampu hijau, kuning dan semua merah menyala untuk setiap fase

Saat lampu hijau menyala untuk setiap fase harus dapat dimonitor oleh pengguna. Hitung mundur lama lampu hijau setiap fase juga harus dapat dimonitor oleh pengguna. Oleh karena itu, format data yang digunakan dalam sistem pengontrol lampu lalu lintas yang dibangun adalah seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Struktur data untuk memonitor lampu hijau dan kuning setiap fase

	Fase	Struktur data
1	Hijau	“A:sisa durasi” (Contoh: “A:19”)
	Kuning	“B:sisa durasi” (Contoh: “B:2”)
	Semua merah	“I:sisa durasi” (Contoh: “I:2”)
2	Hijau	“C:sisa durasi” (Contoh: “C:19”)
	Kuning	“D:sisa durasi” (Contoh: “D:2”)
	Semua merah	“I:sisa durasi” (Contoh: “I:2”)
3	Hijau	“E:sisa durasi” (Contoh: “E:19”)
	Kuning	“F:sisa durasi” (Contoh: “F:2”)
	Semua merah	“I:sisa durasi” (Contoh: “I:2”)
4	Hijau	“G:sisa durasi” (Contoh: “G:19”)
	Kuning	“H:sisa durasi” (Contoh: ”H:2”)
	Semua merah	“K:sisa durasi” (Contoh: “K:2”)

Dengan kode awal yang berbeda-beda, maka pengguna dapat memonitor secara *real time* kondisi dari sistem pengontrol lampu lalu lintas.

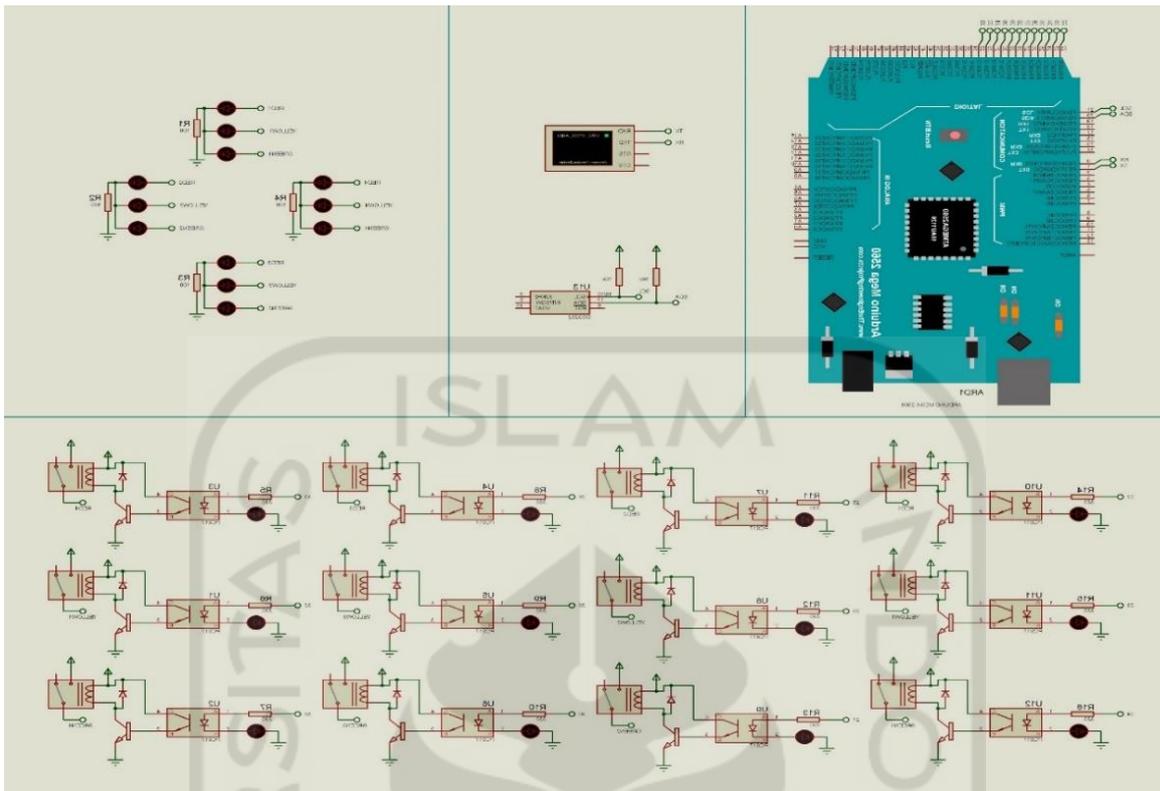
B.3 Data jam dan pengaturan dalam sistem pengontrol lampu lalu lintas

