



UNIVERSITAS INDONESIA

**Rancang Bangun Prototipe Pengatur Lampu Lalu Lintas
Memanfaatkan Sensor Tekan**

SKRIPSI

JOSUA ANDRI BRAM

0706199501

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA

DEPOK

2011



UNIVERSITAS INDONESIA

**Rancang Bangun Prototipe Pengatur Lampu Lalu Lintas
Memanfaatkan Sensor Tekan**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

Josua Andri Bram

0706199501

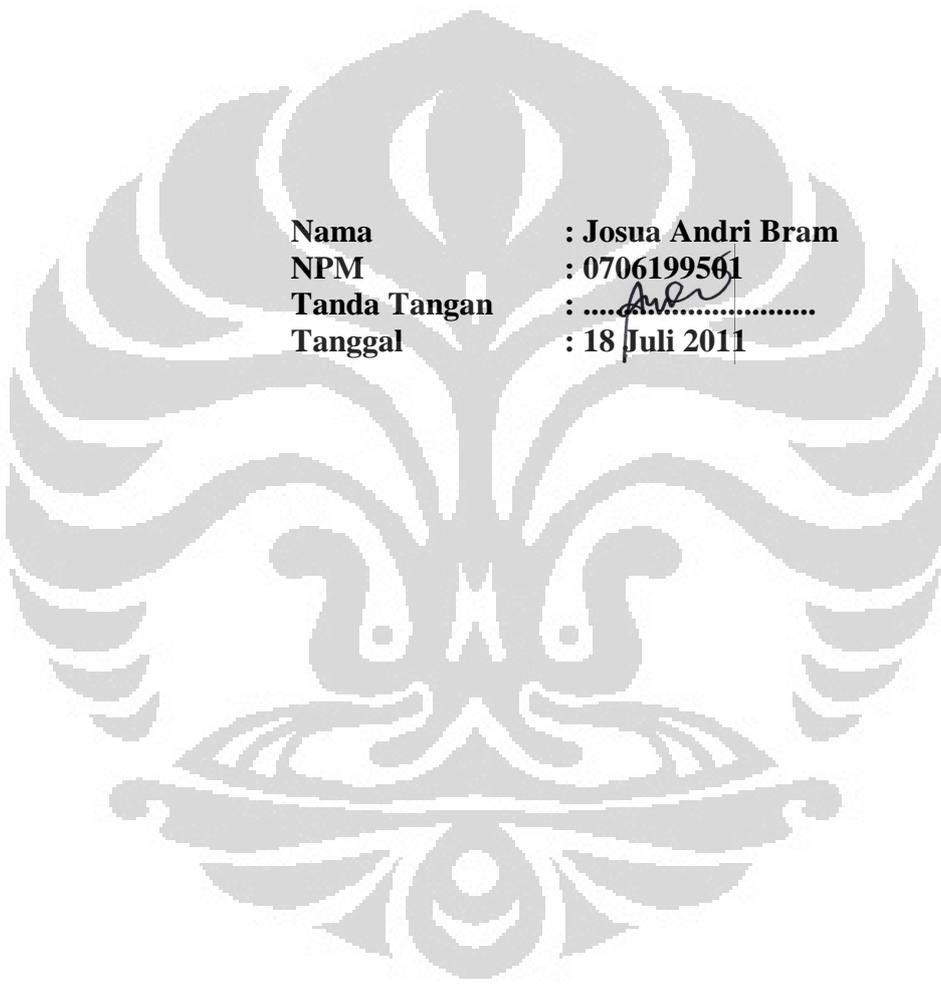
**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA**

DEPOK

2011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.



Nama : Josua Andri Bram
NPM : 0706199561
Tanda Tangan :
Tanggal : 18 Juli 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Josua Andri Bram
NPM : 0706199501
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Rancang Bangun Prototipe Pengatur Lampu Lalu Lintas Memanfaatkan Sensor Tekan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir Retno Wigajatri P. MT

()

Penguji : Dr. Abdul Muis ST. MEng.

()

Penguji : Dr. Ir Agus Santoso Tamsir MT.

()

Penguji : Dr. Abdul Halim MEng.

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 18 Juli 2011

Universitas Indonesia

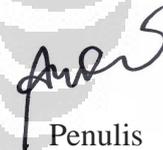
UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan teknik elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

Dr. Ir Retno Wigajatri P. MT, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 18 Juli 2011



Penulis

Universitas Indonesia

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Josua Andri Bram
NPM : 0706199501
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul :

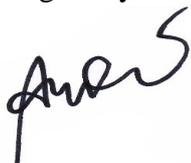
Rancang Bangun Prototipe Pengatur Lampu Lalu Lintas Memanfaatkan Sensor Tekan.

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 18 Juli 2011

Yang menyatakan



(Josua Andri Bram)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINIALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2. LANDASAN TEORI	5
2.1 Kendali Lampu Lalu Lintas	5
2.2 LED (<i>Light Emiting Diode</i>)	6
2.2.1 Prinsip Kerja LED.....	7
2.3 Fotodioda	8
2.4 Catu Daya.....	9
2.5 Mikrokontroler AVR ATmega 8535	9
2.5.1 Konfigurasi Pin dan Penjelasan Umum IC AVR ATmega 8535.....	11
BAB 3. RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGATUR LAMPU LALU LINTAS MEMANFAATKAN SENSOR TEKAN.....	14
3.1 Prinsip Kerja Sistem	14
3.1 Perancangan <i>Hardware</i>	14

3.2.1 Catu Daya.....	14
3.2.2 Sensor Tekan.....	16
3.2.3 Fotodiode	21
3.2.4 Mikrokontroler.....	22
3.3 Perancangan Sistem Kerja Prototipe Pengatur Lampu Lalu Lintas Memanfaatkan Sensor Tekan.....	23
3.4 Diagram Alir Perancangan Program.....	26
BAB 4. PENGUJIAN RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGATUR LAMPU LALU LINTAS MEMANFAATKAN SENSOR TEKAN	27
4.1 Pengujian Catu Daya.....	27
4.2 Pengujian Sensor Tekan.....	28
4.3 Pengujian Modul Perangkat Secara Keseluruhan	29
4.4 Analisa Sistem Secara Keseluruhan.....	32
BAB 5. KESIMPULAN	33
DAFTAR ACUAN	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Port A	11
Tabel 2.2 Fungsi Port B	12
Tabel 2.3 Fungsi Port C	12
Tabel 2.4 Fungsi Port D	13
Tabel 3.1 Data panjang antrian kendaraan pada jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Jalan Jendral Sudirman, Pkl 07:01-09:03 dan 18:02–20:02 WIB	19
Tabel 3.2 Data panjang antrian kendaraan pada jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Blok M Pkl 06:59 - 09:03 dan 17:57 – 20:01WIB	20
Tabel 3.3 Tabel Penggunaan Port Pada Mikrokontroler ATmega 8535	23
Tabel 3.4 Durasi Normal Nyala Lampu Lalu Lintas Persimpangan Jalan Sisingamangaraja	25
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tegangan Masukan dan Keluaran IC Regulator LM 7809 dan 7805	28
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Tekan	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi bahan penyusun LED pada umumnya	6
Gambar 2.2	Spektrum cahaya dan panjang gelombang	7
Gambar 2.3	Proses pelepasan cahaya oleh LED	8
Gambar 2.4	Prinsip kerja fotodiode ketika diberi tegangan maju	8
Gambar 2.5	Regulator tegangan IC 78XX	9
Gambar 2.6	Konfigurasi Pin IC AVR ATMega 8535	11
Gambar 3.1	Diagram blok dasar prinsip kerja sistem	14
Gambar 3.2	Rangkaian penyearah dengan kapasitor <i>filter</i>	15
Gambar 3.3	Rangkaian catu daya	16
Gambar 3.4	Konstruksi penampang sensor tekan	17
Gambar 3.5(a)	Sinar LED tidak terlewatkan ketika penampang sensor tidak ditekan	17
	(b) Sinar LED tidak terlewatkan ketika penampang sensor ditekan	17
Gambar 3.6	Konfigurasi posisi sensor tekan pada miniatur perempatan jalan	18
Gambar 3.7	Grafik panjang antrian kendaraan yang terjadi pada jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Jalan Jendral Sudirman	19

Gambar 3.8	Grafik panjang antrian kendaraan yang terjadi pada jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Blok M	20
Gambar 3.9	Rangkaian sensor fotodiode	21
Gambar 3.10	Rangkaian mikrokontroler dengan output berupa LED	22
Gambar 3.11	Blok diagram rancangan sistem	24
Gambar 3.12	Diagram alir rancangan program pada perangkat	26
Gambar 4.1	Rangkaian catu daya	27
Gambar 4.2	Simulasi perangkat dalam kondisi normal	29
Gambar 4.3	<i>Timing</i> diagram nyala lampu lalu lintas dalam kondisi normal	29
Gambar 4.4	Kondisi ketika penampang sensor menghalangi sinar LED ke fotodiode pada sensor tekan 1	29
Gambar 4.5	<i>Timing</i> diagram nyala lampu lalu lintas dalam kondisi sensor tekan 1 ditekan.	30
Gambar 4.6	Kondisi ketika penampang sensor menghalangi sinar LED ke fotodiode pada sensor tekan 2	30
Gambar 4.7	<i>Timing</i> diagram nyala lampu lalu lintas dalam kondisi sensor tekan 2 ditekan.	30

ABSTRAK

Nama : Josua Andri Bram
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Rancang Bangun Prototipe Pengatur Lampu Lalu Lintas
Memanfaatkan Sensor Tekan

Tingkat kemacetan yang terjadi pada jalan-jalan protokol di kota Jakarta sudah sangat memprihatinkan. Berdasarkan *survey* yang dilakukan pada persimpangan Jalan Kyai Maja menuju Jalan Trunojoyo dengan Jalan Sisingamangaraja diketahui bahwa sistem pengaturan nyala lampu lalu lintas yang diterapkan saat ini masih berupa penetapan durasi nyala lampu merah, kuning dan hijau. Pola pengaturan ini berlaku untuk sepanjang hari, sementara jumlah arus lalu lintas tidaklah sama di setiap waktu. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat mengendalikan durasi nyala lampu lalu lintas yang dapat sesuai dengan jumlah kepadatan kendaraan yang terjadi. Pada skripsi ini dilakukan rancang bangun prototipe pengatur lampu lalu lintas dengan memanfaatkan sensor tekan yang bertujuan untuk mengendalikan nyala lampu lalu lintas secara otomatis sesuai dengan tingkat kepadatan yang terjadi. Perangkat ini bekerja menggunakan LED dan photodiode sebagai sensor pendeteksi kepadatan lalu lintas serta mikrokontroler AVR ATMEGA 8535. Dari hasil pengujian sensor yang dipasangkan pada miniatur perempatan jalan raya sesuai dengan kondisi lapangan, ditunjukkan bahwa perangkat mampu mengendalikan durasi nyala lampu lalu lintas secara otomatis berdasarkan kepadatan yang terjadi dengan batasan durasi tekan ≥ 30 detik setelah menyelesaikan siklus durasi normal yang sedang berlangsung.

Kata kunci:

Durasi nyala lampu lalu lintas, Sensor tekan, Mikrokontroler ATMEGA 8535

ABSTRACT

Name : Josua Andri Bram
Study Program : Electrical Engineering
Title : Prototype Design Of Traffic Light Controller by Utilizing Sensor Pressure

Nowadays traffic congestion that occurs on highways in Jakarta is really concerning. Based on the survey conducted on an intersection of Kyai Maja Street, Trunojoyo Street and Sisingamangaraja Street, showed that the traffic light duration are stipulated. This duration pattern is used for daily traffic, meanwhile the traffic flows are not always the same. Therefore it is a necessity to developed a system that can control the traffic light duration according to the traffic flow density. In this final project, a prototype design of traffic light controller by using the press sensor that able to control the traffic light automatically based on the actual traffic flow density has been developed. The device worked by using LED and photodiode as the sensor detection for the traffic density and microcontroller AVR ATMega 8535. Based on the test result on the intersection of the highway miniature, it is shown that the device can manage the traffic light duration automatically based on the actual traffic density. The traffic light duration will automatically change after the sensor pressed for about 30 seconds after completing the existing normal duration cycle.

