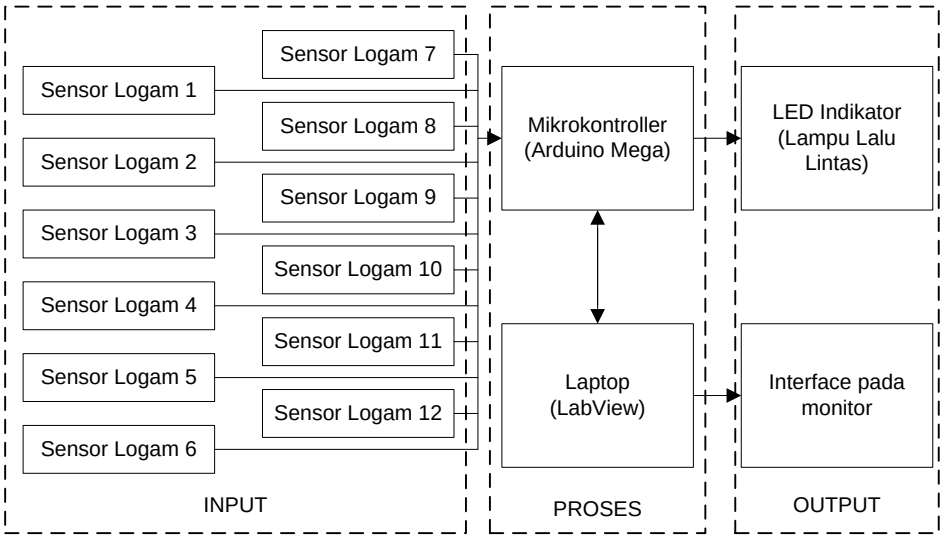
BAB III

PERANCANGAN ALAT

Bab ini akan membahas mengenai perancangan alat secara berurutan dimulai dari alur kerja yang digambarkan oleh blok diagram sistem, kemudian pemilihan jenis komponen, perancangan *hardware* dilanjutkan dengan *software*.

3.1 Blok Diagram

Dalam merancang sebuah sistem, diperlukan suatu gambaran dasar alur kerja secara keseluruhan dengan cara membuat blok diagram agar proses perancangan dapat sesuai dengan sistem yang dikehendaki, berikut ialah blok diagram sistem pada alat yang akan dirancang pada tugas akhir ini.



Gambar 3.1 Blok diagram *embedded traffic system*

Berdasarkan blok diagram di atas, proses kerja dari alat yang sedang dirancang ini diawali dengan pendeteksian pada sensor logam (input). Sensor logam ini akan mendeteksi seberapa panjang antrian pada suatu ruas jalan dengan cara mengetahui sensor mana saja kah yang aktif pada ruas jalan tersebut yang

kemudian akan dikelompokkan menjadi 3 kelompok. Apakah termasuk pada kelompok pertama (sedikit), atau kelompok kedua (sedang), maupun kelompok ketiga (padat). Setelah diketahui sensor-sensor mana yang aktif, kemudian sensor tersebut akan memberikan informasi pada mikrokontroler (dalam tugas akhir ini jenis yang digunakan ialah arduino mega 2560). Mikrokontroler akan saling berkomunikasi dengan laptop (*LabVIEW*) untuk menetukan seberapa padatkah antrian pada ruas tersebut (proses) bersamaan dengan menampilkan informasi pada *interface* yang ada di layar monitor laptop (*interface* akan menampilkan seluruh proses yang terjadi di persimpangan jalan).

Kemudian setelah diketahui seberapa padat antrian pada ruas jalan tersebut maka proses selanjutnya ialah memberikan output berupa penghidupan lampu lalu lintas untuk memberikan perintah pada pengguna jalan, baik itu maju (hijau) atau hati-hati (kuning) ataupun berhenti (merah). Penghidupan lampu tersebut pada masing-masing ruas jalan diatur berdasarkan ruas manakah yang antrian kendaraannya paling padat sehingga tidak akan terjadi penumpukkan kendaraan yang terlalu panjang di setiap ruasnya (output).

Agar lebih jelas mengenai bagian-bagian dari blok diagram di atas, berikut uraian mengenai fungsi dari masing-masing bagian utama pada blok diagram sistem lalu lintas.

3.1.1 Bagian masukan (input)

Pada bagian input terdiri dari 12 sensor logam yang dibagi menjadi 4 kelompok ruas jalan. Masing-masing ruas jalan memiliki 3 sensor yang berfungsi memberikan informasi untuk memutuskan apakah ruas tersebut sedikit, sedang,

atau padat. Sensor logam ini akan bekerja dengan cara mendeteksi keberadaan logam di sekitar lingkup jangkauan sensor, keberadaan logam akan mengganggu kestabilan medan elektromagnet yang dihasilkan oleh kumparan pada sensor logam sehingga tegangan pada sensor akan berubah-ubah dan hal itu dapat dilihat pada layar *interface*.

3.1.2 Bagian pemroses (proses)

Proses dilakukan oleh mikrokontroler dan *LabVIEW* pada laptop. Kedua komponen ini memiliki keterkaitan yang cukup erat karena untuk dapat memproses data yang didapatkan dari input sensor, keduanya akan saling bertukar data yang dimilikinya masing-masing.

Untuk mikrokontroler sendiri akan memberikan data kepada *LabVIEW* untuk ditampilkan pada layar *interface* sebagai proses monitoring persimpangan, dan sebaliknya *LabVIEW* pun memberi masukan untuk ditampung di mikrokontroler sebagai pempertimbangan keputusan lamanya waktu penyalaan lampu pada persimpangan. Proses pertukaran data tersebut dilakukan melalui jalur komunikasi serial yang dimiliki mikrokontroler (dalam hal ini arduino mega) serta penghubung antara *LabVIEW* dengan arduino agar dapat berkomunikasi satu sama lain menggunakan *LabVIEW Interface For* Arduino (LIFA).

3.1.3 Bagian keluaran (output)

Output dihasilkan dari proses mengolah data yang didapatkan dari sensor yang diproses sedemikian rupa sehingga menghasilkan suatu perintah untuk melakukan sesuatu. Perintah yang dihasilkan tersebut berupa penyalaan lampu-lampu lalu lintas yang berada pada tiap-tiap ruas jalan pada persimpangan, dalam

hal ini lampu led yang ada pada *hardware*. Seperti pada blok diagram di atas, output terdiri dari led indikator lampu lalu lintas pada *hardware* dan *interface* pada monitor. Kemudian pada bagian monitoringnya akan menampilkan informasi proses-proses yang sedang terjadi pada persimpangan mulai dari menampilkan panjangnya antrian masing-masing ruas jalan, kemudian menampilkan kondisi lampu lalu lintas saat itu serta indikator pendukung lainnya.

3.2 Pemilihan Jenis Komponen

Langkah awal dalam melakukan suatu perancangan alat atau merancang *hardware* ialah menentukan komponen yang tepat sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan oleh sistem tersebut. Dalam perancangan alat ini, terdiri dari beberapa komponen yang akan dipilih diantaranya.

a. (INPUT) kumparan dan driver sensor logam

- Kawat koil/ induktor



Gambar 3.2 Kawat koil

Kawat yang terlihat pada gambar di atas ialah kawat yang biasanya digunakan dalam lilitan pada speaker audio ataupun lilitan pada

motor listrik. Kawat tersebut dibuat dari tembaga yang dilapisi email pada sisi luarnya. Kawat ini akan menghasilkan medan elektromagnet apabila dibentuk menjadi sebuah kumparan dan dialiri arus listrik. Untuk jumlah lilitannya pun penentuannya mirip seperti lilitan pada transformator

$$\frac{N1}{N2} = \frac{V1}{V2}$$

N1 = lilitan primer, N2 = lilitan sekunder, V1 = tegangan input dan V2 = tegangan output.