Data jam akan dibaca setiap awal siklus lampu lalu lintas, dengan struktur data “J:JJ:MM:DD”, sebagai contoh, apabila jam sekarang menunjukkan pukul 23:13:09, maka sistem pngontrol lampu lalu lintas akan mengeluarkan data “J:23:13:09. Data pengaturan dalam sistem pengontrol lampu lalu lintas akan dikeluarkan dengan format: “S:data pembagian jam dalam sehari:data strategi lama waktu hijau:data pemetaan lama waktu hijau dalam setiap pembagian jam:#”. Tanda “#” diperlukan sebagai tanda bahwa semua data pengaturan telah berhasil dikirimkan ke luar. Sebagai contoh, untuk pengaturan awal, maka data yang akan dikeluarkan oleh sistem pengontrol lampu lalu lintas adalah sebagai berikut:

“S:0:4:5:8:10:13:15:18:22:24:10:10:10:10:10:30:10:30:15:15:15:15:30:10:30:10:25:25:25:25:1:3:2:3:5:3:4:5:1:#”

4.2.3 Diagram skema sistem pengontrol lampu lalu lintas

Secara garis besar, hanya ada 3 modul yang diperlukan dalam sistem pngontrol lampu lalu lintas yang dibangun, yaitu modul prosesor, modul RTC dan modul pengendali relay. Gambar 4.6 menunjukkan diagram skema sistem pengontrol lampu lalu lintas yang dibangun sedangkan Tabel 4.4 menunjukkan detail koneksi setiap pin dari setiap modul.



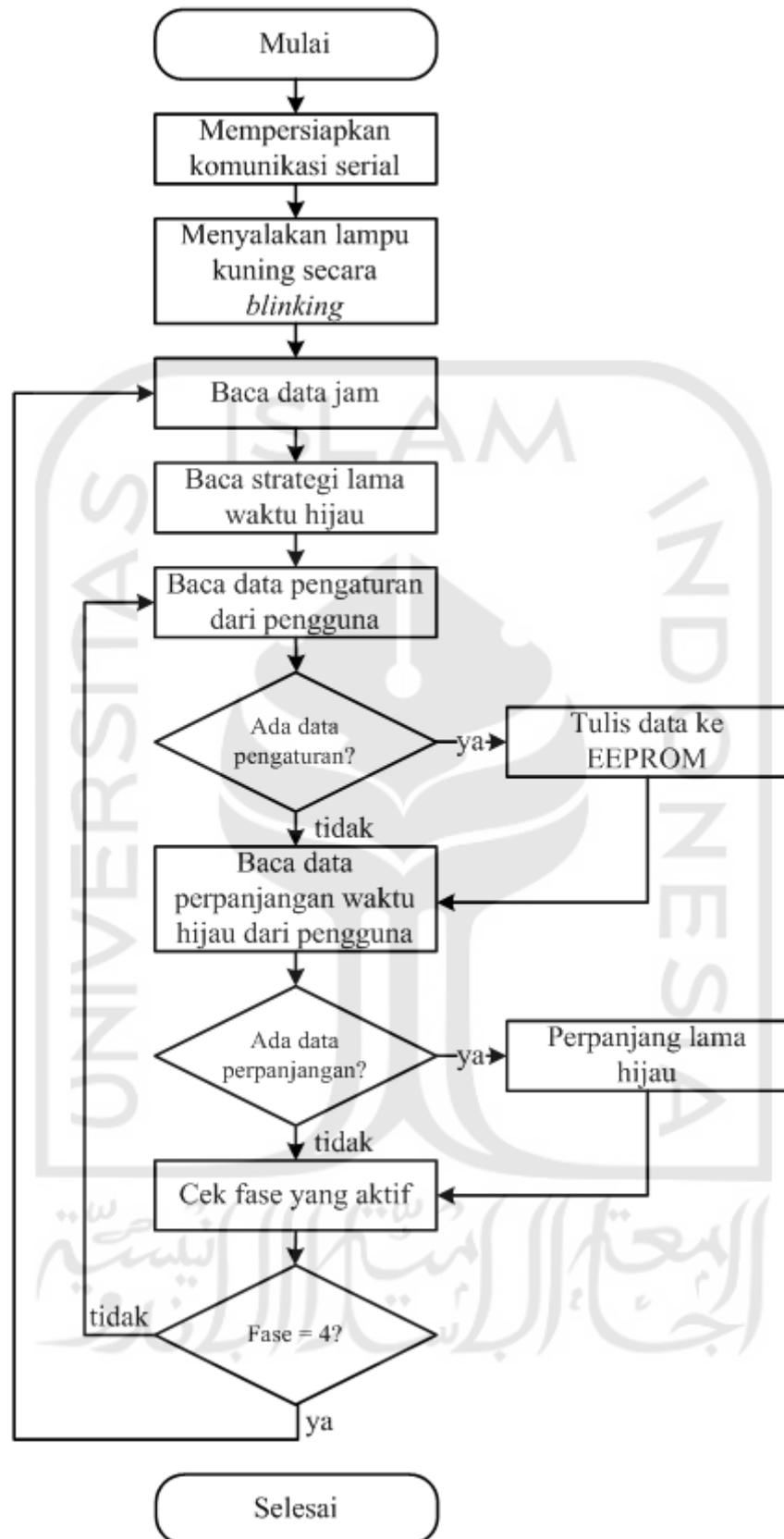
Gambar 4.6 Diagram skema sistem pengontrol lampu lalu lintas yang diusulkan