Key words:

Traffic light duration, sensor pressure, Microcontroller ATMEGA 8535

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Jumlah penduduk kota Jakarta yang sangat besar dan dengan tingkat mobilitas yang tinggi merupakan salah satu penyebab terjadinya kemacetan di berbagai ruas jalan di Jakarta saat ini. Beberapa dampak yang dihasilkan oleh kemacetan tersebut antara lain yaitu pemborosan bahan bakar, tingkat polusi yang tinggi yang kemudian menjadi faktor terjadinya *global warming*. Salah satu upaya yang dilakukan oleh pemerintah provinsi DKI Jakarta untuk mengurangi tingkat kemacetan yang terjadi antara lain dengan menerapkan sistem kendali lampu lalu lintas yang terintegrasi. Saat ini pengaturan nyala lampu lalu lintas yang diterapkan adalah dengan penetapan durasi nyala lampu merah, kuning maupun hijau. Pengaturan ini berlaku untuk sepanjang hari, sementara ini jumlah arus lalu lintas tidaklah sama disetiap waktu sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat mengendalikan durasi nyala lampu lalu lintas yang dapat disesuaikan dengan jumlah kepadatan kendaraan yang terjadi.

Hingga kini telah dilakukan beberapa rancang bangun sistem kendali yang dapat mengatur nyala lampu lalu lintas antara lain *Light Control Traffic Control Using Microcontroller With Infra Red Sensor* [1] sistem kendali dengan menggunakan sensor infra merah yang berfungsi untuk mendeteksi terjadinya kemacetan pada salah satu jalur saja. Telah pula dilakukan perancangan dan realisasi *Control and Monitoring System of Traffic Light Through The Internet Using Webcam* [2], sistem pengendali dan pengawasan sistem lampu lalu lintas melalui internet dengan menggunakan webcam. Telah pula dibuat oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Indonesia yang berjudul *Perangkat Pengatur Timer Lampu Lalu lintas Berdasarkan Antrian Kendaraan* dengan memanfaatkan laser dan sensor LDR untuk mendeteksi antrian kendaraan pada sebagian lajur persimpangan[3]. Pada tugas akhir ini dilakukan pengembangan dari penelitian tersebut. Namun berbeda dengan yang telah dilakukan, pada tugas akhir ini dikembangkan sistem kendali lampu lalu lintas berdasarkan deteksi antrian yang memanfaatkan sinar LED dan sensor fotodiode menggunakan sensor tekan.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana cara menentukan pola pengaturan nyala lampu lalu lintas sesuai dengan kepadatan lalu lintas yang terjadi pada jalur yang telah dipasang sensor tekan.
2. Menentukan konfigurasi LED, sensor fotodioda dan sensor tekan yang sesuai dalam proses deteksi antrian kendaraan.
3. Bagaimana menggabungkan sumber cahaya berupa LED, fotodioda dan mikrokontroler agar nyala lampu lalu lintas sesuai dengan *input* dari sensor tersebut.

1.3 TUJUAN

Tujuan penyusunan skripsi ini adalah melakukan rancang bangun prototipe pengatur lampu lalu lintas memanfaatkan sensor tekan dan menggunakan mikrokontroler, berdasarkan respon fotodioda terhadap perubahan cahaya dari LED.

1.4 BATASAN MASALAH

Karena beberapa kendala yang dihadapi, penelitian dibatasi pada :

1. Pengaturan nyala lampu lalu lintas diambil dari studi kasus pada persimpangan antara jalan Kyai Maja menuju Jalan Trunojoyo dengan jalan Sisingamangaraja.
2. Sensor diposisikan pada badan jalan Sisingamangaraja yang direpresentasikan sebagai jalur 3 dan jalur 4 pada miniatur perempatan jalan raya.
3. Untuk mendeteksi antrian kendaraan, perangkat yang digunakan adalah sensor tekan yang tersusun atas LED dan sensor fotodioda.
4. Rancang bangun prototipe pengatur lampu lalu lintas ini dibuat dengan mempertimbangkan jarak peletakan sensor tekan terhadap persimpangan namun belum memperhitungkan jarak sensor tekan terhadap lebar jalan.
5. Pengujian kinerja sensor antrian dan perangkat lainnya pada miniatur perempatan berbahan dasar *acrylic* yang berukuran 50 cm x 50 cm.

Universitas Indonesia

1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam menyelesaikan skripsi ini dibagi dalam langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mempelajari mekanisme pengaturan durasi lampu lalu lintas yang digunakan pada persimpangan antara jalan Kyai Maja menuju Jalan Trunojoyo dengan jalan Sisingamangaraja untuk kemudian digunakan sebagai acuan dalam penentuan durasi normal nyala lampu lalu lintas pada perangkat.
2. Melakukan pengukuran panjang antrian kendaraan pada saat lampu merah menyala pada ruas jalan tersebut untuk selanjutnya dijadikan dasar penentuan posisi peletakan dan jarak sensor tekan terhadap persimpangan pada miniatur jalan raya.
3. Melakukan perakitan sistem secara keseluruhan dari catu daya, sensor tekan dan LED yang berfungsi sebagai lampu lalu lintas pada miniatur jalan raya agar dapat bekerja secara optimal.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

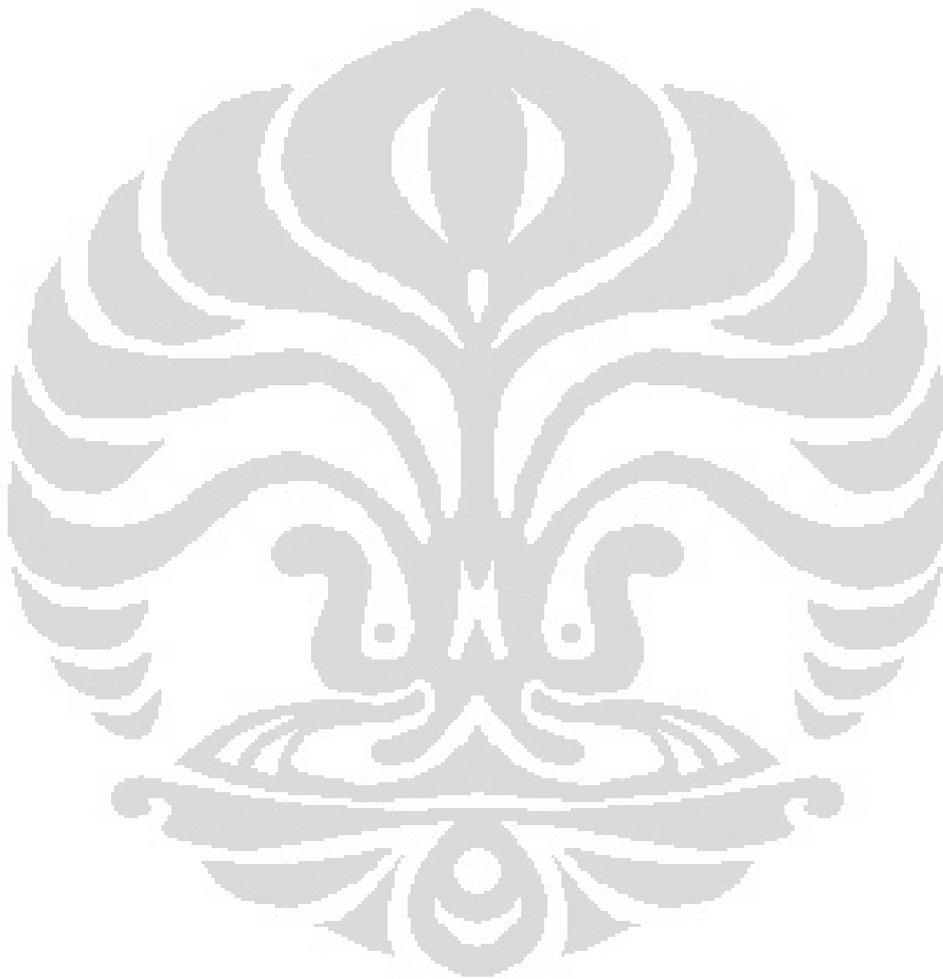
Skripsi ini disusun dari beberapa bab dengan susunan sebagai berikut :

1. BAB I: Pendahuluan
Membahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi dan sistematika pembahasan.
2. BAB II: Landasan Teori
Membahas tentang teori penunjang yang akan digunakan pada proses perancangan dan realisasi.
3. BAB III: Rancang bangun prototipe pengatur lampu lalu lintas memanfaatkan sensor tekan.
Membahas mengenai tahapan-tahapan perancangan yang dilakukan dan proses pengerjaan alat yang dibuat.
4. BAB IV: Pengujian prototipe pengatur lampu lalu lintas memanfaatkan sensor tekan.
Bagian ini berisi pengujian dan analisa terhadap alat yang dibuat.

5. BAB V: Kesimpulan

Bagian ini berisi kesimpulan yang merupakan hasil rancang bangun dan pengujian perangkat secara keseluruhan.

- Daftar Acuan
- Lampiran



BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Kendali Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas merupakan sebuah divais yang sangat diperlukan dalam proses pengaturan arus lalu lintas pada suatu persimpangan. Pengaturan arus lalu lintas tersebut dimaksudkan agar kendaraan-kendaraan pada masing-masing jalur secara bergerak bergantian tanpa ada saling ganggu antar arus lalu lintas yang terjadi di persimpangan.

Lampu lalu lintas sangat berperan penting dalam proses pengendalian arus lalu lintas pada setiap persimpangan hal ini dikarenakan lampu lalu lintas memiliki beberapa tujuan penting yaitu [4] :

1. Memfasilitasi persimpangan antara jalur utama untuk kendaraan dan jalur sekunder untuk pejalan kaki sehingga kelancaran pada jalan utama dapat terjamin.
2. Untuk menghindari hambatan yang terjadi karena konflik arus lalu lintas dari berbagai arah pergerakan kendaraan sehingga dapat mempertahankan kapasitas simpang khususnya pada jalur utama.
3. Mengurangi tingkat kecelakaan yang diakibatkan oleh tumbukan (*collision*) antar kendaraan pada arah yang terdapat konflik.

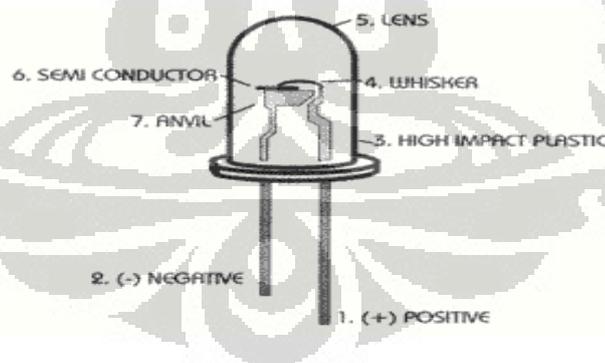
Adapun demikian, berdasarkan cara pengendaliannya maka jenis kendali lampu lalu lintas dibedakan menjadi dua yaitu [4] :

1. *Fixed Time Traffic Signal*, yaitu suatu cara pengoperasian lampu lalu lintas dimana durasi waktu nyala lampu lalu lintas bersifat tetap (konstan).
2. *Actuated Traffic Signal*, yaitu suatu cara pengoperasian lampu lalu lintas dengan lamanya durasi nyala lampu selalu berubah-ubah biasanya tergantung pada waktu dan jumlah antrian kendaraan yang terjadi pada suatu persimpangan.