Bila diketahui nilai V1=5v dan ingin mendapatkan output V2 sebesar 3v dan diasumsikan N2=55 lilitan, maka dilakukan perhitungan seperti berikut.

$$\frac{N1}{55} = \frac{5}{3} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

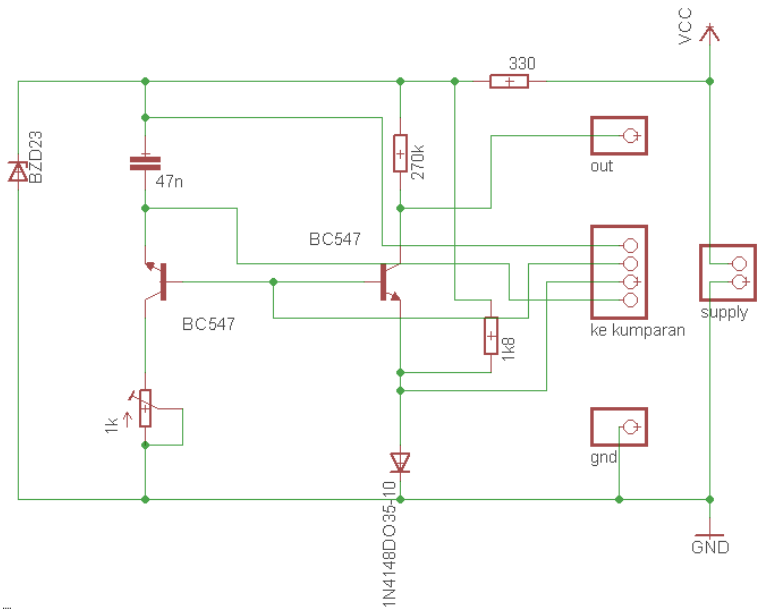
$$N1 = \frac{5 \times 55}{3} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$N1 = 91{,}6\ dibulatkan\ menjadi\ 90 \ldots\ldots (3)$$

Dari hasil di atas didapatkan nilai N1=90 dan N2=55 dan digunakan untuk menentukan jumlah lilitan pada pembuatan kumparan. Sedangkan diameter kumparan berukuran 5cm disesuaikan berdasarkan keperluan, dalam hal ini disesuaikan dengan ukuran miniatur lalu lintas. Nilai-nilai asumsi di atas dihasilkan dari percobaan secara langsung dalam pembuatan.

- Rangkaian driver sensor logam

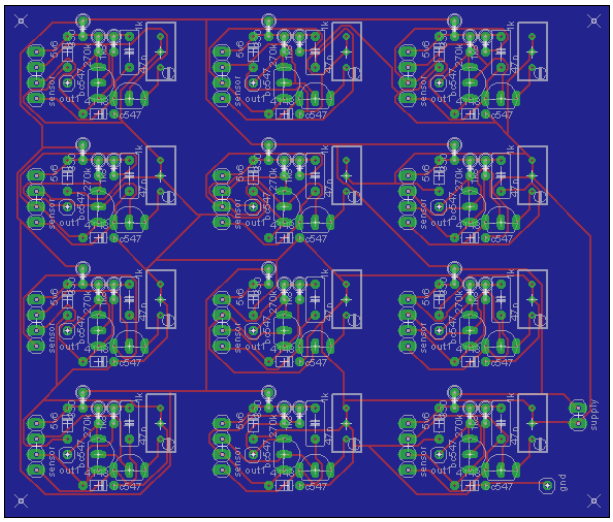
  Pada perancangan miniatur lalu lintas ini dibutuhkan suatu input berbentuk sensor yang dapat mendeteksi panjangnya antrian kendaraan pada masing-masing jalur. Oleh karena itu digunakanlah sensor logam karena dapat mendeteksi keberadaan kendaran (mobil) yang memiliki unsur logam didalamnya (*body* dan *chassis*). Driver sensornya sendiri dirancang sedemikian rupa agar dapat mendeteksi secara sempurna serta dengan menggunakan komponen yang cocok dan lebih efisien.



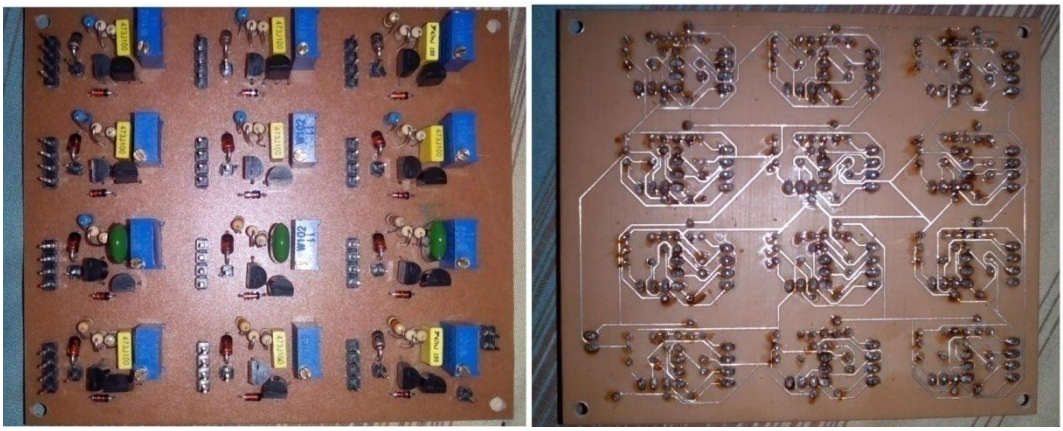
Gambar 3.3 Skema driver sensor logam

Rangkaian driver ini berfungsi sebagai otak dari keseluruhan modul sensor dengan fungsi utama yaitu untuk mengatur tingkat sensitivitas dan lingkup jangkauan yang dapat dicapai oleh sensor. Bentuk dari driver ini berupa papan pcb dengan komponen-komponen pendukung seperti variabel resistor, dioda, resistor, kapasitor, dan transistor. Driver ini akan dihubungkan dengan

mikrokontroler agar dapat mengirimkan informasi dari hasil pendeteksian. Untuk PCB *view* dan bentuk jadi dari driver sensor ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.4 PCB *view* driver sensor logam



(a) (b)

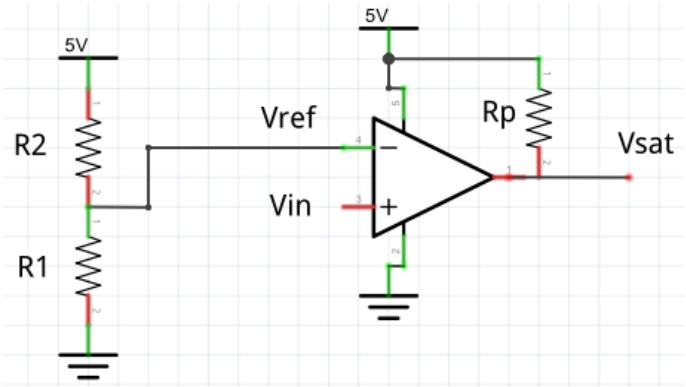
Gambar 3.5 Bentuk pcb driver

Pada gambar di atas terdapat macam-macam komponen diantaranya trimpot, dioda, transistor, kapasitor dan resistor. Untuk pemilihannya sendiri, komponen yang digunakan adalah komponen standar dikarenakan jenis komponen diatas tidak memiliki banyak

perbedaan dengan seri-seri semacamnya. Kembali ke rangkaian tadi, output yang dihasilkan dari rangkaian di atas ialah gelombang elektromagnet yang konstan, akan tetapi apabila pada bagian coil/induktor didekatkan dengan benda yang mengandung unsur logam maka gelombang elektromagnet yang dihasilkan akan berubah. Perubahan tersebutlah yang akan dijadikan sebagai input menuju pin analog dari mikrokontroler arduino.

- Rangkaian komparator

  Output yang dihasilkan dari driver sensor tegangannya mengalami fluktuasi, sehingga sulit untuk diketahui apakah output dari sensor tersebut dalam kondisi "*high*" atau "*low*". Oleh karena itu ditambahkan suatu rangkaian komparator yang berfungsi sebagai pembanding antara output dari driver sensor tadi dengan tegangan yang ditentukan sebagai referensi. Untuk rangkaian komparator yang digunakan pada perancangan alat ini ialah rangkaian komparator jenis non-*inverting* dengan menggunakan IC LM393. Bentuk rangkaiannya adalah seperti gambar berikut ini.



Gambar 3.6 Rangkaian komparator yang digunakan

Dalam menentukan tegangan referensinya dibutuhkan rangkaian pembagi tegangan yang terdiri dari dua resistor rang dihubungkan secara seri dan masing-masingnya dihubungkan ke Vcc dan Gnd. Kemudian karena output sensor berfluktuasi antara 1.4v-3.8v maka tegangan yang dijadikan referensi adalah nilai tengahnya yaitu 2.6v dan nilai R1 yang akan digunakan ialah sebesar 1.2KΩ serta tegangan Vcc=4.8v, sehingga bila dilakukan proses perhitungan menggunakan rumus pembagi tegangan yaitu

$$\frac{R1}{R1+R2} \times Vcc = Vref \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\frac{1200}{1200+x} \times 4.8 = 2.6 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$1200 \times 4.8 = 2.6 \times (1200 + x) \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

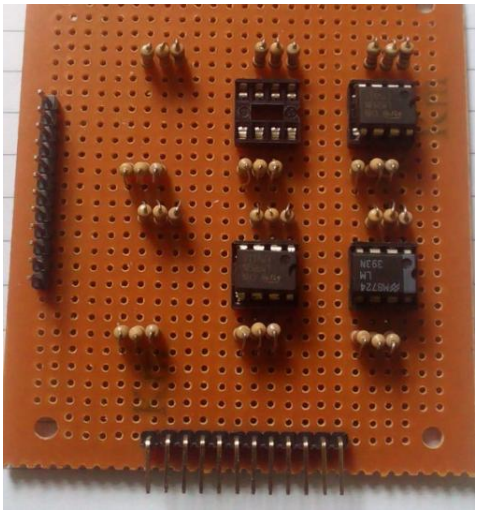
$$\frac{1200 \times 4.8}{2.6} = 1200 + x \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$\frac{1200 \times 4.8}{2.6} - 1200 = x \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$1015.38 = x \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan nilai R2 sebesar 1015.38Ω yang mendekati nilai 1KΩ

Sehingga nilai R1=1.2KΩ dan R2=1KΩ sedangkan nilai untuk resistor *pull up* yang digunakan ialah sebesar 1MΩ yang dihasilkan dari proses percobaan berulang secara praktik. Rangkaian yang sedang dibuat dalam bentuk pcb adalah seperti gambar berikut ini.