Tabel 4.4 Koneksi pin dari setiap modul

No	Pin Arduino	Modul	Rangkaian Pin
1	A0	Relay U10	VIOUT-A0
2	A1	Relay U11	VIOUT-A1
3	A2	Relay U12	VIOUT-A2
4	A3	Relay U7	VIOUT-A3
5	A4	Relay U8	VIOUT-A4
6	A5	Relay U9	VIOUT-A5
7	A6	Relay U4	VIOUT-A6
8	A7	Relay U5	VIOUT-A7
9	A15	Relay U6	VIOUT-A15
10	A14	Relay U3	VIOUT-A14
11	A13	Relay U1	VIOUT-A13
12	A12	Relay U2	VIOUT-A12
13	RX0-0	PC	RXD-TX0-0
14	TX0-1	PC	TXD-RX0 -1
15	SCL	Modul RTC	SCL-SCL 21
16	SDA	Modul RTC	SDA-SDA 20

4.2.4 Diagram alir programan sistem pengontrol lampu lalu lintas

Saat awal beroperasi, sistem pengontrol lampu lalu lintas akan menyalakan lampu kuning secara *blinking* masing-masing 3 detik. Kemudian sistem pengontrol lampu lalu lintas akan mulai membaca data jam. Kemudian, berdasarkan data jam, sistem pengontrol lampu lalu lintas akan membaca data strategi lama waktu hijau dan mulai mengontrol modul relay untuk mengontrol lampu lalu lintas sesuai dengan strategi lama waktu hijaunya. Ketika sistem pengontrol lampu lalu lintas mengontrol modul relay, sistem pengontrol lampu lalu lintas tersebut juga mengaktifkan interupsi untuk memonitor data yang dimasukkan oleh pengguna. Data tersebut adalah bisa berupa data pengaturan baru (yang meliputi pengaturan interval jam dalam sehari, pengaturan lama waktu hijau untuk setiap strategi dan pemetaan strategi lama waktu hijau untuk setiap interval jam dalam sehari), atau bisa berupa data tambahan waktu hijau untuk fase yang sedang mendapat sinyal hijau. Fitur ini digunakan untuk melakukan antar muka dengan sensor kendaraan untuk mensukses strategi lama waktu hijau yang terkendali kendaraan. Gambar 4.7 menunjukkan diagram alir program sistem pengontrol lampu lalu lintas yang diusulkan.



Gambar 4.7 Diagram alir program arsitektur terbu

4.2.5 Struktur data dari pengguna

Struktur data dari pengguna dapat dilihat dalam Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Struktur data dari pengguna

Perintah	Struktur Data	Contoh Data	Arti
Lama hijau fase berikutnya	“HXX”	H25	Lama hijau fase berikutnya diset 25 detik
Memperpanjang lama hijau fase sekarang	“TXX”	T13	Hitung turun fase sekarang ditambah 13 detik
Memutus hubungan dengan sistem kontrol lampu lalu lintas	“X”	X	Menghentikan aliran data serial dari sistem pengontrol lampu lalu lintas ke komputer
Menyambung hubungan dengan sistem kontrol lampu lalu lintas	“O”	O	Menyambung aliran data serial dari sistem pengontrol lampu lalu lintas ke komputer
Meminta data pengaturan	“S”	S	Meminta semua data pengaturan yang ada dalam sistem pengontrol lampu lalu lintas
Pembagian interval jam dalam sehari	“LX:X:X:...”	L0:4:5:8:10:13:15:18:22:24	Mengubah pengaturan interval jam dalam sehari
Mengubah lama waktu hijau	“MX:X:X:...”	M 10:10:10:10:10:30:10:30:15:15:15:15	Mengubah lama waktu hijau untuk semua strategi
Mengubah pemetaan lama waktu hijau ke	“NX:X:X:...”	N 1:3:2:3:5:3:4:5:1	Mengubah pemetaan lama waktu hijau ke

Perintah	Struktur Data	Contoh Data	Arti
interval jam dalam sehari			interval jam dalam sehari

Semua perintah dalam Tabel 4.5 di atas dapat langsung direspon oleh sistem pengontrol lampu lalu lintas tanpa harus menunggu siklus lampu lalu lintas berikutnya. Dengan demikian, maka sistem pengontrol lampu lalu lintas yang diusulkan sudah mendukung perkembangan sistem pengontrol lampu lalu lintas di masa yang akan datang.

