

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN PRODUK TERAPAN**



**PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING LAMPU LALU LINTAS BERBASIS  
MICROCONTROLLER DENGAN SMS JARINGAN GSM**

**TIM PENGUSUL**

**Dr. Eng. Aleksander Purba, S.T, M.T.      NIDN. 0007116803**

**Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.      NIDN. 0004107402**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

**NOVEMBER 2017**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PENELITIAN PRODUK TERAPAN**

Judul Penelitian : PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING LAMPU LALU LINTAS BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN SMS JARINGAN GSM

Kode/Nama Rumpun Ilmu : 421/Teknik Sipil

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr.Eng. ALEKSANDER PURBA,S.T.,M.T.

b. NIDN : 0007116803

c. Jabatan Fungsional : Lektor

d. Program Studi : Teknik Sipil

e. Nomor HP/Surel : 0821-8328-9745/aleksander.purba@eng.unila.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Dr. RAHAYU SULISTYORINI,S.T.,M.T.

b. NIDN : 0004107402

c. Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Lama Penelitian Keseluruhan : 3 tahun

Usulan Penelitian Tahun ke- : 1

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 225,000,000.00

Biaya Penelitian

- diusulkan ke DRPM : Rp 75,000,000.00

- dana internal PT : Rp 0

- dana institusi lain : Rp 0 /in kind tuliskan:

Kota Bandar Lampung, 02 - 11 - 2017

Ketua Peneliti



( Dr. Eng. ALEKSSANDER PURBA,S.T.,M.T. )  
NIP/NIK 196811072000121001



## IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Pengembangan Sistem Monitoring Lampu Lalulintas Berbasis Microcontroller dengan SMS Jaringan GSM

2. Tim Peneliti

No.	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Curahan Waktu (jam/minggu)
1.	Dr. Eng. Aleksander Purba, S.T, MT	Ketua	Rekayasa Lalulintas	FT UNILA	15 jam/minggu
2.	Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T, MT	Anggota 1	Rekayasa Lalulintas	FT UNILA	12 jam/minggu

3. Obyek Penelitian : Monitoring Lampu Lalulintas memanfaatkan teknologi SMS dengan jaringan GSM

4. Masa Pelaksanaan

Mulai : Bulan Mei Tahun 2017

Berakhir : Bulan November Tahun 2020

5. Usulan Biaya DRPM Ditjen Penguatan Risbang

Tahun Pertama: Rp. 60.000.000

Tahun Kedua : Rp. 60.000.000

Tahun Ketiga : Rp. 60.000.000

6. Lokasi Penelitian

Kota Bandar Lampung

7. Instansi yang terlibat dan kontribusinya:

Dinas Perhubungan Kota Bandar Lampung yang berwenang dalam pengaturan lampu lalulintas serta satuan lalulintas Polresta Bandar Lampung yang akan membantu kelancaran survei dan pemasangan alat serta pelaksanaan dilapangan.

8. Temuan yang ditargetkan (beri penjelasan):

Basis data, studi kelayakan, dan perancangan sistem monitoring gangguan pada lampu lalulintas merupakan sasaran kegiatan yang secara langsung bermanfaat bagi Ilmu Pengetahuan, Pemerintah Daerah dan Pemerintah Pusat. Sedangkan produk atau prototypenya merupakan kegiatan yang diupayakan untuk ditindaklanjuti untuk kegiatan hibah yang lain dengan produk yang memungkinkan untuk dipasarkan

9. Kontribusi Mendasar Pada Suatu Bidang Ilmu:

Sistem perangkat lampu lalu lintas dengan kemampuan untuk mendiagnosa sendiri (self diagnose) fungsi kerja rangkaian elektroniknya, dimana jika mengalami gangguan, segera dapat terdeteksi dan melaporkannya menggunakan layanan Short Message Service (SMS) ke suatu unit monitoring yang dapat diletakkan dimanapun sejauh terjangkau layanan

komunikasi nirkabel Global System for Mobile communications (GSM).

10. Jurnal Ilmiah yang Menjadi Sasaran:

Telecommunication Systems Journal Tahun 2018

Journal of JSCE, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management) Tahun 2020

11. Rencana Luaran Lainnya:

Buku Referensi Tahun 2019

## Ringkasan:

Salah satu syarat mutlak untuk mencegah terjadinya kemacetan dan kecelakaan dalam berlalu-lintas adalah jaminan lampu lalu-lintas untuk selalu berfungsi secara kontinyu. Kondisi yang ada saat ini, sering kali apabila terjadi gangguan pada lampu lalu-lintas, adanya waktu tunda (delay) yang cukup signifikan antara waktu saat pertama kali lampu lalu-lintas mengalami gangguan dengan waktu perbaikannya bisa hingga 3 hari. Hal ini disebabkan oleh lambatnya laporan gangguan yang diterima oleh pihak yang berwenang oleh masyarakat. Akibatnya bisa dibayangkan aktivitas lalu lintas di persimpangan tanpa lampu pengatur lalu lintas yang normal.