2.2. LED (*Light Emitting Diode*)

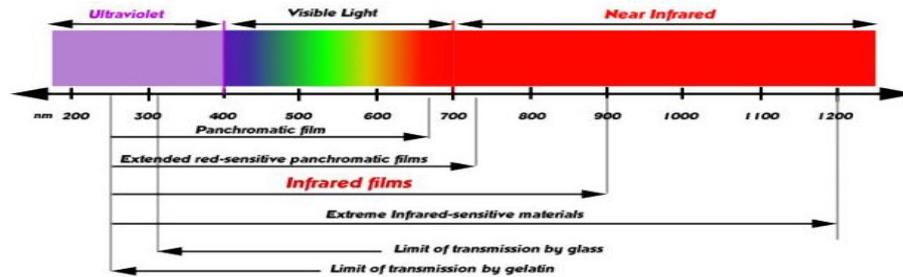
LED pada dasarnya adalah sebuah dioda semi-konduktor *solid state* dengan bagian persambungan P-N yang memancarkan cahaya ketika diberikan arus [5]. Komposisi kimia atau komposisi dari semikonduktor LED yang akan menentukan tingkat intensitas dan warna cahaya yang keluar dari LED. Pada umumnya, LED dibuat dari bahan galium berbasis kristal yang berbeda dalam satu atau lebih atau juga dengan penambahan bahan lain seperti fosfor untuk menghasilkan warna yang berbeda. Sebagai komponen yang tidak memiliki bagian yang bergerak, membuat LED sangat tahan terhadap kerusakan akibat getaran dan guncangan sehingga jika dioperasikan sesuai dengan parameter desain oleh karena itu maka LED tergolong suatu divais dengan tingkat reliabilitas yang baik.

Gambar 2.1 menunjukkan konstruksi LED pada umumnya, dengan bahan semikonduktor LED yang dipasang pada sebuah *reflektor* yang juga disebut sebagai *anvil*, yaitu landasan pada bingkai timbal, dan ditutupi oleh bahan epoxy yang berfungsi sebagai lensa. Adapun bagian yang dihubungkan dengan tegangan positif disebut sebagai anoda sedangkan bagian lain dari LED yang terhubung dengan tegangan negatif disebut katoda.



Gambar 2.1 Konstruksi bahan penyusun LED pada umumnya [5].

Berbagai teknologi chip LED memungkinkan produsen untuk memproduksi LED yang memancarkan cahaya tampak atau tak tampak dalam *range* tertentu dari spektrum cahaya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 yang memperlihatkan hubungan spektrum cahaya dengan panjang gelombang.



Gambar 2.2 Spektrum cahaya dan panjang gelombang [6].

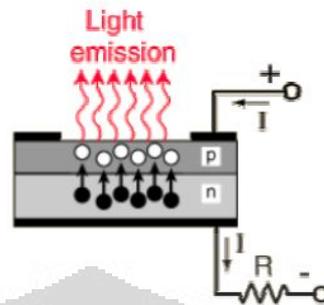
2.2.1. Prinsip Kerja LED

Suatu bagian penting dari LED adalah sebuah *chip* semikonduktor, baik semikonduktor intrinsik atau ekstrinsik. Chip semikonduktor ini dibagi menjadi dua bagian atau daerah, daerah P dan daerah N yang dibatasi oleh sebuah bagian persambungan (*junction*). Daerah P yang didominasi oleh muatan listrik positif (*hole*) sedangkan daerah N didominasi oleh muatan listrik negatif (elektron). Persambungan juga berfungsi sebagai penghalang aliran elektron antara daerah P dan N. Prinsipnya mirip dengan aturan *band-gap* yang berfungsi untuk menentukan besar tegangan yang dibutuhkan suatu semikonduktor untuk dapat mengalir arus dan elektron melewati bagian persambungan menuju daerah P.

Jika tidak ada perbedaan potensial listrik (tegangan) yang cukup besar dalam anoda dan katoda, tidak ada aliran elektron yang melintasi persambungan. Namun ketika tegangan yang memadai diberikan pada LED, maka elektron memiliki cukup kekuatan untuk bergerak dalam satu arah melalui persambungan yang memisahkan daerah P dan daerah N. Daerah P (*hole*) adalah daerah dimana terdapat sebagian besar berupa muatan positif. Sesuai dengan hukum Coulomb sehingga akan terjadi aksi saling tarik-menarik antara muatan yang berlawanan dan menghasilkan "rekombinasi." Setelah setiap rekombinasi sukses, selanjutnya energi potensial akan diubah menjadi energi elektromagnetik [5].

Gambar 2.3 menunjukkan proses dasar terjadinya pelepasan cahaya ketika LED melepaskan energi elektromagnetik yang dipancarkan sebagai foton cahaya dengan frekuensi karakteristik dari semikonduktor yang digunakan dalam proses.

Foton ini memiliki panjang gelombang dan warna tertentu tergantung dari bahan penyusun yang digunakan.

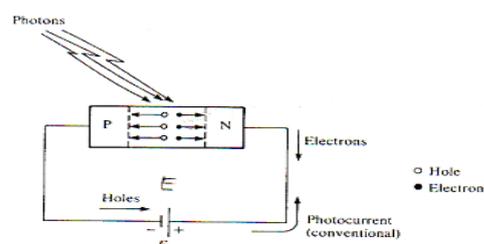


Gambar 2.3 Proses pelepasan cahaya oleh LED [7].

2.3 Fotodioda

Fotodioda merupakan semikonduktor yang berfungsi untuk mendeteksi cahaya. Setiap cahaya yang ditangkap oleh fotodioda akan dirubah menjadi suatu besaran listrik yang berupa tegangan atau arus listrik yang besarnya tergantung kepada intensitas radiasi yang dipancarkan oleh sumber cahaya.

Prinsip kerja fotodioda sangat dipengaruhi oleh cahaya yang diterima pada sambungan PN. Cahaya yang dikenakan pada fotodioda akan mengakibatkan terjadinya pergeseran foton yang akan menghasilkan pasangan *electron-hole* di kedua sisi pada sambungan. Ketika elektron-elektron tersebut masuk ke pita konduksi maka elektron-elektron akan mengalir ke arah kutub positif sumber tegangan sedangkan *hole* yang dihasilkan akan mengalir ke arah kutub negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir dalam rangkaian. Besarnya pasangan *electron-hole* yang dihasilkan tergantung besarnya intensitas cahaya yang diterima oleh fotodioda. Gambar 2.4 memperlihatkan proses kerja dari photodiode saat dihubungkan dengan tegangan maju.

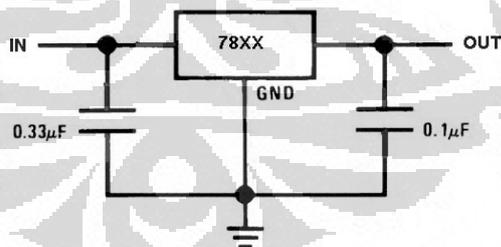


Gambar 2.4 Prinsip kerja fotodioda ketika diberi tegangan maju [8].

Universitas Indonesia

2.4 Catu Daya

Catu daya merupakan suatu rangkaian yang sangat penting bagi setiap rangkaian elektronika sebab tanpa ada catu daya maka sistem tidak mungkin dapat digunakan. Agar rangkaian dapat bekerja secara optimal maka catu daya harus dapat menghasilkan suatu tegangan yang stabil sebelum dikoneksikan dengan rangkaian. Untuk memperoleh suatu catu daya dengan nilai keluaran yang tetap, dapat digunakan sebuah IC *regulator* dalam berbagai sistem. IC *regulator* yang umumnya digunakan yaitu IC *regulator* 78xx untuk catu daya positif dan IC *regulator* 79xx untuk catu daya negatif. Nilai xx akan tergantung dengan nilai tegangan yang dikeluarkan dari *regulator* tersebut, misalnya IC *regulator* 7805 adalah *regulator* dengan tegangan keluaran tetap sebesar 5 volt, 7812 *regulator* tegangan 12 volt dan seterusnya. Selain dari *regulator* tegangan tetap ada juga IC *regulator* yang tegangannya dapat diatur. Supaya rangkaian *regulator* dengan IC tersebut bisa bekerja, tegangan input harus lebih besar dari tegangan output *regulator*nya. Biasanya perbedaan tegangan V_{in} terhadap V_{out} yang direkomendasikan ada di dalam *datasheet* komponen tersebut. Pemakaian *heatshink* (aluminium pendingin) dianjurkan jika komponen ini dipakai untuk men-catu arus yang besar. Pada *datasheet*, komponen seperti ini maksimum bisa dilewati arus mencapai 1 A. Gambar 2.5 menunjukkan rangkaian dalam IC *regulator* 78xx yang memiliki 3 pin antara lain *input*, *output* dan *ground*.



Gambar 2.5 Regulator tegangan IC 78XX [9].

2.5 Mikrokontroler AVR ATmega 8535

Mikrokontroler merupakan sebuah microprocessor *Central Processing Unit* (CPU) yang dikombinasikan dengan I/O dan memori ROM (*Read Only Memory*) dan RAM (*Random Accses Memory*). Berbeda dengan bagian mikrokomputer

yang dimana bagian-bagian tersebut secara terpisah, mikrokontroler mengkombinasikannya dalam bentuk *chip*.

AVR ATmega8535 merupakan seri mikrokontroler 8 bit yang berarsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computing*). Inti AVR adalah kombinasi berbagai macam instruksi dengan 32 register untuk berbagai macam penggunaan. Register-register tersebut terhubung langsung dengan ALU (*Arithmetic Logic Unit*), yang memungkinkan 2 register independen untuk diakses dalam satu pelaksanaan instruksi dengan satu siklus detak. Keuntungan dari arsitektur adalah kode program yang lebih efisien dan tingkat keberhasilan keseluruhan sepuluh kali lebih cepat dibanding CISC (*Complex Instruction Set Computing*).

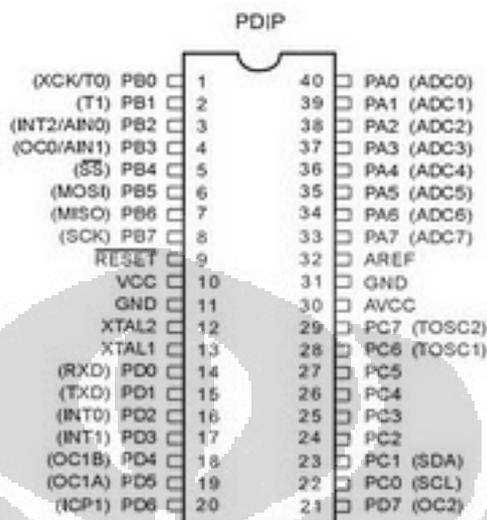
Beberapa kelengkapan seri AVR yaitu sebagai berikut :

- a. Saluran I/O sebanyak 32 buah (Port A, Port B, Port C dan Port D).
- b. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
- c. Tiga buah *timer* atau *counter*.
- d. CPU dengan 32 register.
- e. *Watch Dog Timer* dengan internal oscillator.
- f. SRAM sebesar 512 byte.
- g. Memori Flash sebesar 8Kb.
- h. Unit interupsi internal dan eksternal.
- i. *Port* antarmuka SPI.
- j. EEPROM sebesar 512 *byte* yang dapat diprogram saat dioperasikan.
- k. Antarmuka komparator analog.
- l. Port USART untuk komunikasi serial.

Kecepatan eksekusi ditentukan dari hasil pembangkitan pulsa pada blok oscillator internal. Pulsa tersebut juga dipergunakan sebagai dasar pembangkitan *timer*, termasuk dalam fungsi *timer* yaitu PWM (*Pulse Width Modulation*) dan baudrate untuk komunikasi serial. Penggunaan *timer* juga dapat dimodelkan sebagai sumber interupsi.

2.5.1 Konfigurasi Pin dan Penjelasan Umum IC AVR ATmega 8535

Pada Gambar 2.8 terlihat konfigurasi pin atau susunan kaki mikrokontroller ATmega 8535.



.Gambar 2.6 Konfigurasi Pin IC AVR ATmega 8535 [10].

Secara umum konfigurasi PIN ATMEGA 8535 yaitu :

1. **VCC**
Sumber tegangan mikrokontroller
2. **GND**
Ground
3. **Port A (PA7 - PA0)**
Berfungsi sebagai input analog dari ADC (*Analog to Digital Converter*). Port ini juga berfungsi sebagai port I/O, jika ADC tidak digunakan.

TABEL 2.1 FUNGSI PORT A

PORT A	Fungsi tambahan
PA.0	ADC 0 (input ADC channel 0)
PA. 1	ADC 1 (input ADC channel 1)
PA. 2	ADC 2 (input ADC channel 2)
PA. 3	ADC 3 (input ADC channel 3)
PA. 4	ADC 4 (input ADC channel 4)
PA. 5	ADC 5 (input ADC channel 5)
PA. 6	ADC 6 (input ADC channel 6)
PA. 7	ADC 7 (input ADC channel 7)

4. Port B (PB7 - PB0)

Berfungsi sebagai port I/O, dan juga memiliki fungsi khusus sebagai *timer/ counter*, komparator analog dan SPI.