Gambar 3.7 Modul komparator yang sedang dibuat

Banyaknya IC komparator yang digunakan yaitu 6buah karena masing-masing komparator memiliki 2buah Op-amp didalamnya dan dibutuhkan 12buah Op-amp sesuai dengan jumlah sensor yang digunakan.

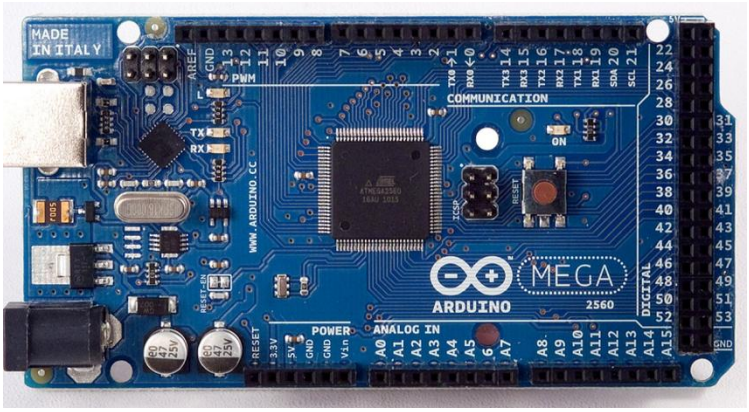
b. (PROSES) Mikrokontroler arduino

Mikrokontroler pada tugas akhir ini merupakan perangkat pengolah data yang akan menghasilkan suatu output untuk diteruskan menuju led sebagai lampu lalu lintas. Pemilihan jenis mikrokontroler pun harus sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan oleh alat yang akan dirancang ini. Salah satunya yaitu memiliki jumlah analog I/O lebih dari atau sama dengan 12 pin, karena pin ini dibutuhkan untuk menghubungkan antara sensor logam dengan mikrokontroler itu sendiri. Kemudian jumlah digital I/O lebih dari atau sama dengan 13 pin, 12 pin digunakan sebagai output menuju lampu lalu lintas dan 1 pin sebagai indikator.

Tabel 3.1 Tabel perbandingan mikrokontroler

Name	Processor	Operating voltage	CPU speed	Analog in/out	Digital IO/PWM	EEPROM (KB)	SRAM (KB)	Flash (KB)	USB
Mega 2560	ATmega 2560	5V/7-12V	16MHz	16/0	54/15	4	8	256	Regular
Uno	Atmega328P	5V/7-12V	16MHz	6/0	14/6	1	2	32	Regular

Berdasarkan hasil perbandingan di atas, dan setelah mempertimbangkan kedua jenis tersebut maka yang paling memenuhi syarat ialah arduino mega 2560. Mega 2560 dipilih karena memiliki analog I/O sebanyak 16 pin sehingga mencukupi, sedangkan arduino uno hanya memiliki 6 pin. Untuk spesifikasi lainnya dari segi Digital I/O, EEPROM, SRAM dan Flash memory arduino mega lebih unggul sehingga mikrokontroler Arduino Mega 2560 adalah jenis yang paling cocok dalam tugas akhir ini.



Gambar 3.8 Mikrokontroler arduino mega

c. (PROSES) Laptop dan *LabVIEW*

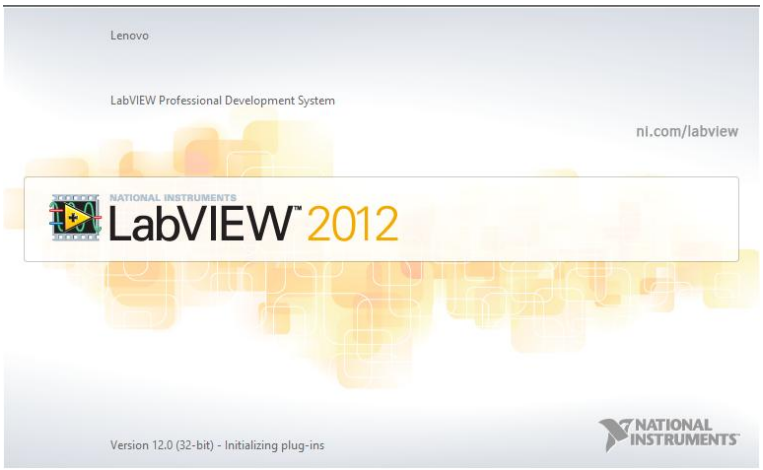
Alasan utama dilakukan penambahan laptop pada perancangan tugas akhir ini dikarenakan proses pengujian sistem dari pengambilan keputusan pada lampu lalu lintas harus mengunakan simulasi program dengan animasi mobil, agar kita dapat menganalisa dan mengetahui seberapa baikkah sistem yang kita bangun terhadap perubahan lalu lintas

yang mendekati karakteristik lalu lintas aslinya. Oleh karena itu untuk menampilkan simulasi program miniatur lalu lintas dibutuhkan sebuah komputer/laptop.



Gambar 3.9 Laptop yang digunakan

Untuk jenis laptop sendiri tidak diharuskan menggunakan laptop dengan spesifikasi yang tinggi. Laptop jenis apapun dapat digunakan dengan syarat mampu menjalankan minimal program *LabVIEW* 2009 ke atas yang akan dipakai sebagai program simulasi miniatur lalu lintas. Sedangkan untuk jenis *LabVIEW* yang akan digunakan pada tugas akhir ini ialah *LabVIEW* 2012 yang sudah terinstal LIFA.



Gambar 3.10 *LabVIEW* 2012

d. (OUTPUT) Led merah, kuning dan hijau

Light Emitting Diode atau sering kita sebut dengan sebutan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya ketika diberikan tegangan. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada *Remote Control* TV ataupun *Remote Control* perangkat elektronik lainnya.



Gambar 3.11 Lampu LED

Lampu LED ini digunakan sebagai indikator dari lampu lalu lintas yang akan dipasang pada masing-masing ruas jalan. Masing-masing dari ruas jalan terdiri dari 3 buah led berukuran 3mm yaitu hijau untuk maju, kemudian kuning untuk berhati-hati, dan merah untuk berhenti. Lamanya penyalaan tiap-tiap LED tergantung dari banyaknya jumlah antrian kendaraan pada ruas jalan tersebut, LED mendapat instruksi untuk menyala sekian detik dari mikrokontroler dan laptop sebagai

pemroses. Dan pada intinya, LED adalah satu-satunya output pada *hardware* yang digunakan pada perancangan tugas akhir ini.

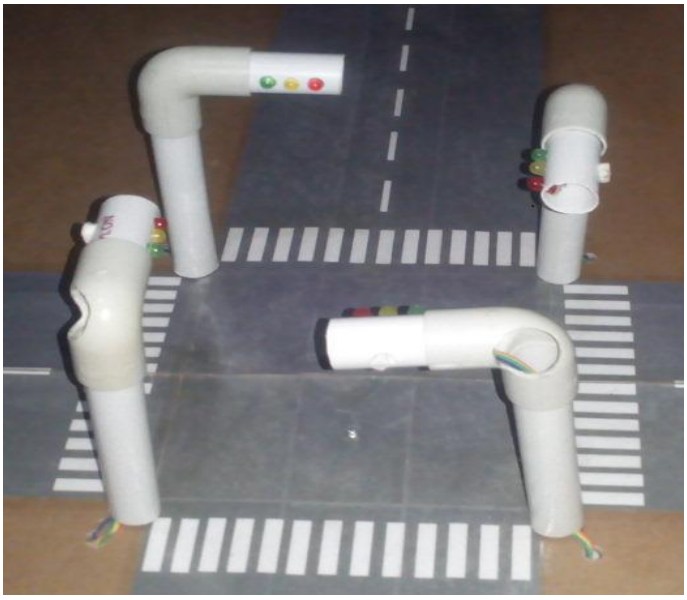
3.3 Perancangan *Hardware*

Hardware yang digunakan pada tugas akhir ini terdiri dari miniatur lalu lintas yang terbuat dari papan akrilik berukuran 70cm dan ketebalan 2mm berbentuk persegi yang di desain sedemikian rupa sehingga membentuk suatu miniatur persimpangan. Kemudian untuk bagian lampu lalu lintasnya, menggunakan tiang yang terbuat dari pipa berwarna putih dengan 3 buah led masing-masing di dalamnya. Untuk desain awal adalah seperti berikut.