Penelitian ini bertujuan membuat sistem perangkat lampu lalu lintas dengan kemampuan untuk mendiagnosa sendiri (self diagnose) fungsi kerja rangkaian elektroniknya, dimana jika mengalami gangguan, segera dapat terdeteksi dan melaporkannya menggunakan layanan Short Message Service (SMS) ke suatu unit monitoring yang dapat diletakkan dimanapun sejauh terjangkau layanan komunikasi nirkabel Global System for Mobile communications (GSM). Untuk deteksi gangguan yang terjadi digunakan mikrokontroler sebagai pengendali utama. Output yang diharapkan diperoleh dari penelitian ini adalah sebuah sistem monitoring lampu lalu-lintas yang mampu menginformasikan jenis gangguan lampu lalu-lintas yang terjadi, waktu (jam, hari dan tanggal) terjadi gangguan dan lokasi lampu lalu-lintas.

Keluaran dari penelitian ini diharapkan akan terbentuk aplikasi *integrating smart monitoring traffic light* di Provinsi Lampung yang bisa bermanfaat bagi instansi yang membutuhkan seperti Dinas Perhubungan, Bappeda, Dinas PU, Kepolisian serta Dunia Akademis. Selain itu diharapkan terwujud sistem monitoring dapat dikembangkan ke arah integrasi layanan *traffic light monitoring system* ke dalam layanan *mobile application* dalam hitungan detik saja.

Perangkat sistem monitoring lampu lalu lintas yang dirancang pada dasarnya adalah sebagai perangkat yang berfungsi untuk menginformasikan secara cepat kondisi lampu lalu lintas apabila terjadi gangguan. Untuk mempercepat sampainya informasi dan tidak terkendala pengkabelan, dipilihlah layanan komunikasi wireless (tanpa kabel) yaitu dengan menggunakan dua buah handphone dengan sarana layanan komunikasi GSM. Pada mikrokontroler disimpan sebuah program yang dapat mendeteksi kondisi tidak normal yang terjadi pada lampu lalu lintas dan secara otomatis mikrokontroler akan men-drive handphone untuk mengirimkan SMS yang berisikan informasi bahwa telah terjadi ketidaknormalan lampu lalu lintas. Komputer pribadi (PC) dengan bantuan perangkat lunak yang dibangun dengan Visual Basic 6 dapat mengambil data SMS tersebut dari handphone dan menampilkan isi SMS tersebut dalam layar monitor. Sistem perangkat lunak yang dibangun bersifat autorespon, artinya komputer akan secara otomatis meng-update apabila ada informasi terbaru yang datang dan menampilkan informasi yang diterima oleh handphone pada layar monitor. Selain itu informasi yang diterima akan ditampung pada sebuah database.

Hasil keluaran penelitian ini adalah suatu sistem pemantauan lampu lalu lintas yang terintegrasi dengan *mobile application* secara real time kurang dari satu menit. Hal ini selain sebagai penguatan kapasitas akademik dan penelitian di Universitas Lampung, juga akan memberikan nilai tambah kepada Universitas Lampung melalui diseminasi hasil penelitian bahkan HKI. Hasil penelitian ini juga akan menjadi sumbangan yang sangat bermanfaat bagi pemerintah dan masyarakat.

Key Word: *traffic light monitoring, mobile communication, self diagnose*

Rencana capaian tahunan penelitian ini adalah selama 3 tahun dengan rincian seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Rencana Target Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian		
			Tahun 2017	Tahun 2018	Tahun 2019
1.	Publikasi Ilmiah	Internasional			Published
		Nasional Terakreditasi		Published	
2.	Pemakalah dalam Temu Ilmiah	Internasional		Terdaftar	
		Nasional	Terdaftar		
3.	Invited Speaker dalam Temu Ilmiah	Internasional			Draft
		Nasional		Draft	
4.	Visiting Lecturer	Internasional	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	HKI	Paten	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Paten sederhana	Tidak ada	Tidak ada	Draft
		Hak Cipta	Tidak ada	Tidak ada	Draft
		Merk Dagang	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Rahasia Dagang	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Desain Produk Industri	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Indikasi Geografis	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan Varietas Tanaman	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan Topografis Sirkuit Terpadu	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
6.	Teknologi Tepat Guna		Draft	Produk	
7.	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/Rekayasa Sosial		Draft	Produk	
8.	Buku Ajar (ISBN)		Draft	Sudah Terbit	
9.	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)	3	5	7	