TABEL 2.2 FUNGSI PORT B

PORT A	Fungsi tambahan
PA.0	T0 (Timer/Counter0 External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output)
PA. 1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PA. 2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)
PA. 3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PA. 4	SS(SPI Slave Select Input)
PA. 5	MOSI (SPI Bus master Output/Slave Input)
PA. 6	MISO (SPI Bus master Input/Slave Output)
PA. 7	SCK (SPI Bus Serial Clock)

5. Port C (PC7 - PC0)

Merupakan port I/O yang juga memiliki fungsi khusus yaitu komparator dan *timer oscillator*.

TABEL 2.3 FUNGSI PORT C

PORT A	Fungsi tambahan
PA.0	SCL (Two wire Serial Bus Clock Line)
PA. 1	SDA (Two wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PA. 2	TCK (JTAG Test Clock)
PA. 3	TMS (JTAG Test Mode Serat)
PA. 4	TDO (JTAG Test Out)
PA. 5	TDI (JTAG Test In)
PA. 6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin1)
PA. 7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin2)

6. Port D (PD7 - PD0)

Berfungsi sebagai port I/O, Port PD0 dan PD1 juga berfungsi sebagai RXD dan TXD, yang dipergunakan untuk komunikasi serial.

TABEL 2.4 FUNGSI PORT D

PORT A	Fungsi tambahan
PA.0	RXD (USART Input Pin)
PA. 1	TXD (USART Output Pin)
PA. 2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PA. 3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PA. 4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PA. 5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PA. 6	ICP1 (Timer/Counter Input Capture Pin)
PA. 7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)

7. **RESET**

Digunakan untuk proses reset mikrokontroler.

8. **XTAL1**

Masukan ke *amplifier inverting* osilator dan input ke sirkuit *clock internal*.

9. **XTAL2**

Output dari *amplifier inverting* osilator.

10. **AVCC**

Tegangan masukan untuk Port A dan ADC.

11. **AREF**

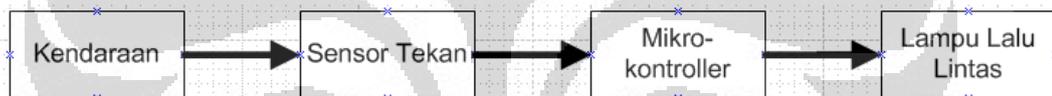
Tegangan referensi untuk ADC.

BAB 3

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGATUR LAMPU LALU LINTAS MEMANFAATKAN SENSOR TEKAN

3.1. Prinsip Kerja Sistem

Prototipe pengatur lampu lalu lintas memanfaatkan sensor tekan bekerja berdasarkan informasi dari sensor yang dipasang pada miniatur perempatan jalan raya. Informasi yang merupakan hasil deteksi sinar oleh sensor fotodiode kemudian digunakan sebagai masukan ke mikrokontroller untuk selanjutnya diproses dan menjalankan program durasi nyala lampu lalu lintas yang sesuai dengan kondisi yang terjadi pada persimpangan. Gambar 3.1 menunjukkan diagram blok dari prinsip kerja dari prototipe pengatur lampu lalu lintas memanfaatkan sensor tekan.



Gambar 3.1 Diagram blok dasar prinsip kerja sistem.

Rancang bangun perangkat ini terdiri atas dua jenis perancangan yang utama yaitu :

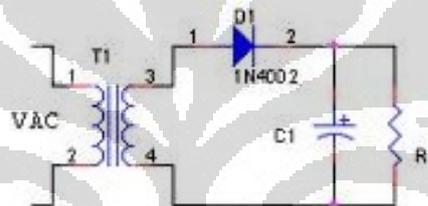
1. Perancangan *hardware*, yaitu proses perancangan rangkaian catu daya, sensor fotodiode, mikrokontroller dan konstruksi sensor tekan dan konfigurasinya secara keseluruhan dalam sistem.
2. Perancangan *software*, yaitu proses perancangan program yang menunjang realisasi hasil perancangan sistem agar dapat bekerja sesuai keinginan.

3.2. Perancangan *hardware*

3.2.1. Catu Daya

Setiap rangkaian elektronika harus memiliki sumber tegangan atau catu daya, pada sistem ini sumber tegangan yang dibutuhkan hanya sumber tegangan 5 volt DC. Namun demikian, dengan rangkaian mikrokontroller yang telah

terintegrasi dengan IC regulator 7805 yang menghasilkan tegangan 5 volt maka dibutuhkan rangkaian catu daya sebagai penyedia tegangan masukan pada rangkaian mikrokontroller. Dirancang sebuah rangkaian catu daya dengan besar tegangan *output* sebesar 9 volt dengan menggunakan IC regulator LM 7809. Pada rangkaian catu daya, Keluaran dari tranformator yang menurunkan tegangan AC jala-jala listrik kemudian dihubungkan dengan dioda yang berfungsi sebagai penyearah gelombang dari ac ke dc (*rectifier*) dengan arus sebesar 1 Ampere. Untuk mendapatkan rangkaian penyearah yang baik maka tegangan keluaran dari penyearah yaitu tegangan *ripple* harus dibuat sekecil mungkin untuk itu maka diperlukan kapasitor *filter* yang berperan untuk mendapatkan nilai *ripple* yang kecil.



Gambar 3.2 Rangkaian penyearah dengan kapasitor *filter* [11].

Berikut adalah perhitungan untuk menentukan nilai komponen rangkaian *filter* dan penyearah dari rangkaian catu daya yang diinginkan.

a. Menentukan V_r (rms)

$$\begin{aligned} V_r(p-p) &= V_{in} - V_{out} \\ &= 12\text{ V} - 9\text{ V} \\ &= 3\text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_r(\text{rms}) &= \frac{V_r(p-p)}{2\sqrt{3}} \\ &= \frac{3\text{ V}}{2\sqrt{3}} \\ &= 0,86 \end{aligned}$$

V_r (rms) ini dibutuhkan untuk mencari nilai dari filter dari rangkaian penyearah dan *filter*.

b. Menentukan nilai kapasitor *filter*

$$\begin{aligned}
 C_{\text{input}} &= \frac{I_{dc} + 10\%}{4\sqrt{3} \times f \times V_r(\text{rms})} \\
 &= \frac{1,1}{4\sqrt{3} \times 50\text{Hz} \times 0,86} \\
 &= 3,692 \text{ mF} \approx 4700 \mu\text{F}
 \end{aligned}$$

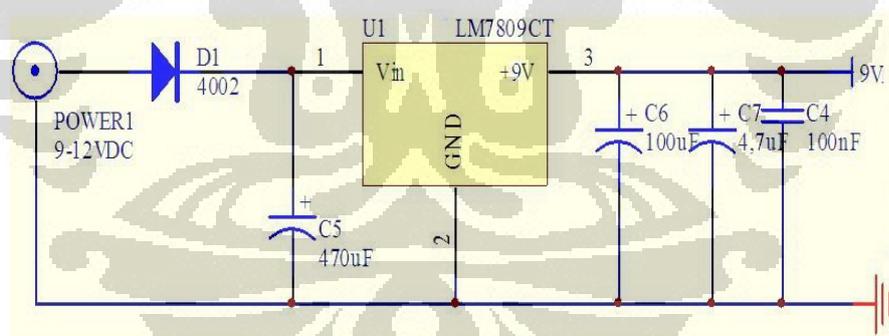
Maka dipilih kapasitor *filter* dengan nilai 4700 uF / 50 V

c. Menentukan diode dari rangkaian penyearah (*rectifier*)

$$V_{in \text{ max}} = 12 + 2 \cdot (0,7) = 13,4 \text{ V}$$

$$\begin{aligned}
 I_{\text{dioda}} &\geq \frac{1}{2} I_{out} \\
 &\geq 0,5 \text{ A}
 \end{aligned}$$

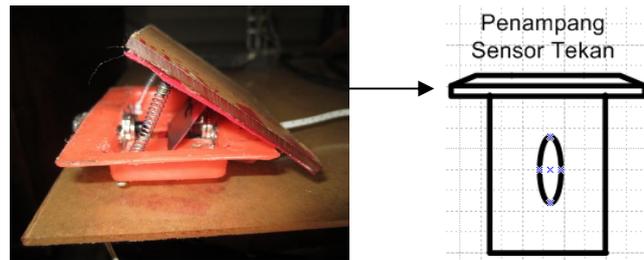
Maka sesuai dengan perhitungan dipilih dioda jenis 1N4002 yang memenuhi spesifikasi tersebut. Hasil tegangan keluaran dari catu daya 9 volt ini kemudian digunakan sebagai tegangan masukan rangkaian mikrokontroler yang sebelumnya diregulasi kembali menggunakan IC LM 7805 sehingga mikrokontroler akan mendapatkan tegangan Vcc yang stabil sebesar 5 volt.



Gambar 3.3 Rangkaian catu daya [3].

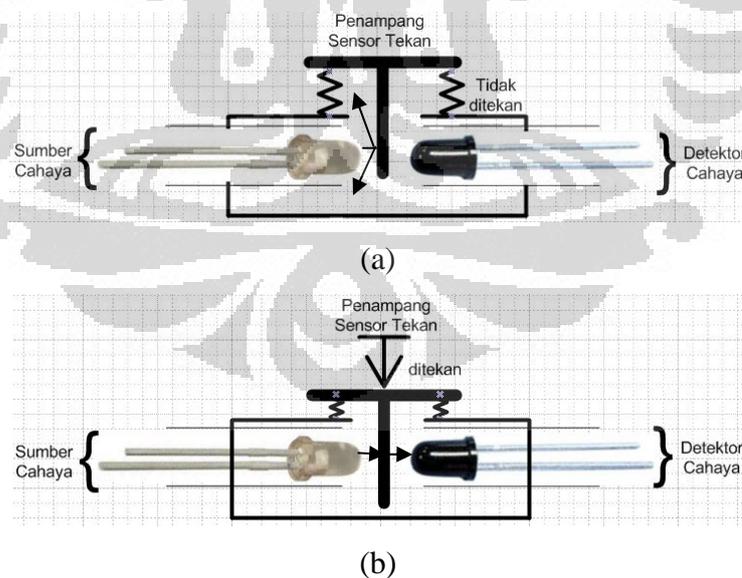
3.2.2. Sensor Tekan

Sensor tekan didesain khusus dengan menggabungkan LED dan fotodiode pada suatu perangkat mekanik. Perangkat mekanik tersebut tersusun atas sebuah penampang yang terhubung dengan sebuah sekat yang terdapat lubang pada bagian tengahnya sebagai celah untuk melewatkan sinar LED agar dapat ditangkap oleh fotodiode. Gambar 3.4 menunjukkan bentuk penampang dari sensor tekan yang digunakan pada miniatur jalan raya.



Gambar 3.4 Konstruksi penampang sensor tekan.