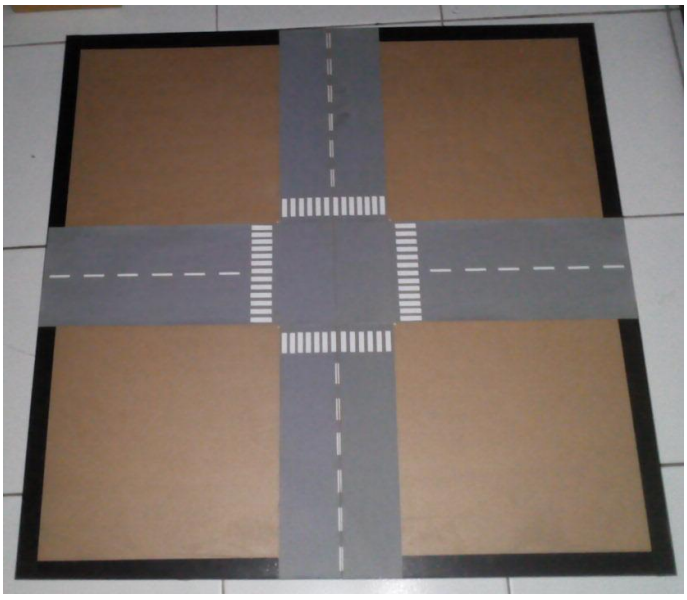
Gambar 3.12 Papan akrilik

Papan tersebut digunakan sebagai alas dari persimpangan lalu lintas yang akan dibuat. Kemudian untuk tiang dari lampu lalu lintas terbuat dari pipa yang dipotong dan dibentuk seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 3.13 Tiang lampu lalu lintas

Tiang yang telah dirangkai seperti tampak pada gambar di atas, akan dipasangkan dengan alas persimpangan tadi namun sebelumnya papan akan di desain sehingga mirip dengan persimpangan lalu lintas biasanya. Berikut adalah tampilan papan alas setelah didesain.



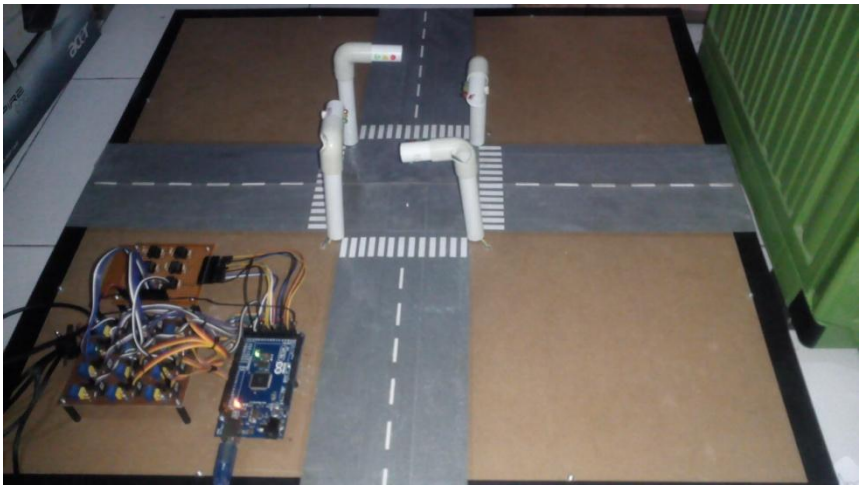
Gambar 3.14 Papan setelah didesain

Setelah papan selesai didesain serta tiang lampu lalu lintas selesai dirakit, maka selanjutnya adalah penggabungan keduanya. Tiang akan dihubungkan dengan papan akrilik dengan menggunakan baut dan mur sebagai penyangga agar tiang berdiri kokoh.



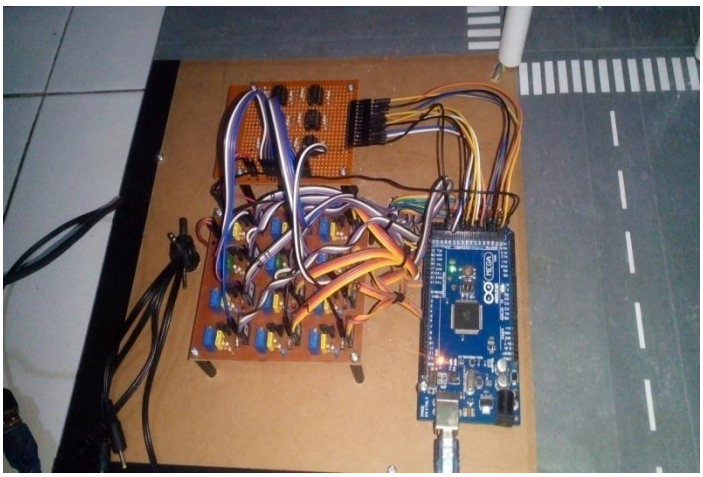
Gambar 3.15 Desain awal tiang dan papan persimpangan

Gambar diatas adalah tampilan setelah tiang selesai dipasangkan dengan papan alas. Langkah selanjutnya ialah menambahkan mikrokontroler dan laptop sebagai pemroses pada perancangan *hardware* ini. Setelah *hardware* hampir selesai dirancang, maka akan terlihat seperti gambar di bawah ini.



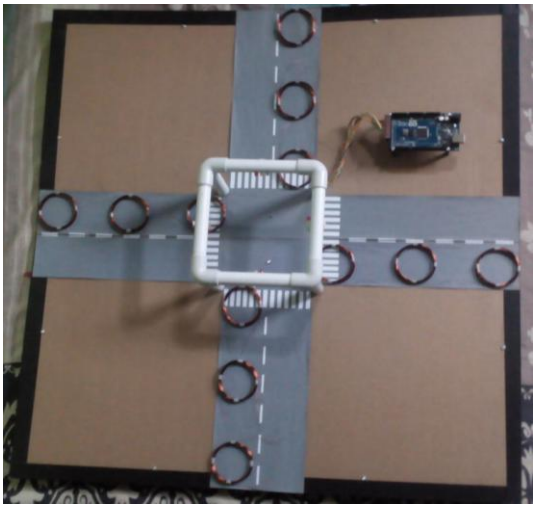
Gambar 3.16 Desain sebagian *hardware*

Dalam pemasangan mikrokontroler arduino agar terhubung satu sama lain dengan laptop dan lampu lalu lintas serta sensor, maka dilakukan installasi pengkabelan yang tampak seperti skematik dibawah ini.



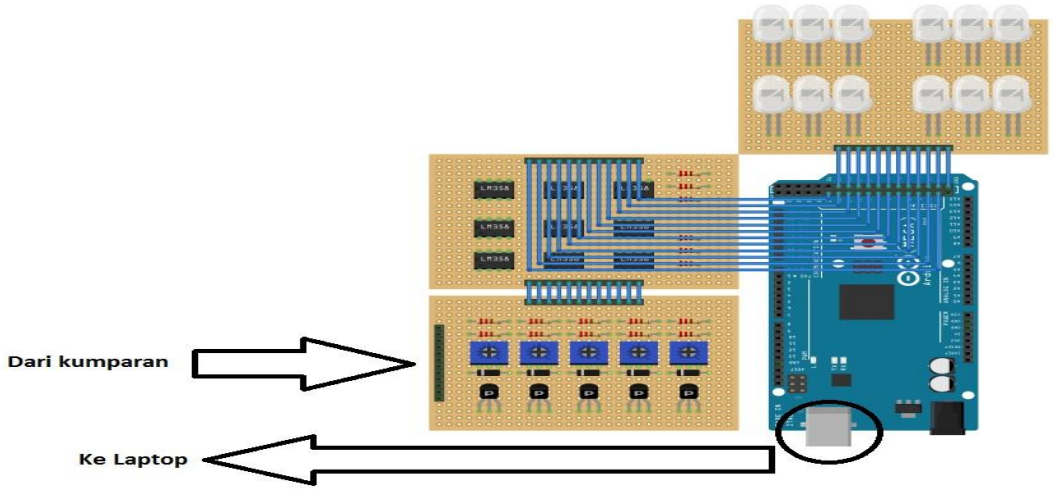
Gambar 3.17 Pengkabelan sensor dan LED

Sedangkan untuk penempatan posisi sensor logam pada masing ruas jalan terdiri dari 3 sensor dengan jarak yang disesuaikan agar pendeteksian panjang antrian kendaraan dapat terukur secara sempurna dan tertanam di bawah jalan aspal seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.18 Penempatan posisi sensor