Dalam rangka memberikan kontribusi penting dalam pengambilan kebijakan di bidang transportasi, penelitian ini pada **Tahun 1** (2017) akan fokus pada menyiapkan semua peralatan yang dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan ini, studi literatur dan melakukan koordinasi dengan instansi terkait. Untuk melakukan kegiatan pembuatan sistem monitoring lampu lalu lintas serta pengenalan pembuatannya serta sosialisasi penerapan sistem ini. Pada tahap ini dilakukan kunjungan ke lokasi untuk menentukan tempat (lokasi) pemasangan sistem monitoring lampu lalu lintas ini, yaitu di beberapa persimpangan yang terletak di jalan utama di kota Bandar Lampung. Tahap selanjutnya adalah perancangan alat. Tahapan yang dilakukan dalam perancangan alat secara berurutan adalah sebagai berikut:

#### 1. Perancangan model sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan yang menyeluruh terhadap sistem perangkat pemantau (monitoring) kondisi lampu lalu lintas yang terdiri atas blok-blok sistem, yaitu : simulator, mikrokontroler sebagai pengolah data serta program aplikasi pada PC yang meliputi monitoring dan database. Hasil dari perancangan sistem adalah berupa diagram blok yang memiliki kaitan antara satu dengan lainnya.

#### 2. Perancangan rangkaian

Perancangan rangkaian adalah merupakan realisasi dari blok-blok yang ada pada perancangan sistem. Dalam perancangan rangkaian ditentukan komponen-komponen yang diperlukan untuk mewujudkan fungsi kerja dari setiap blok. Setelah komponen-komponen yang diperlukan ditentukan, dilakukan penghubungan antara komponen yang satu dengan yang lain sesuai dengan fungsi dari masing-masing pin komponen. Selain itu dilakukan juga perancangan algoritma program yang mengendalikan fungsi kerja kontroler.

#### 3. Perancangan Program Aplikasi

Dalam tahap ini dilakukan perancangan program aplikasi berupa hasil monitoring terhadap kondisi lampu lalu lintas, dan aplikasi yang mampu menampung atau menyimpan seluruh hasil akhir monitoring dalam sebuah database, serta melakukan penampilan hasil akhir monitoring pada layar monitor PC. Proses perancangan ini diawali dengan perancangan algoritma program aplikasi dan diakhiri dengan hasil akhir yaitu berupa sebuah aplikasi perangkat lunak (software).

Pada tahap 1 atau Tahun I ini juga disusun hasil kajian yang akan dipublikasikan pada jurnal/conference internasional dan nasional. Pada **Tahun II** (2018) fokus penelitian adalah pembuatan alat. Dalam tahap ini dilakukan realisasi dari hasil rancangan rangkaian yang telah dibuat. Pembuatan rangkaian alat dilakukan pertama kali menggunakan Project Board, jika rangkaian telah bekerja sesuai dengan fungsi yang diinginkan maka rangkaian dibuat ke dalam

bentuk PCB (Printed Circuit Board). Namun jika ada beberapa fungsi yang tidak bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan maka akan dilakukan peninjauan ulang



terhadap rancangan rangkaian, baik itu berupa peninjauan terhadap pemilihan jenis komponen, pola hubungan antar kaki komponen atau algoritma program yang ada pada kontroler. Realisasi dari program aplikasi yang dibuat dilakukan dengan membuat program atas algoritma yang telah dibuat. Dalam penelitian ini bahasa pemrograman yang digunakan adalah Visual Basic 6. Hasil akhir dari realisasi program aplikasi adalah software dengan tampilan GUI (graphic user interface) yang memiliki fungsi mengambil data dari Handphone, menampilkan hasil monitoring kondisi lampu lalu lintas, dan melakukan dokumentasi data ke dalam sebuah file database.

Selanjutnya dilakukan tahapan pengujian dan analisis rangkaian. Dalam tahapan ini ada beberapa pengujian terhadap alat yang dibuat, yaitu:

1. Menguji respon alat terhadap berbagai kondisi yang diberikan oleh simulator.
2. Menguji waktu pengiriman data oleh transmitter dengan waktu sampainya data pada receiver dengan berbagai variasi jarak antara station dan server.
3. Menguji waktu pengiriman data oleh transmitter dengan waktu sampainya data pada receiver dengan berbagai variasi waktu pengiriman.