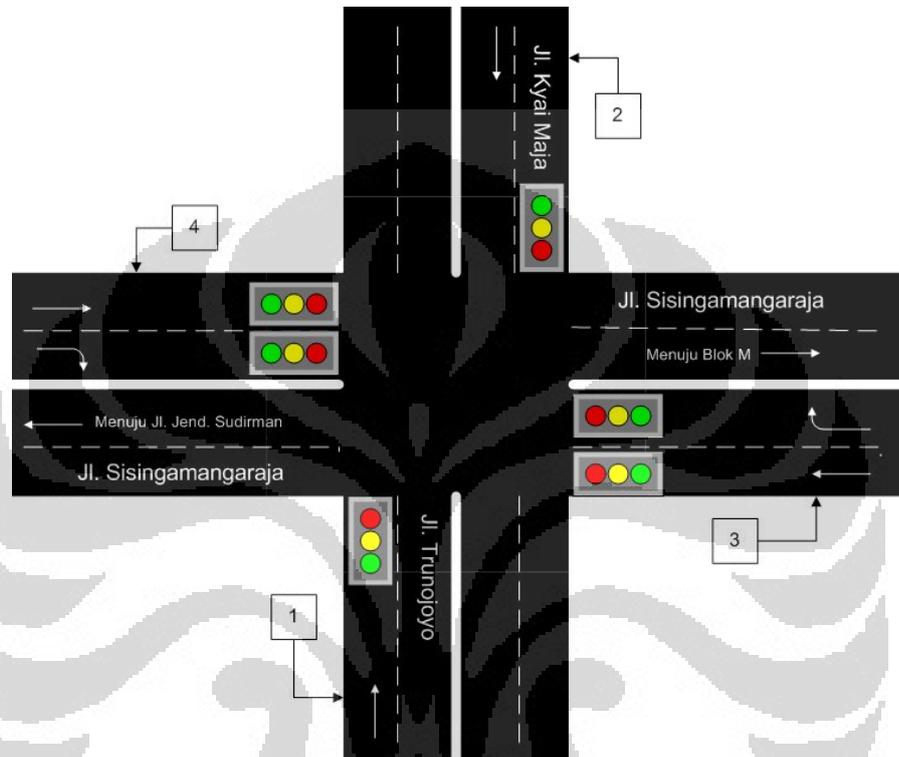
Penampang yang berfungsi sebagai alas tekan, juga dilengkapi dengan pegas sehingga sensor dapat bekerja sesuai dengan prinsip mekanis yaitu saat penampang sensor tertekan maka akan kembali otomatis pada kondisi awal yaitu kondisi dimana LED tidak dapat memancarkan sinarnya ke fotodiode karena terhalang oleh sekat, namun sebaliknya apabila penampang sensor tertekan maka sinar akan melewati celah pada sekat dan kemudian akan ditangkap oleh fotodiode untuk selanjutnya digunakan sebagai masukan mikrokontroler melalui kabel yang telah terhubung dengan *port* mikrokontroler. Gambar 3.5 menunjukkan ilustrasi 2(dua) kondisi kerja dari sensor tekan saat kondisi awal dimana penampang tidak dipengaruhi oleh tekanan pada penampang dan kondisi saat penampang sensor ditekan.



Gambar 3.5 (a) Sinar LED tidak terlewatkan ketika penampang sensor tidak ditekan ;

(b) Sinar LED terlewatkan ketika penampang sensor ditekan.

Sensor tekan selanjutnya diletakkan pada badan jalan jalur 3 dan jalur 4 pada miniatur perempatan yang merepresentasikan jalan Sisingamangaraja. Gambar 3.6 menunjukkan posisi peletakan kedua sensor pada badan jalan jalur 3 dan jalur 4.

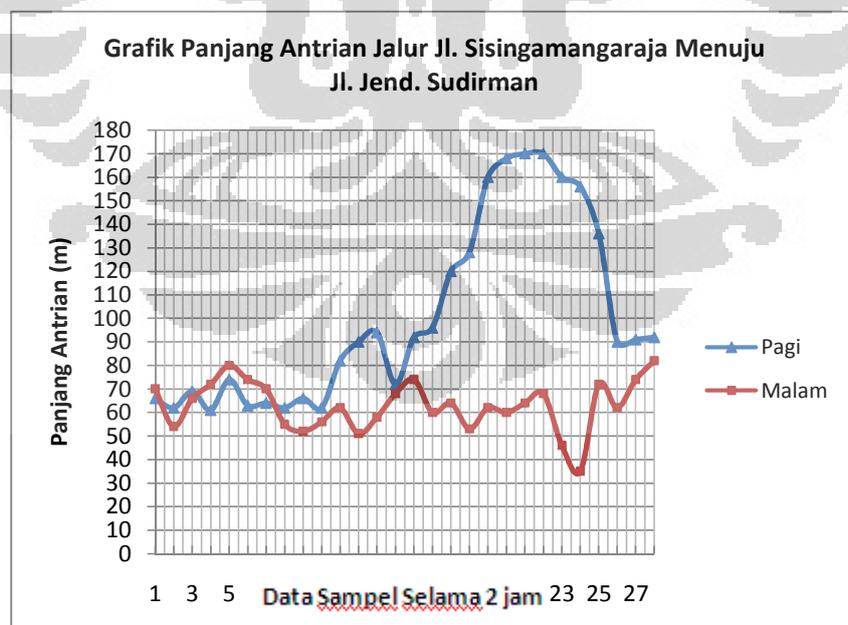


Gambar 3.6 Konfigurasi posisi sensor tekan pada miniatur perempatan jalan.

Setelah menentukan posisi sensor tekan pada badan jalan jalur 3 dan jalur 4 maka selanjutnya dilakukan perancangan jarak pemasangan sensor tekan pada miniatur jalan raya dengan mempertimbangkan nilai rata-rata jarak antrian kendaraan pada Jalan Sisingamangaraja terhadap persimpangan. Berdasarkan data yang diperoleh hasil *survey* pada tanggal 13 Juli 2011, didapatkan beberapa data pendukung sebagai dasar perancangan peletakan sensor antrian, lihat Tabel 3.1

Tabel 3.1 Data panjang antrian kendaraan pada jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Jalan Jendral Sudirman, Pkl 07:01-09:03 dan 18:02–20:02 WIB

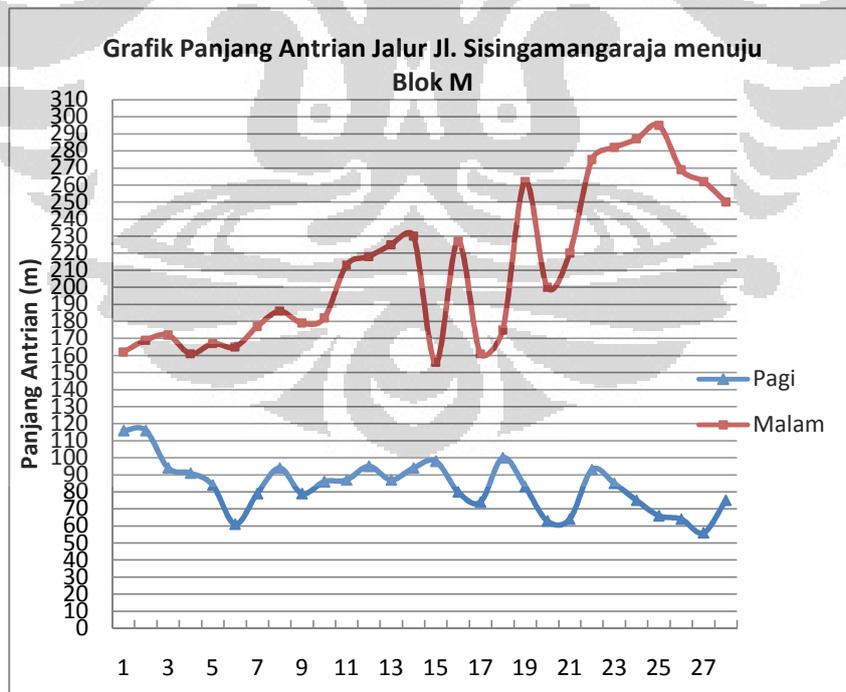
No.	Waktu (WIB)	Panjang Antrian Jalur 3 (m)	No.	Waktu (WIB)	Panjang Antrian Jalur 3 (m)
1	7:01	66	1	18:02	70
2	7:05	62	2	18:06	54
3	7:10	69	3	18:10	66
4	7:15	61	4	18:15	72
5	7:19	74	5	18:20	80
6	7:24	63	6	18:24	74
7	7:29	64	7	18:29	70
8	7:34	62	8	18:33	55
9	7:38	66	9	18:37	52
10	7:42	62	10	18:42	56
11	7:46	82	11	18:47	62
12	7:50	90	12	18:51	51
13	7:54	94	13	18:55	58
14	7:59	72	14	18:59	68
15	8:03	92	15	19:03	74
16	8:07	96	16	19:08	60
17	8:12	120	17	19:13	64
18	8:17	128	18	19:17	53
19	8:21	160	19	19:21	62
20	8:26	168	20	19:25	60
21	8:30	170	21	19:29	64
22	8:35	170	22	19:34	68
23	8:40	160	23	19:39	46
24	8:45	156	24	19:44	35
25	8:49	136	25	19:49	72
26	8:54	90	26	19:53	62
27	8:59	91	27	19:58	74
28	9:03	92	28	20:02	82
	JUMLAH	2816		JUMLAH	1764
Rata-rata = (2816/28) = 100 m			Rata-rata = (1764/28) = 63 m		



Gambar 3.7 Grafik panjang antrian kendaraan yang terjadi pada jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Jalan Jendral Sudirman.

Tabel 3.2 Data panjang antrian kendaraan pada jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Blok M Pkl 06:59 - 09:03 dan 17:57 – 20:01 WIB

No.	Waktu (WIB)	Panjang Antrian Jalur 4 (m)	No.	Waktu (WIB)	Panjang Antrian Jalur 4 (m)
1	6:59	116	1	17:57	162
2	7:04	116	2	18:01	169
3	7:08	94	3	18:05	172
4	7:12	91	4	18:10	161
5	7:16	84	5	18:14	167
6	7:21	61	6	18:19	165
7	7:26	79	7	18:23	177
8	7:31	94	8	18:27	186
9	7:35	79	9	18:32	179
10	7:41	86	10	18:36	182
11	7:45	87	11	18:40	213
12	7:50	95	12	18:44	218
13	7:55	87	13	18:49	225
14	8:00	94	14	18:54	230
15	8:05	98	15	19:00	156
16	8:10	80	16	19:05	227
17	8:14	74	17	19:10	161
18	8:18	100	18	19:14	175
19	8:22	83	19	19:18	262
20	8:27	63	20	19:24	200
21	8:31	64	21	19:29	220
22	8:36	93	22	19:34	275
23	8:40	85	23	19:38	282
24	8:45	75	24	19:42	287
25	8:49	66	25	19:47	295
26	8:54	64	26	19:52	269
27	8:58	56	27	19:57	262
28	9:03	75	28	20:01	250
JUMLAH		2339	JUMLAH		5927
Rata-rata = (2339/28)		= 83 m	Rata-rata = (5927/28)		= 205 m



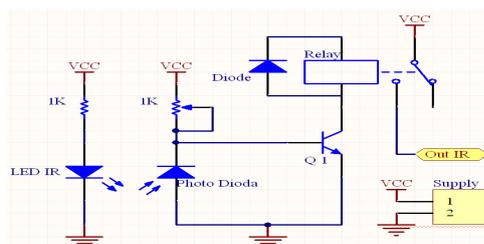
Gambar 3.8 Grafik panjang antrian kendaraan yang terjadi pada jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Blok M.

Dari grafik Gambar 3.7 dan Gambar 3.8, terlihat bahwa tingkat kepadatan yang terjadi pada ruas jalan Sisingamangaraja berkaitan dengan waktu kerja dan pulang para pengguna jalan. Hal ini dikarenakan Jalan Sisingamangaraja merupakan jalan raya protokol penghubung dengan wilayah perkantoran yang ada di wilayah Sudirman atau bahkan juga sebagai akses jalan menuju wilayah perkantoran di Jakarta Pusat. Nilai rata-rata antrian kendaraan pada pagi hari di jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Jalan Jendral Sudirman lebih tinggi dibandingkan pada malam hari dan sebaliknya nilai rata-rata antrian terbesar pada jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Blok M terjadi pada malam hari seiring dengan waktu pulang para pekerja. Mengacu kepada data tabel 3.1 dan tabel 3.2 maka nilai rata-rata panjang antrian terbesar pada tiap jalur tersebut yaitu 100 m untuk jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Jalan Jendral Sudirman dan 205 m untuk jalur Jalan Sisingamangaraja menuju Blok M dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan kondisi antri pada program nyala lampu lalu lintas.

Dengan menggunakan skala perbandingan panjang jalan sesungguhnya dengan jalan pada miniatur yaitu dengan skala 1:1000, maka 1 cm panjang di miniatur sama dengan 10 m pada jalan sebenarnya. Sehingga pada miniatur jalan raya, sensor tekan 1 akan diletakkan pada jalur 3 dengan jarak 10 cm dari persimpangan sedangkan untuk sensor 2, dengan mempertimbangkan ukuran *acrylic* dan skala, maka sensor 2 ditetapkan pada jarak 20 cm dari persimpangan.