Untuk skematik rangkaian yang digunakan pada miniatur lalu lintas dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.19 Skema rangkaian

Tabel 3.2 Tabel Alokasi Pin Arduino untuk LED

Pin Arduino	Fungsi I/O	Keterangan
Gnd	-	Ground
D31	Output	LED Hijau Utara
D33	Output	LED Kuning Utara
D35	Output	LED Merah Utara
D37	Output	LED Hijau Barat
D39	Output	LED Kuning Barat
D41	Output	LED Merah Barat
D43	Output	LED Hijau Timur
D45	Output	LED Kuning Timur
D47	Output	LED Merah Timur
D49	Output	LED Hijau Selatan
D51	Output	LED Kuning Selatan
D53	Output	LED Merah Selatan

Tabel 3.3 Tabel Alokasi Pin Arduino untuk input

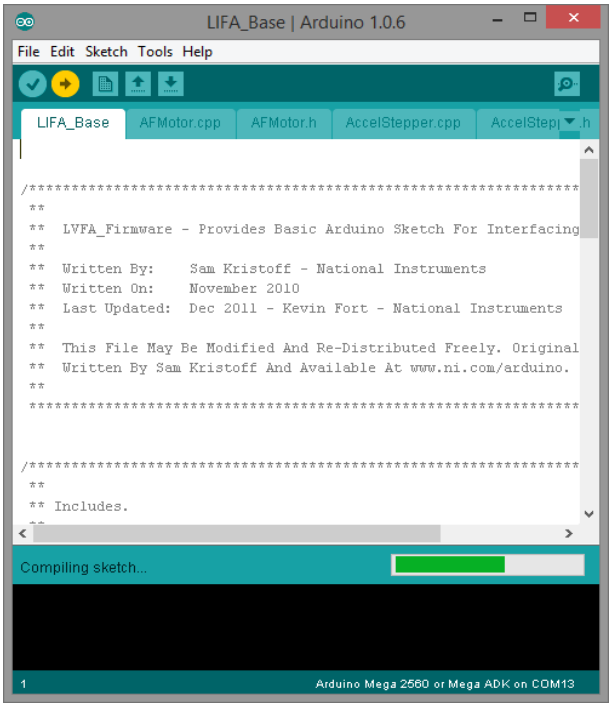
Pin Arduino	Fungsi I/O	Keterangan
D30	Input	Sensor 1 Utara
D32	Input	Sensor 2 Utara
D34	Input	Sensor 3 Utara
D36	Input	Sensor 1 Barat
D38	Input	Sensor 2 Barat
D40	Input	Sensor 3 Barat
D42	Input	Sensor 1 Timur
D44	Input	Sensor 2 Timur
D46	Input	Sensor 3 Timur
D48	Input	Sensor 1 Selatan
D50	Input	Sensor 2 Selatan
D52	Input	Sensor 3 Selatan

3.4 Perancangan *Software*

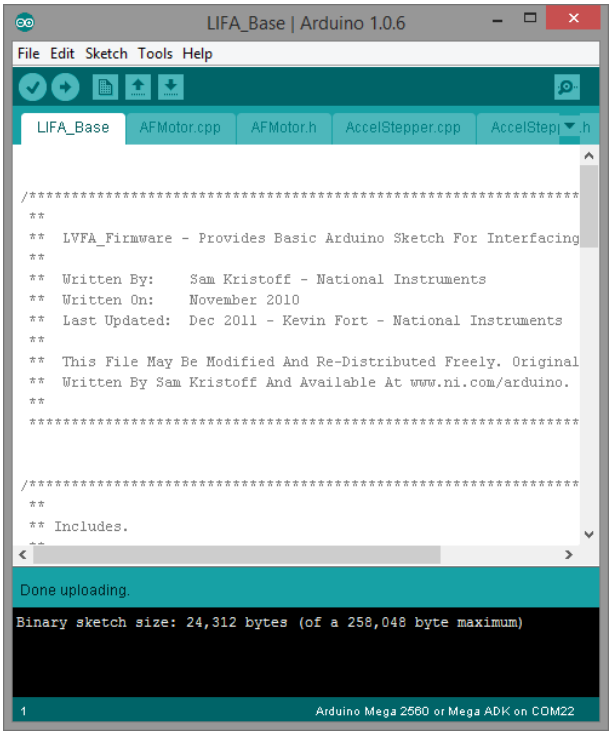
Dalam melakukan kegiatan pengolahan data diperlukan perangkat lunak yang secara cerdas dapat memproses data yang didapatkan dari sensor yang dijadikan sebagai input, sehingga menghasilkan suatu output sebagai hasil akhir dari rancangan alat yang dibuat. Dalam hal ini yang disebut sebagai software ialah program yang di download ke dalam mikrokontroler dan *interface* yang dibuat menggunakan *LabVIEW* pada komputer/laptop.

Salah satu perangkat lunak yang penting digunakan dalam merancang alat ini ialah LIFA yang terdiri dari file .vi yang ada pada *LabVIEW* serta .ino yang akan di download ke dalam arduino. Untuk file .vi digunakan pada blok diagram di dalam program *LabVIEW* sebagai penghubung mikrokontroler arduino dengan *LabVIEW* atau dapat disebut dengan istilah penerjemah di pihak *LabVIEW*. Sedangkan untuk file .ino sendiri adalah penerjemah di pihak arduino sehingga antara arduino dengan *LabVIEW* dapat saling berkomunikasi satu sama lain. File .ino tersebut dimasukan ke dalam mikro dengan cara di download menggunakan

IDE program bawaan arduino. Bahasa yang digunakan pada sketch arduino/ file .ino tadi ialah C+ arduino yang memiliki kepiripan dengan bahasa pemrograman C++ namun C+ arduino mengalami beberapa modifikasi dari C++. Selanjutnya ialah proses downloading sketch ke dalam arduino yang ditunjukkan oleh gambar berikut.



Gambar 3.20 Proses download LIFA ke arduino



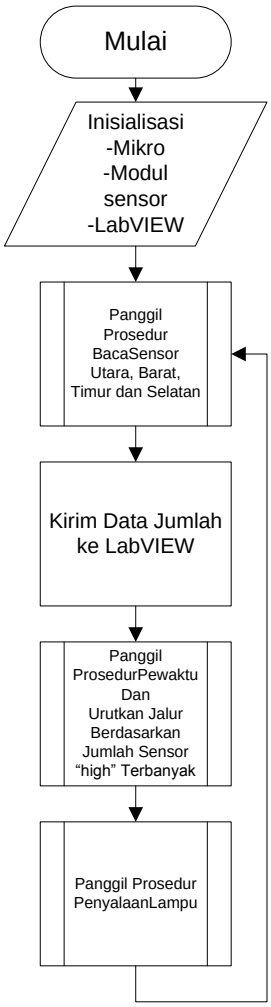
Gambar 3.21 Download LIFA ke arduino selesai

Seperti dijelaskan pada bahasan di atas, perancangan software terdiri dari program LIFA pada arduino serta *interface* pada *LabVIEW* sebagai *interface monitoring* maka selanjutnya ialah merancang bagian *interface* sebagai alat monitoring serta simulasi seperti ditunjukkan pada gambar berikut contoh *interface* yang telah dirancang sebelumnya.



Gambar 3.22 *Interface* pada *LabVIEW*

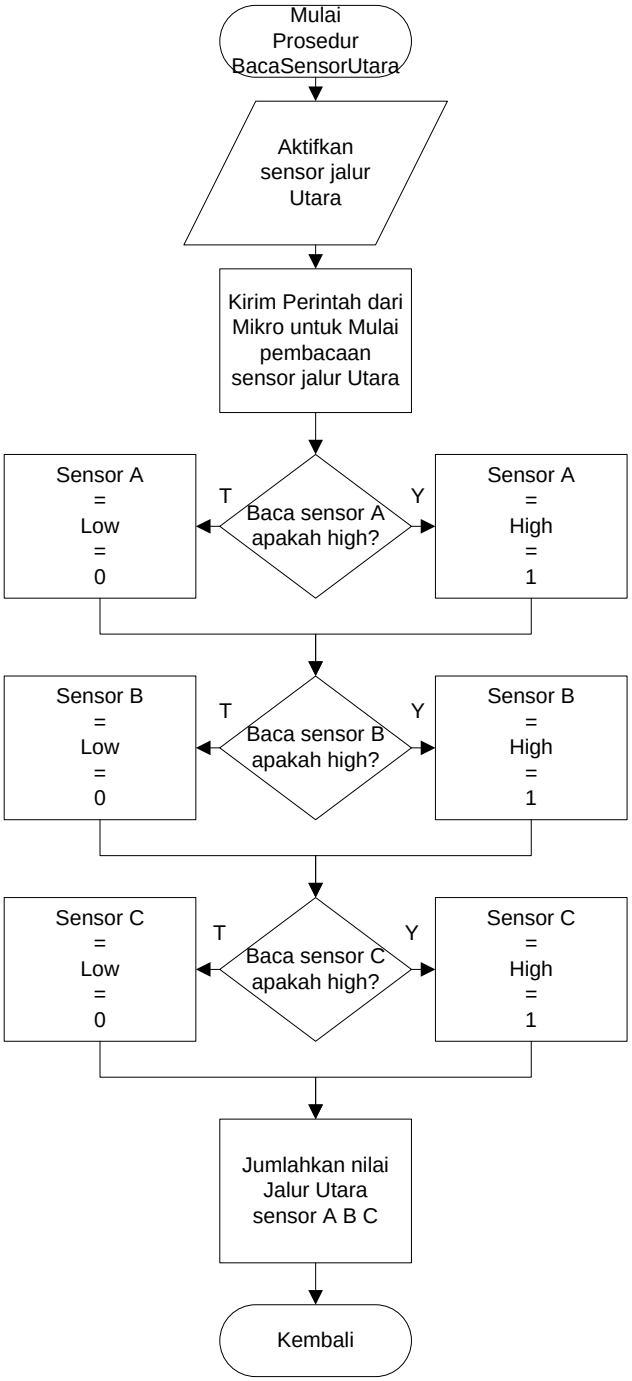
Program-program di atas memiliki peran yang sangat penting dalam perancangan alat ini, karena program tadi bertugas untuk memproses data yang masuk kemudian diproses hingga menghasilkan suatu instruksi penyalaan lampu lalu lintas. Secara singkatnya ialah sensor mendeteksi keberadaan mobil kemudian diteruskan menuju mikrokontroler dan komputer untuk ditampilkan pada monitor serta menlakukan penyalaan lampu-lampu. Langkah kerja atau alur secara beruntun terdapat pada flowchart berikut.



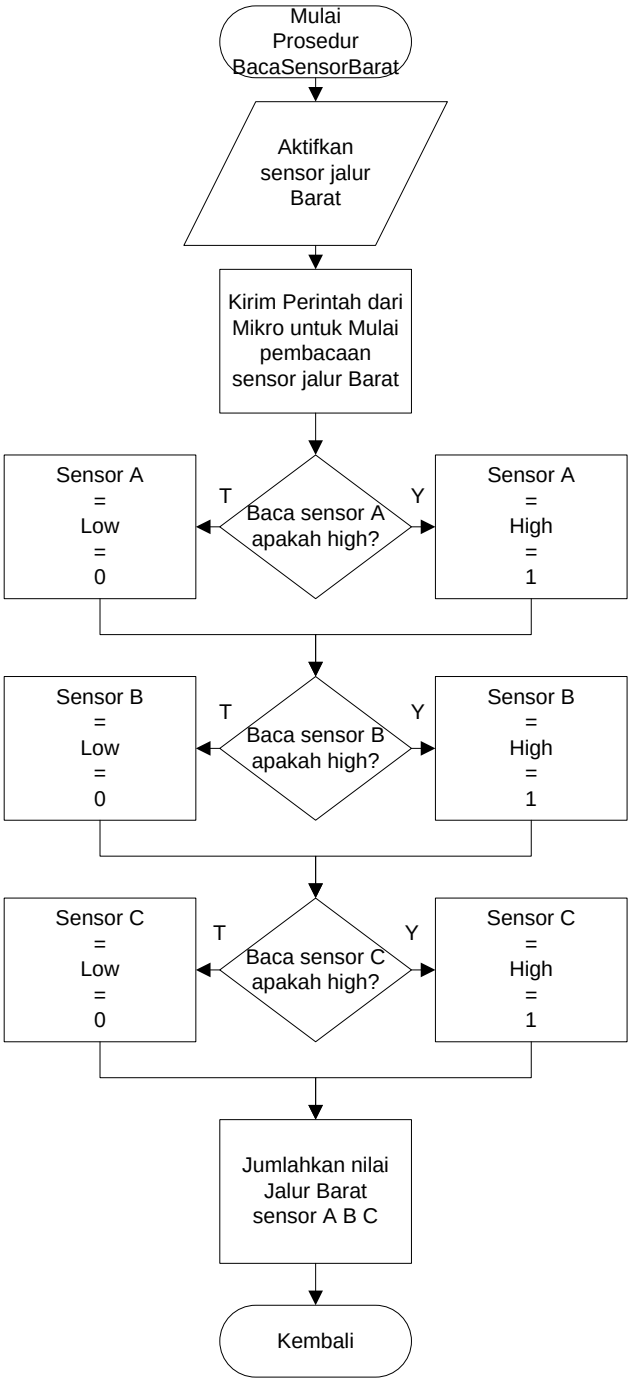
Gambar 3.23 Diagram *Embedded Traffic System*

Diagram di atas menjelaskan secara singkat langkah-langkah yang dilakukan dimulai dari inisialisasi mikrokontroler dan sensor, kemudian proses pendeteksian kendaraan dilanjutkan dengan pengiriman data menuju LabVIEW untuk diproses agar dapat mengetahui jalur mana yang terpanjang dan yang harus didahulukan dengan lamanya penyalaan lampu berdasarkan panjangnya antrian kendaraan di masing-masing jalur.

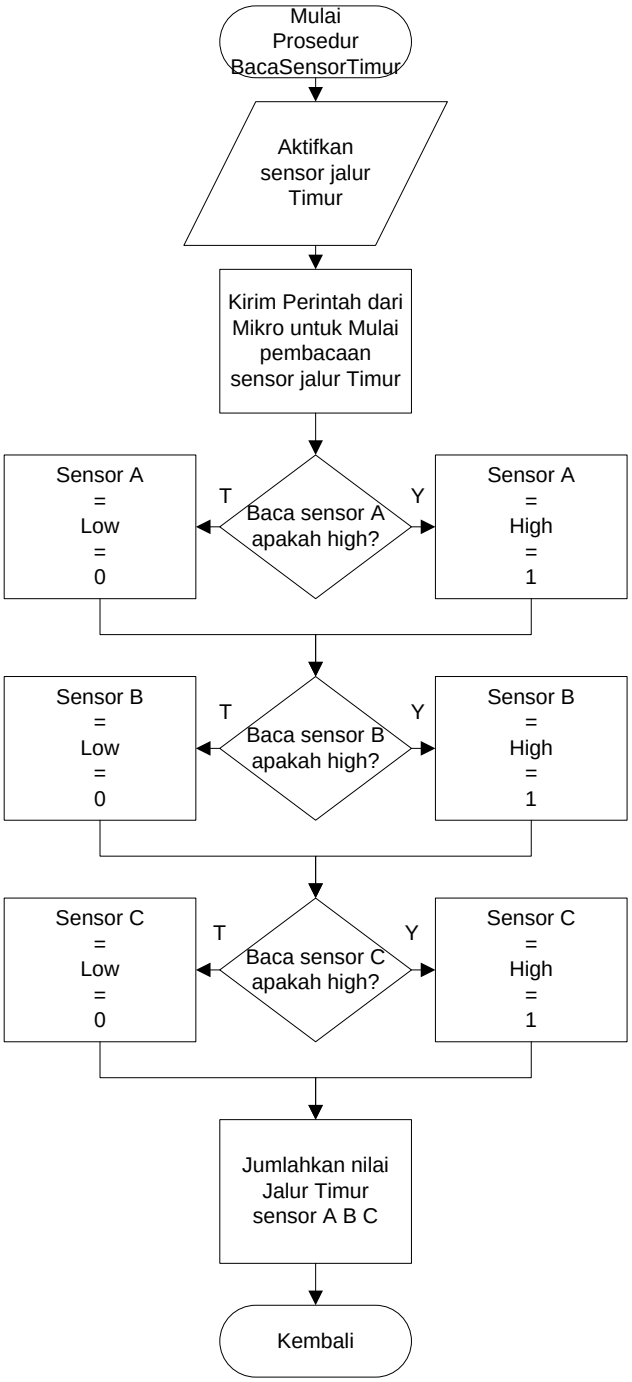
Untuk diagram alir yang lebih detil, berikut dilampirkan diagram proses tahap demi tahap mengenai proses input data dari sensor kemudian pemrosesan data hingga menghasilkan suatu output. Agar lebih jelas mengenai apa yang di bahas pada diagram sebelumnya dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah.