3.2.3. Fotodiode

Pada tahap ini sensor fotodiode dirancang dapat merespon perubahan kondisi cahaya yang dihasilkan oleh LED yang diakibatkan oleh gangguan yang terjadi pada sensor antrian. Gangguan yang dimaksud ialah tekanan pada penampang sensor tekan sebagai pembatas dalam proses pemancaran cahaya ke fotodiode.

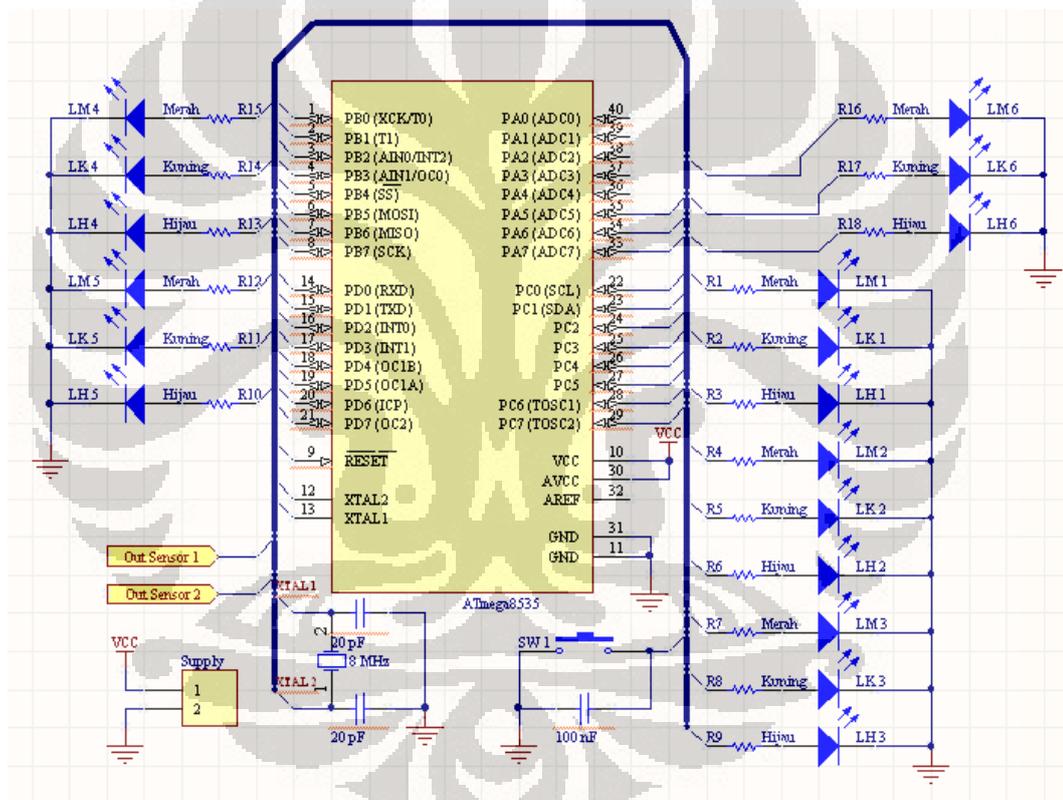


Gambar 3.9 Rangkaian sensor fotodiode.

Sumber cahaya dari LED terpisah dari rangkaian sensor fotodiode, lihat Gambar 3.9. Rangkaian ini menggunakan transistor yang difungsikan sebagai *switch* yang terhubung langsung dengan relay sehingga tegangan keluaran dc sebesar 5 volt (V_{cc}) dapat diinputkan langsung ke mikrokontroler.

3.2.4. Mikrokontroler

Pada tahap ini mikrokontroler dirancang agar dapat mengatur prosedur nyala lampu lalu lintas sesuai dengan deteksi yang diterima dari sensor yang digunakan. Penggunaan fungsi *timer* diperlukan untuk membedakan kondisi yang dihasilkan oleh perangkat sensor kepadatan lalu lintas.



Gambar 3.10 Rangkaian mikrokontroler dengan output berupa LED.

Mempertimbangkan jumlah *input*, *output* dan kemudahan proses penyimpanan program yang dibuat maka jenis mikrokontroler yang digunakan yaitu ATmega 8535. Tabel 3.3 menjelaskan penggunaan Port mikrokontroler sebagai I/O.

Tabel 3.3 Tabel Penggunaan Port Pada Mikrokontroler ATmega 8535

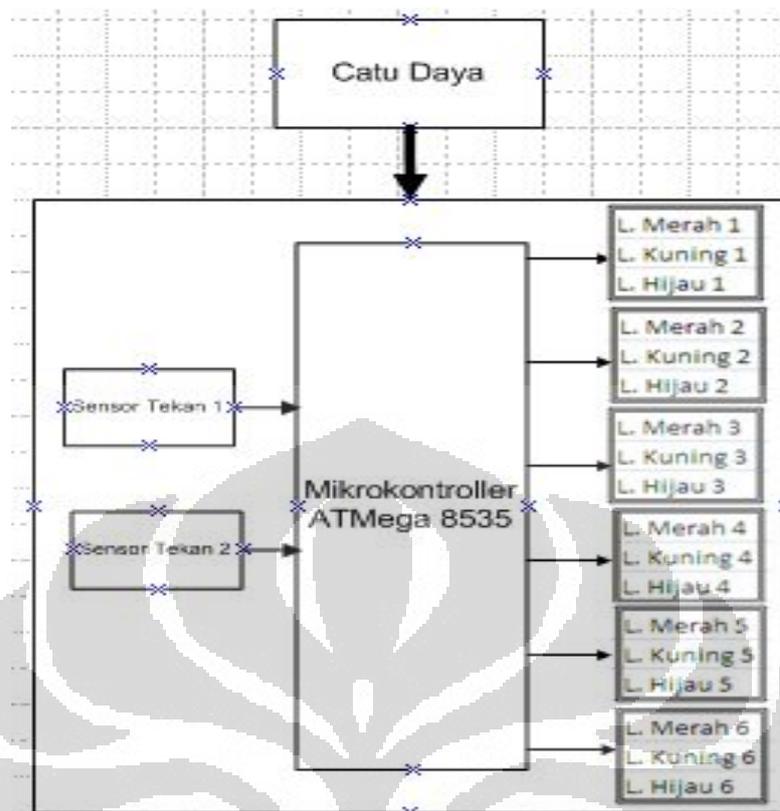
Input		Output	
LED	Port	Lampu	Port
LED 1	PD.3	LM 1	PD.6
LED 2	PD.2	LK 1	PD.4
		LH 1	PC.1
		LM 2	PD.7
		LK 2	PD.5
		LH 2	PC.0
		LM 3	PC.6
		LK 3	PC.4
		LH 3	PC.2
		LM 4	PA.3
		LK 4	PA.5
		LH 4	PA.7
		LM 5	PC.7
		LK 5	PC.5
		LH 5	PC.3
		LM 6	PA.6
		LK 6	PA.4
		LH 6	PA.2

Sebagai *output* dari mikrokontroler maka Port I/O yang digunakan yaitu Port C7-C0, Port D7-D0 dan Port A7-A5 yang kemudian dihubungkan dengan LED sebagai lampu lalu lintas. Sedangkan Port D.2 dan Port D.3 digunakan sebagai *input* hasil keluaran dari sensor fotodiode.

Pada tahap ini mikrokontroler dirancang agar dapat menentukan kondisi arus lalu lintas dan menjalankan prosedur durasi nyala lampu lalu lintas yang didasari oleh deteksi cahaya oleh sensor fotodiode sebagai akibat dari kerja sensor tekan.

3.3. Perancangan Sistem Kerja Prototipe Pengatur Lampu Lalu Lintas Memanfaatkan Sensor Tekan

Setelah membuat rancangan masing-masing bagian tahap selanjutnya adalah menggabungkan ketiga perangkat, yaitu catu daya, sensor tekan dan mikrokontroler menjadi prototipe pengatur lampu lalu lintas memanfaatkan sensor tekan. Gambar 3.11 menunjukkan diagram blok rancangan sistem secara keseluruhan dari perangkat yang akan dibuat.



Gambar 3.11 Blok diagram rancangan sistem.

Berdasarkan studi kasus pada persimpangan antara jalan Trunojoyo menuju Jalan Kyai Maja dan Jalan Sisingamangaraja diketahui bahwa jumlah kepadatan atau antrian kendaraan tidak merata pada tiap ruas jalan. Khususnya pada ruas Jalan Sisingamangaraja, antrian kendaraan yang terjadi pada ruas jalan tersebut umumnya berhubungan dengan waktu kerja para pengguna jalan. Untuk itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat mendeteksi kepadatan atau kemacetan dan menyesuaikannya dengan durasi waktu nyala lampu lalu lintas. Dengan memanfaatkan sinar LED, fotodiode, sensor tekan dan mikrokontroler, perangkat ini dirancang untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut. Perangkat ini dipasang pada miniatur perempatan jalan raya dengan menggunakan bahan *acrylic* dengan panjang 50 cm dan lebar 50 cm.

Sensor tekan yang terdiri atas LED dan fotodiode akan menghasilkan masukan kepada mikrokontroler untuk setiap perubahan yang terjadi berdasarkan kerja sensor tekan berupa tegangan 5 volt atau logika *high* atau tegangan 0 volt untuk logika *low*. Berdasarkan deteksi kepadatan kendaraan yang terjadi,

ditetapkan beberapa ketentuan durasi nyala lampu lalu lintas yang akan dijalankan oleh mikrokontroller yaitu sebagai berikut :

1. Kondisi normal, yaitu kondisi dimana penampang sensor tekan tidak tertekan atau saat penampang sensor tertekan sesaat dengan lama waktu tekan kurang dari 30 detik. Maka mikrokontroller akan menjalankan prosedur nyala lampu lalu lintas sesuai dengan Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Durasi normal nyala lampu lalu lintas persimpangan jalan. Sisingamangaraja.

Durasi Nyala Lampu Lalu Lintas					
L1M = 220 s	L2M = 170 s	L3M = 190 s	L4M = 245 s	L5M = 245 s	L6M = 245 s
L1K = 2 s	L2K = 2 s	L3K = 2 s	L4K = 2 s	L5K = 2 s	L6K = 2 s
L1H = 45 s	L2H = 95 s	L3H = 75 s	L4H = 45 s	L5H = 20 s	L6H = 20 s

Penjelasan :