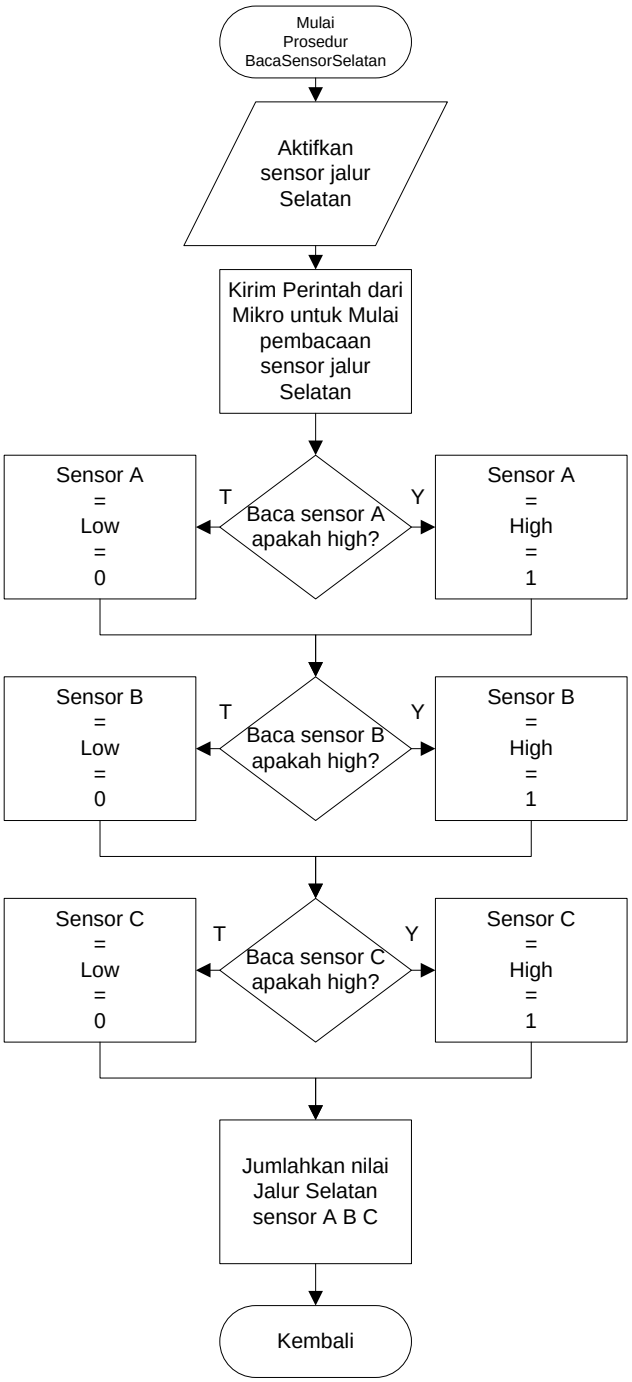
Gambar 3.24 Diagram Prosedur Baca Sensor Utara



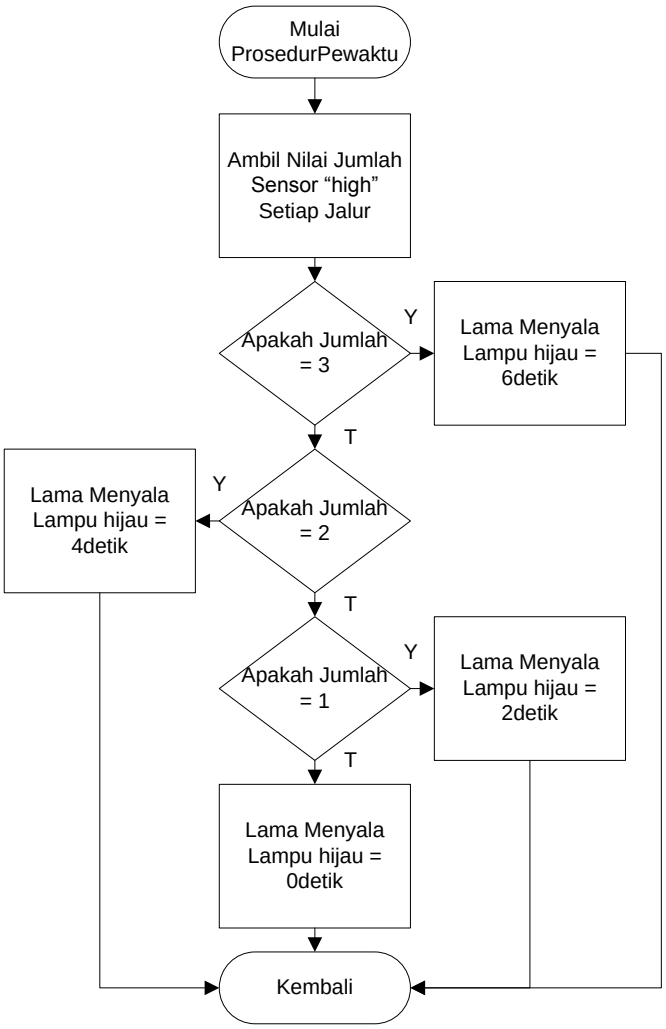
Gambar 3.25 Diagram Prosedur Baca Sensor Barat



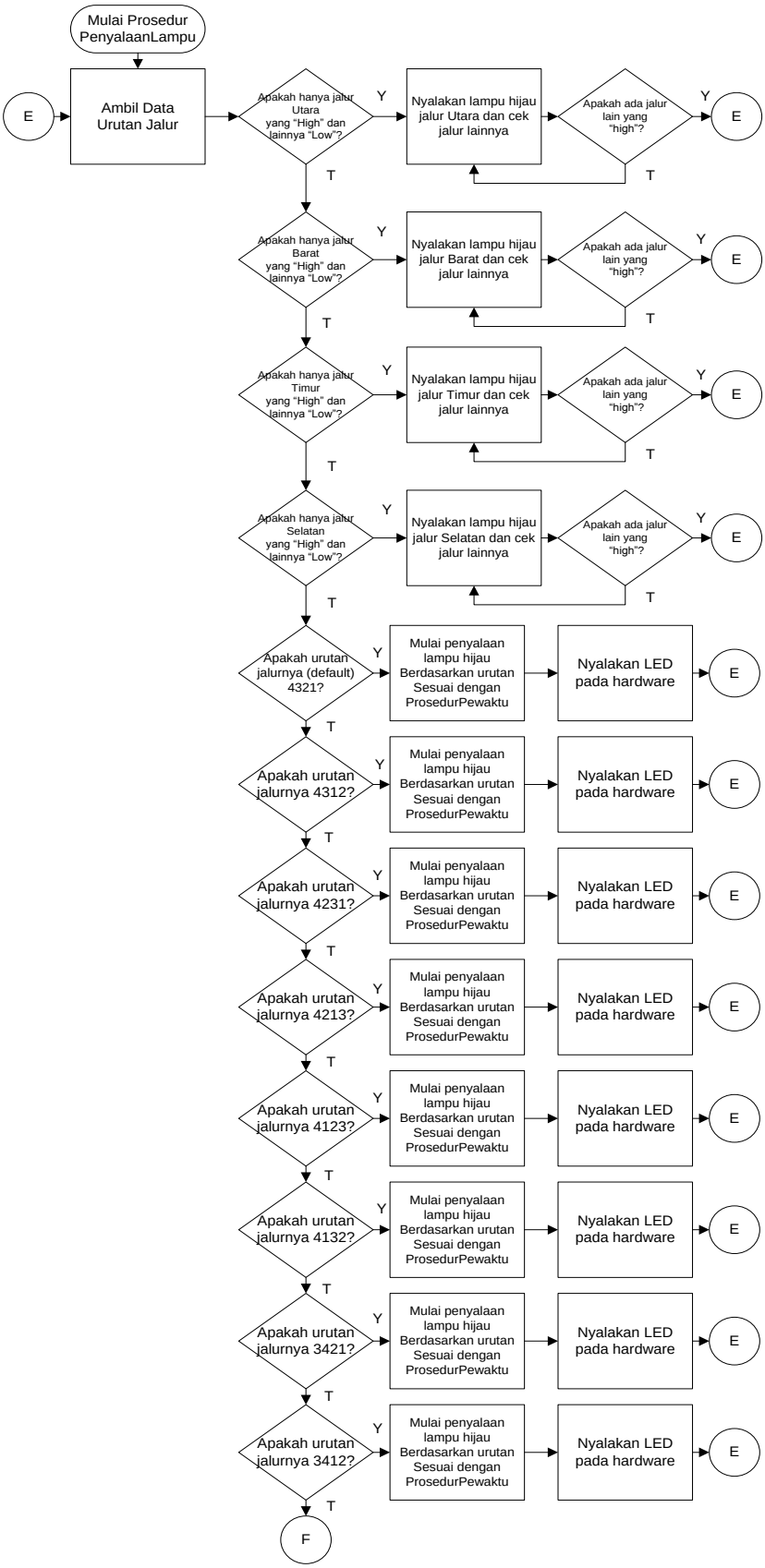
Gambar 3.26 Diagram Prosedur Baca Sensor Timur



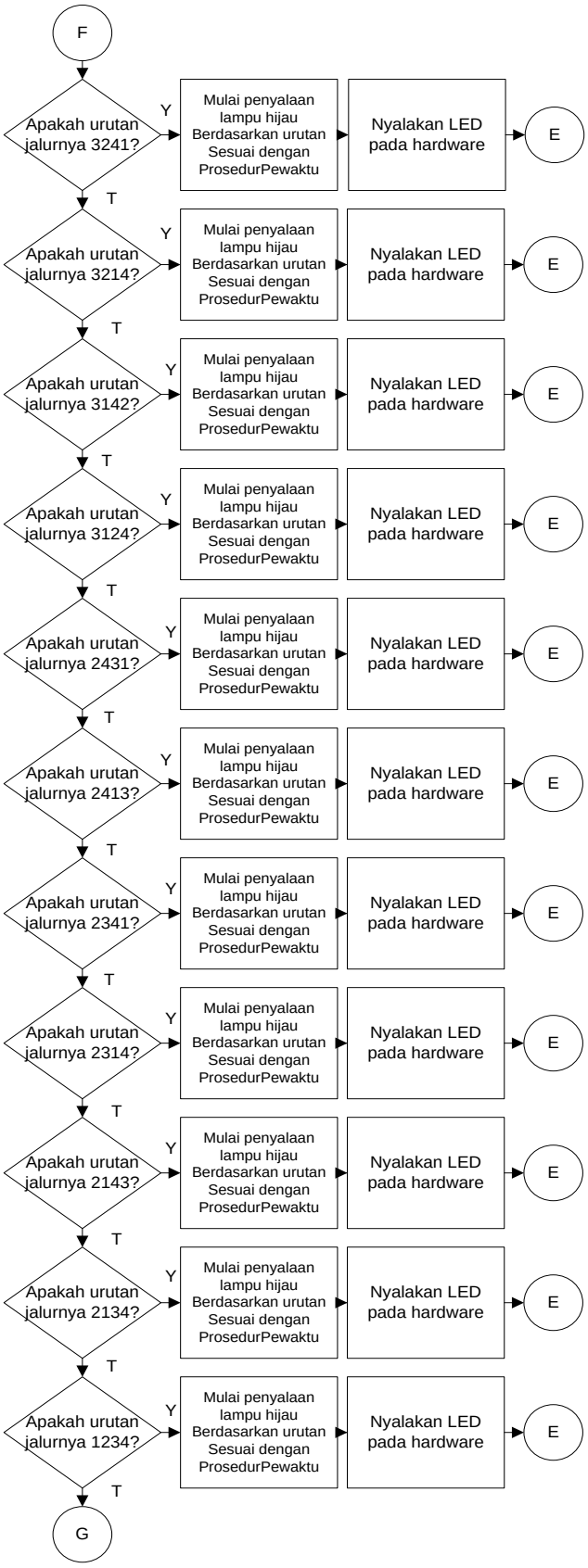
Gambar 3.27 Diagram Prosedur Baca Sensor Selatan



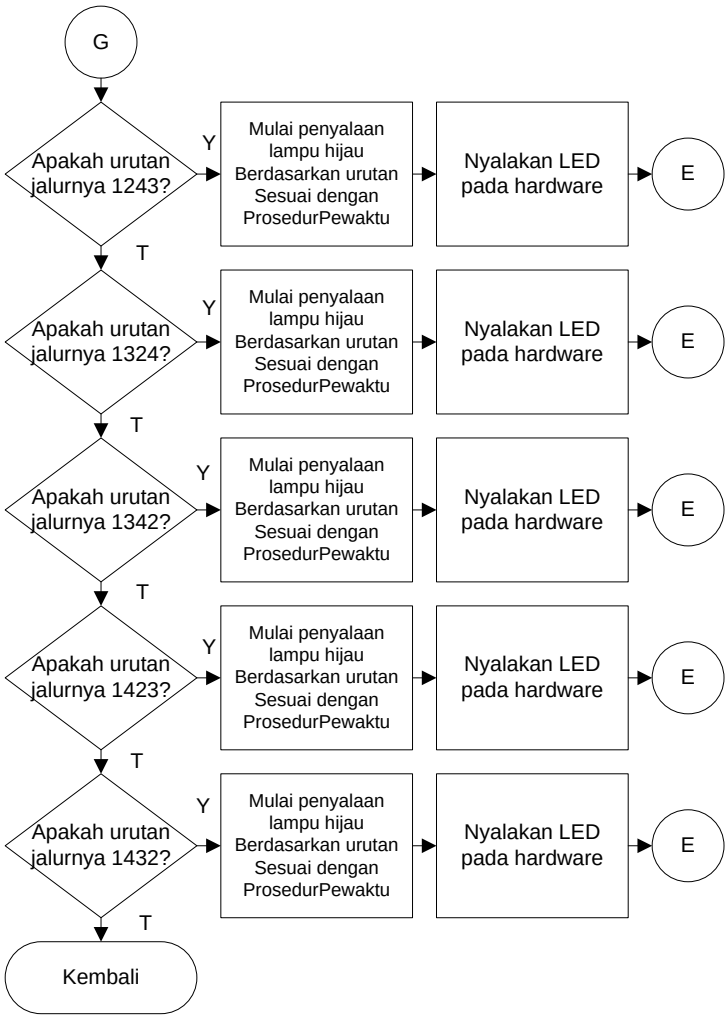
Gambar 3.28 Diagram Prosedur Pewaktu


Mulai Prosedur PenyalaanLampu
E
Ambil Data Urutan Jalur
Apakah hanya jalur Utara yang "High" dan lainnya "Low"?
Y
T
Nyalakan lampu hijau jalur Utara dan cek jalur lainnya
Apakah ada jalur lain yang "high"?
Apakah hanya jalur Barat yang "High" dan lainnya "Low"?
Nyalakan lampu hijau jalur Barat dan cek jalur lainnya
Apakah hanya jalur Timur yang "High" dan lainnya "Low"?
Nyalakan lampu hijau jalur Timur dan cek jalur lainnya
Apakah hanya jalur Selatan yang "High" dan lainnya "Low"?
Nyalakan lampu hijau jalur Selatan dan cek jalur lainnya
Apakah urutan jalurnya (default) 4321?
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
Apakah urutan jalurnya 4312?
Apakah urutan jalurnya 4231?
Apakah urutan jalurnya 4213?
Apakah urutan jalurnya 4123?
Apakah urutan jalurnya 4132?
Apakah urutan jalurnya 3421?
Apakah urutan jalurnya 3412?
F

(a)


F
Apakah urutan jalurnya 3241?
Y
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
E
T
Apakah urutan jalurnya 3214?
Y
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
E
T
Apakah urutan jalurnya 3142?
Y
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
E
T
Apakah urutan jalurnya 3124?
Y
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
E
T
Apakah urutan jalurnya 2431?
Y
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
E
T
Apakah urutan jalurnya 2413?
Y
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
E
T
Apakah urutan jalurnya 2341?
Y
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
E
T
Apakah urutan jalurnya 2314?
Y
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
E
T
Apakah urutan jalurnya 2143?
Y
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
E
T
Apakah urutan jalurnya 2134?
Y
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
E
T
Apakah urutan jalurnya 1234?
Y
Mulai penyalaan lampu hijau Berdasarkan urutan Sesuai dengan ProsedurPewaktu
Nyalakan LED pada hardware
E
T
G

(b)



(c)

Gambar 3.29 (a)(b)(c) Diagram Prosedur Penyalaan Lampu

Gambar-gambar di atas ialah flowchart yang mewakili alur kerja dari proses penyalaan lampu lalu lintas berdasarkan antrian terpanjang yang mempertimbangkan keadaan seluruh jalur pada persimpangan, dimulai dari proses pembacaan sensor kemudian proses pengolahan data yang didapat kemudian dilanjutkan dengan penyalaan lampu lalu lintas sebagai output dari miniatur sistem pengaturan lalu lintas ini.