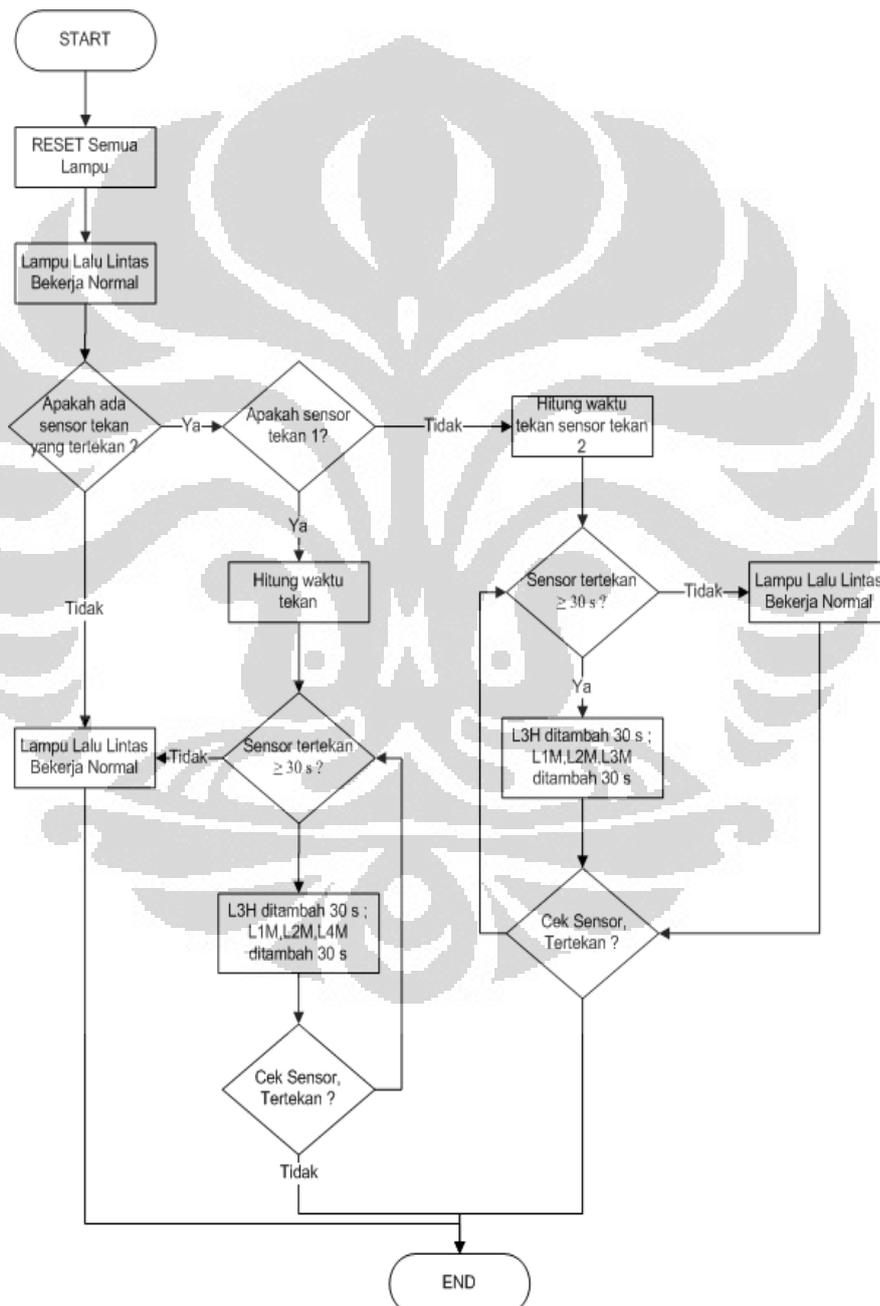
- L1 M : Lampu Merah 1
- L1 K : Lampu Kuning 1
- L1 H : Lampu Hijau 1
- L2 M : Lampu Merah 2
- L2 K : Lampu Kuning 2
- L2 H : Lampu Hijau 2
- L3 M : Lampu Merah 3 Lurus
- L3 K : Lampu Kuning 3 Lurus
- L3 H : Lampu Hijau 3 Lurus
- L4 M : Lampu Merah 4 Belok
- L4 K : Lampu Kuning 4 Belok
- L4 H : Lampu Hijau 4 Belok
- L5 M : Lampu Merah 3 Belok
- L5 K : Lampu Kuning 3 Belok
- L5 H : Lampu Hijau 3 Belok
- L6 M : Lampu Merah 4 Belok
- L6 K : Lampu Kuning 4 Belok
- L6 H : Lampu Hijau 4 Belok

2. Kondisi antri, kondisi yang terjadi pada saat penampang sensor tekan tertekan dengan waktu tekan oleh roda kendaraan selama ≥ 30 detik sehingga mikrokontroller menterjemahkan bahwa terjadi antrian kendaraan pada jalur tersebut. Selanjutnya, mikrokontroller akan menambah durasi nyala lampu hijau pada jalur yang terdeteksi terjadi antrian sebesar 30 detik dan menambahkan 30 detik juga untuk durasi nyala lampu merah pada jalur lainnya. Perubahan durasi nyala lampu ini tidak merubah urutan nyala lampu pada tiap jalurnya.

3.4. Diagram Alir Perancangan Program

Tahap selanjutnya adalah menggabungkan rangkaian penyusun perangkat tersebut berupa catu daya, sensor tekan dan mikrokontroler menjadi perangkat untuk meningkatkan efisiensi lampu lalu lintas sehingga sistem dapat bekerja secara optimal dan sesuai dengan yang diinginkan.

Gambar 3.12 merupakan diagram alir perancangan program yang telah ditentukan dalam sistem.



Gambar 3.12 Diagram alir rancangan program pada perangkat.

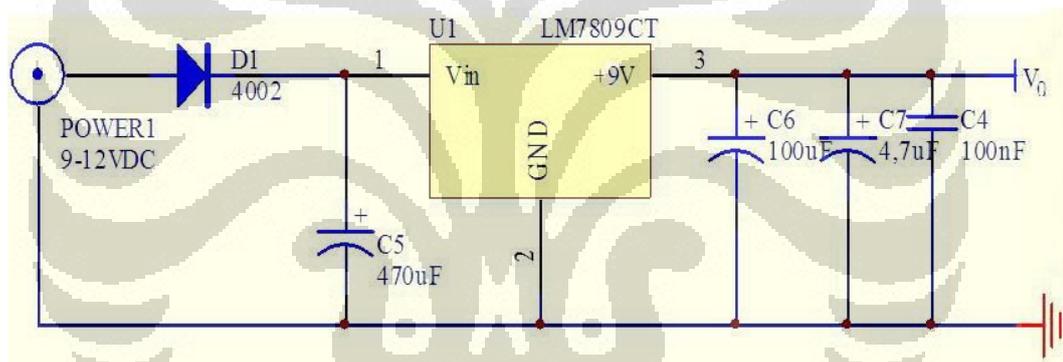
BAB 4

PENGUJIAN RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGATUR LAMPU LALU LINTAS MEMANFAATKAN SENSOR TEKAN

Pada bab ini akan dilakukan pengujian hasil rancang bangun prototipe lampu lalu lintas memanfaatkan sensor tekan. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu, pengujian catu daya, sensor tekan dan perangkat secara keseluruhannya.

4.1. Pengujian Catu Daya

Gambar 4.1 menunjukkan rangkaian catu daya yang digunakan. Catu daya ini diukur dengan cara mengukur tegangan pada titik masukan IC regulator 7809, 7805 dan tegangan keluarannya (V_o).



Gambar 4.1 Rangkaian Catu Daya [3].

Nilai tegangan keluaran yang diharapkan dari rangkaian IC regulator 7809 ini adalah 9 volt, pada titik test point no. 3 pada Gambar 4.1 dan tegangan keluaran dari IC regulator 7805 diharapkan sebesar 5 volt. Untuk itu dilakukan 5 kali pengulangan pengukuran IC regulator LM 7805, dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian masukan dan keluaran IC Regulator 7809 & 7805

NO	Masukan dan Keluaran IC Regulator	
	Keluaran dari IC Regulator LM 7809 (Volt)	Keluaran dari IC Regulator LM 7805 (V)
1	9,06	5
2	9,06	4,99
3	9,07	4,99
4	9,05	5
5	9,02	5

Dapat disimpulkan bahwa tegangan keluaran dari IC regulator cukup stabil sehingga dapat dimanfaatkan sebagai catu daya dari sistem, baik rangkaian sensor fotodiode, mikrokontroler dan *output* berupa LED yang difungsikan sebagai lampu lalu lintas pada miniatur perempatan jalan.

4.2. Pengujian Sensor Tekan

Tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian pada sensor tekan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keluaran dari sensor tekan berdasarkan respon fotodiode terhadap cahaya dari LED. Fotodiode terhubung dengan transistor dan relay yaitu rangkaian *switch* yang akan menghasilkan tegangan 0 volt (logika *low*) ketika penampang sensor antrian tidak tertekan sehingga fotodiode tidak menerima cahaya LED dan sebaliknya ketika penampang sensor tekan tersebut tertekan, cahaya LED akan langsung diterima oleh fotodiode untuk kemudian menghasilkan tegangan sebesar 5 volt (logika *high*). Tabel 4.2 memperlihatkan hasil pengujian dari sensor tekan saat tertekan dan tidak.

Tabel 4.2 Hasil pengujian sensor tekan

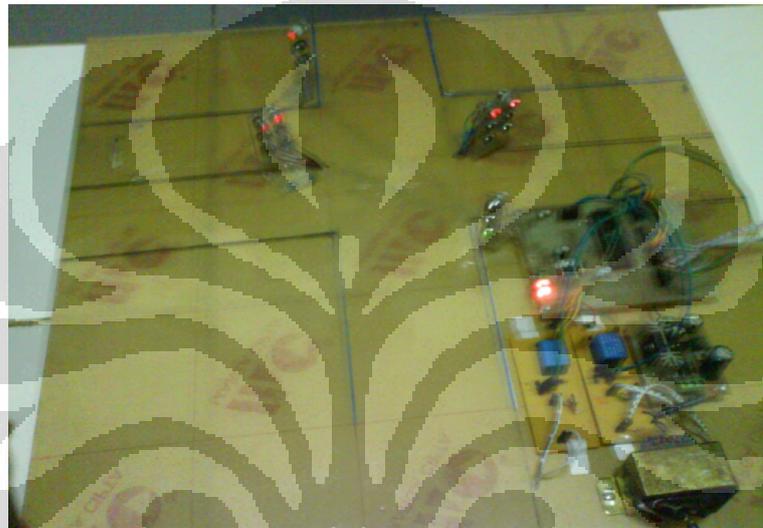
	Relay	Teg. Fotodiode (Volt)	Teg. Keluaran (Volt)
Sensor Tdk Tertekan	OFF	0,8	0
Sensor Tertekan	ON	0,2	5

Data tersebut merupakan hasil pengujian atas sensor tekan yang keduanya menggunakan rangkaian yang identik. Berdasarkan data pengujian tersebut disimpulkan bahwa rangkaian sensor tekan telah bekerja sesuai perancangan.

4.3. Pengujian Modul Perangkat Secara Keseluruhan

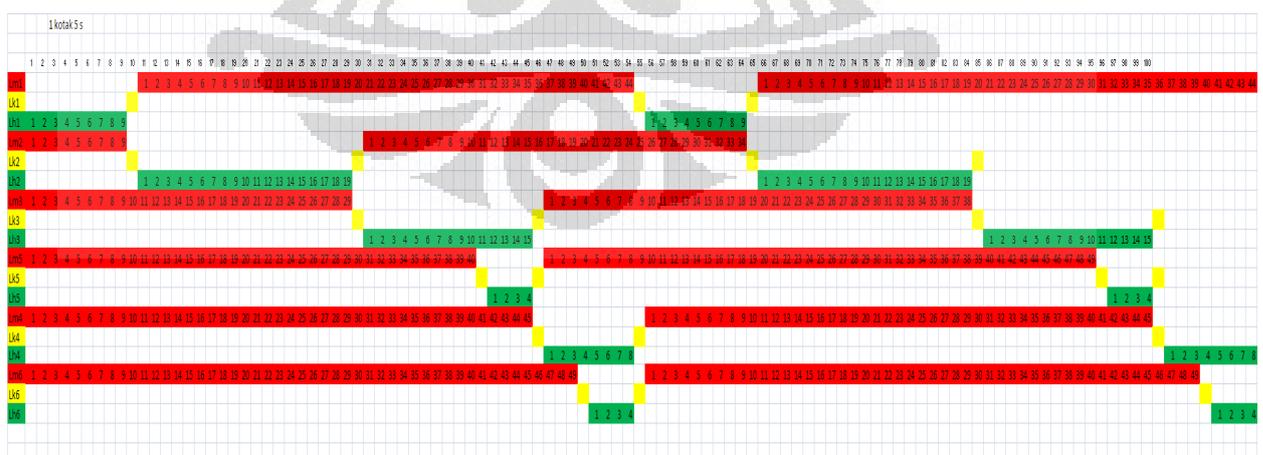
Pada tahap ini dilakukan pengujian perangkat secara keseluruhan yaitu penggabungan antar catu daya, rangkaian sensor, mikrokontroler dan LED sebagai lampu lalu lintas pada miniatur perempatan jalan raya. Berikut adalah hasil pengujian dari beberapa kondisi yang ada yaitu :

1. Kondisi normal, ketika sensor antrian tidak aktif maka lampu lalu lintas menyala sesuai dengan durasi normal yang telah ditentukan dan diprogram ke mikrokontroler ATmega 8535.



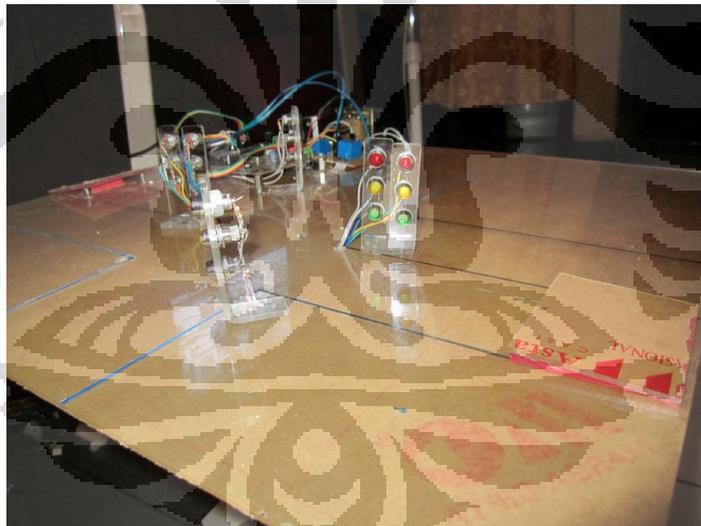
Gambar 4.2 Simulasi perangkat dalam kondisi normal

Adapun *timing* diagram yang didapat dari hasil pengujian sebagai berikut :



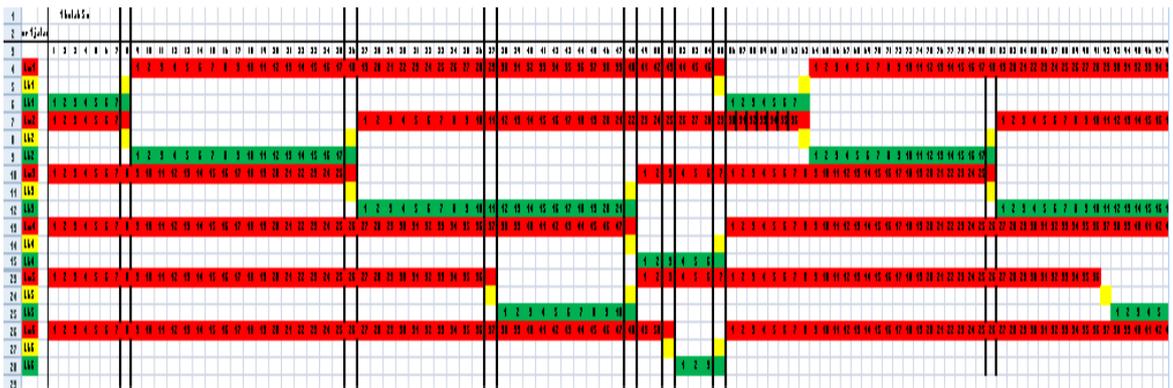
Gambar 4.3 *Timing* diagram nyala lampu lalu lintas dalam kondisi normal

2. Kondisi terjadi antrian, ketika fotodiode tidak menangkap cahaya infra merah karena terhalangi oleh kendaraan. Setiap fotodiode terhalang dari cahaya infra merah maka *timer* bekerja sesuai dengan program yaitu akan menghitung sampai 30 detik sampai mikrokontroler memastikan bahwa telah terjadi antrian pada salah satu jalur pada miniatur jalan raya. Gangguan yang menghalangi ditangkapnya cahaya dari LED oleh fotodiode akan diperiksa oleh mikrokontroler sensor pada jalur mana yang mendeteksi ada antrian kendaraan. Mikrokontroler akan menjalankan program durasi nyala lampu kondisi normal sampai lampu pada jalur yang terdeteksi ada antrian mendapatkan gilirannya. Setelah lampu hijau dari lajur tersebut menyala maka mikrokontroler akan otomatis menjalankan program durasi nyala antri yaitu proses kerja dimana mikrokontroler akan menambahkan 30 detik pada durasi waktu nyala lampu hijau pada jalur tersebut dan menambahkan 30 detik juga pada masing-masing lampu merah pada lajur lainnya. Berikut adalah gambar dan hasil pengujian terhadap kedua sensor tekan.

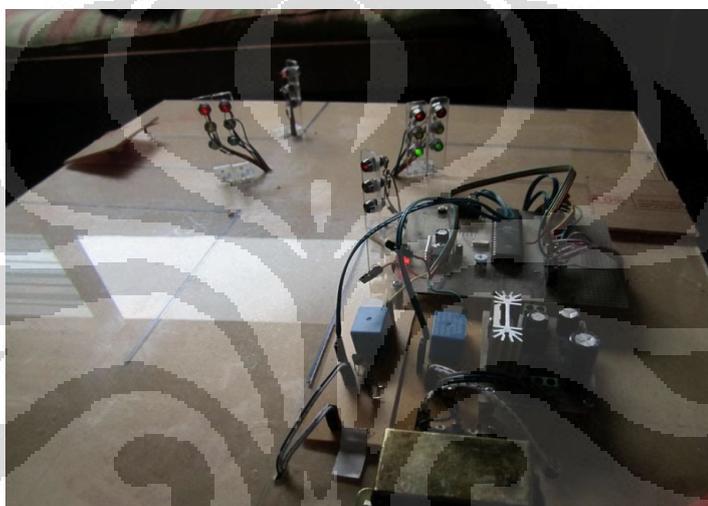


Gambar 4.4 Kondisi ketika penampang sensor menghalangi sinar LED ke fotodiode pada sensor tekan 1

Gambar 4.4 menunjukkan nyala lampu pada jalur yang terpasang sensor tekan 1. Adapun *timing* diagram yang didapat dari hasil pengujian atas kondisi dimana cahaya LED ke fotodiode terhalang penampang pada sensor tekan 1 sebagai berikut :

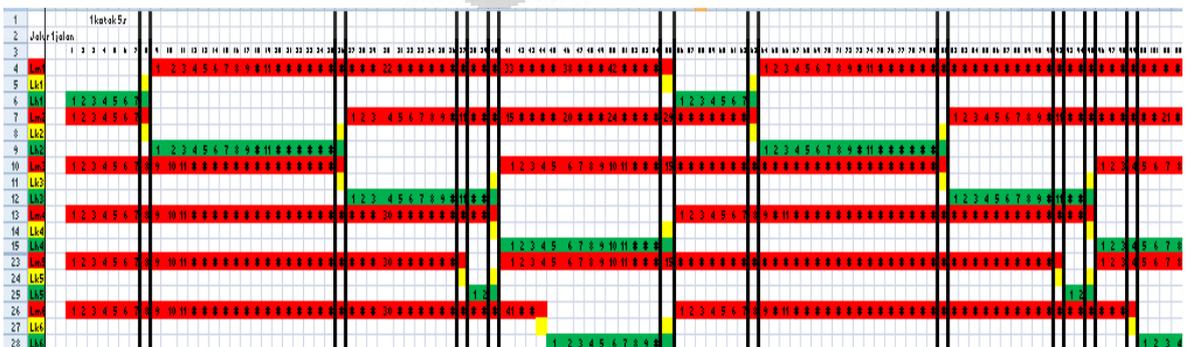


Gambar 4.5 *Timing* diagram nyala lampu lalu lintas dalam kondisi sensor 1 ditekan.



Gambar 4.6 Kondisi ketika penampang sensor menghalangi sinar LED ke fotodiode pada sensor tekan 2

Gambar 4.6 menunjukkan nyala lampu pada jalur yang terpasang sensor tekan 2. *Timing* diagram yang didapat dari hasil pengujian atas kondisi dimana cahaya LED ke fotodiode terhalang penampang pada sensor tekan 2 sebagai berikut :



Gambar 4.7 *Timing* diagram nyala lampu lalu lintas dalam kondisi sensor 2 ditekan.

Setelah perangkat secara keseluruhan dijalankan sesuai dengan ketentuan, maka diketahui proses kerja sistem secara keseluruhan bekerja dengan baik.

4.4. Analisa Sistem Secara Keseluruhan

Hasil data pengukuran terlihat bahwa secara keseluruhan telah sesuai dengan perancangan, meski pun ada sedikit kendala dalam pembuatan dan peletakan sensor tekan. Sensor antrian harus didesain dengan baik agar dapat memposisikan LED dan fotodioda sejajar pada masing-masing sensor antrian sehingga fotodioda dapat merespon dengan baik setiap perubahan yang diberikan pada penampang sensor. Selain itu juga dibutuhkan perangkat tambahan yang berfungsi sebagai *display* dari waktu nyala pada tiap lampu agar dapat memudahkan dalam pengawasan durasi lampu lalu lintas tersebut.

Hal lain yang perlu diperhatikan ialah mengenai penempatan posisi sensor tekan pada badan jalan. Sensor tekan harus dipasang pada posisi yang tepat agar penampang sensor dapat benar-benar tertekan oleh roda dari setiap kendaraan yang melintas untuk selanjutnya dapat memberikan informasi yang tepat kepada mikrokontroler dalam membedakan kondisi normal atau kondisi antri. Didasari hasil perancangan dan agar dapat mengurangi panjang antrian maka pada miniatur perempatan Jalan Sisingamangaraja, sensor tekan 1 dipasang pada jalur 3 dengan jarak 10 cm terhadap persimpangan sedangkan pada jalur 4, sensor tekan 2 dipasang dengan jarak 20 cm terhadap persimpangan.

BAB 5

KESIMPULAN

Setelah melakukan rancang bangun dan pengujian prototipe pengatur lampu lalu lintas memanfaatkan sensor tekan pada miniatur perempatan jalan raya Sisingamangaraja yang bersimpangan dengan Jalan Kyai Maja dan Jalan Trunojoyo, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat telah bekerja sesuai hasil perancangan. Dalam kondisi normal, masing-masing led yang difungsikan sebagai lampu lalu lintas menyala bergantian dengan durasi nyala sesuai dengan kondisi sebenarnya.

2. Ditunjukkan pula bahwa perangkat mampu mendeteksi adanya antrian pada kedua badan jalan yang dipasang sensor tekan. Durasi nyala lampu lalu lintas akan berubah secara otomatis ketika salah satu penampang sensor tekan dalam kondisi tertekan selama 30 detik. Dalam kondisi tersebut maka khusus pada jalur yang terdeteksi terjadi antrian akan terjadi penambahan durasi nyala lampu hijau selama 30 detik yang kemudian juga mempengaruhi durasi lampu pada ketiga jalur lainnya yaitu penambahan durasi nyala lampu merah selama 30 detik pula untuk masing-masing jalur tersebut.

DAFTAR ACUAN

- [1] Sinaga, Tri Agus (2010). *Light Control Traffic Control Using Microcontroller With Infra Red Sensor*
papers.gunadarma.ac.id/index.php/tk/article/viewFile/1042/987
- [2] Mardita, Rizki (2010). *Control and Monitoring System Of Traffic Light Trough The Internet Using Webcam*
papers.gunadarma.ac.id/index.php/computer/article/view/589/551
- [3] Manto (2010). *Perangkat Pengatur Timer Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Antrian Kendaraan*. Depok.
- [4] Universitas Widyagama (2008). *Rekayasa Lalu Lintas*. April 2011
K12008.widyagama.ac.id/rl/
- [5] Seling, Duan Kelvin (2002). *Light Emitting Diodes An Analysis on Construction, Material, Uses and Socio-economic Impact*, April 2011
<http://www.sjsu.edu/faculty/selvaduray/page/papers/mate115/duanseling.pdf>
- [6] DPTips Central. *The World of Invisible Light*. April 2011
<http://www.dptips-central.com/infrared-light.html>
- [7] StarNine Technologies. *LED Device Structure*. Maret 2011
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electronic/led.html>
- [8] Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (2010). *Detektor Cahaya*. April 2011
lecturer.eepis-its.edu/~huda/OPTIK/Kuliah_5_6.doc
- [9] Fairchild Semiconductor. *LM 7805*. April 2011
www.datasheetcatalog.org/datasheet/fairchild/LM7805.pdf
- [10] Atmel. *ATMega8535*. April 2011
www.datasheetcatalog.org/datasheet/atmel/2502S.pdf
- [11] *Rectifier, Filter dan Regulator*. April 2011
<http://m-edukasi.net/online/2007/filterdanregulator/filter.html>