Dari ketiga proses pengujian diatas akan dianalisa kehandalan kerja dari sistem, yaitu :

1. Apakah sistem mampu merespon segala aktivitas yang ditimbulkan oleh simulator. Apakah sistem dapat bekerja dengan toleransi waktu tunda pengiriman rata-rata dibawah satu menit dalam berbagai variasi jarak yang diuji cobakan antara station dan server.
2. Apakah sistem dapat bekerja dengan toleransi waktu tunda pengiriman rata-rata dibawah satu menit dalam berbagai variasi waktu saat pengiriman data. terhadap pengembangan aplikasi penyimpanan data.

Pada **Tahun Ketiga** (2019) dilakukan uji respon perangkat stasion, dengan simulasi gangguan oleh simulator. Untuk pengujian pada tahap ini difokuskan untuk menganalisis kinerja dan kemampuan dari sistem dalam merespon setiap aktivitas yang terjadi pada simulator terutama dalam melaporkan informasi ketidaknormalan dalam bentuk SMS. Pada tahap ini akan dilihat jenis aktivitas/ ketidaknormalan yang diciptakan oleh simulator, jenis gangguan yang disimulasikan serta jenis gangguan yang diterima komputer. Dari catatan akan dilihat apakah stasion telah mampu merespon segala jenis ketidaknormalan yang dikenalnya dan melaporkannya melalui SMS sesuai dengan ketidaknormalan yang terjadi sebenarnya.

Tahap selanjutnya adalah hasil uji pengaruh lokasi *station* terhadap selang waktu antara SMS dikirim dengan SMS diterima. Untuk pengujian pada tahap ini difokuskan untuk menganalisis pengaruh variasi lokasi dari *station*, terhadap cepat atau lambatnya informasi yang dikirimkan melalui SMS sampai ke komputer server. Pengujian dilakukan dengan menempatkan bagian *station* di tempat berbeda secara bergantian, sedangkan untuk lokasi peletakan sistem server tidak berubah-ubah pada satu lokasi. Dari hasil ini akan dilihat pengaruh jauh atau dekatnya jarak antara lokasi *station* dengan lokasi server terhadap lambat atau cepatnya proses pengiriman informasi. Untuk target kehandalan sistem yang telah ditetapkan diawal pembuatan sistem, dilihat antara waktu tunda informasi dikirim dengan informasi diterima dengan berbagai variasi jarak.

## **Progress Tahun I (2017)**

### **OPERASI LAMPU LALU-LINTAS**

#### **A. Lampu Lalu Lintas**

Bentuk pengaturan lalu lintas yang dikembangkan untuk mengurangi jumlah konflik dan meningkatkan keamanan jalan adalah lampu lalu lintas. Pengaturan lampu lalu lintas dimaksudkan untuk mencegah lalu lintas berjalan terus, dengan mengatur kesempatan kendaraan untuk berjalan setelah dihentikan dengan urutan tertentu pada arus lalu lintas yang mengalami konflik. [Hobbs, 1995]

##### **1. Ciri-ciri Fisik Lampu Lalu Lintas**

Lampu lalu lintas terdiri atas lensa merah, kuning dan hijau yang terpisah dan berdiameter 8 atau 12 inchi, masing-masing dilengkapi sumber cahaya sendiri. Lampu lalu lintas dipasang pada tiang atau siku-siku di luar batas jalan atau digantung di atas persimpangan jalan. Tinggi lampu yang dipasang pada tiang disarankan 8 sampai 15 kaki di atas trotoar atau di perkerasan trotoar. [Hobbs, 1995]

Instruksi jalan yang dinyatakan oleh lampu lalu lintas pada suatu persimpangan mengikuti suatu urutan tertentu yang di Inggris adalah warna merah, merah dan kuning bersama-sama, kuning dan hijau. Periode kuning distandarkan selama 3 detik, merah dan kuning bersama-sama adalah 2 detik. Setiap pengulangan lampu lalu lintas keseluruhan disebut satu siklus sinyal. Pengendali yang sederhana adalah pengaturan waktu pada persimpangan jalan tunggal yang dapat mengatur satu sampai beberapa indikasi lampu lalu lintas. [Hobbs, 1995]

##### **2. Tujuan Pemasangan Lampu Lalu Lintas**

Setiap pemasangan lampu lalu lintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi yang tersebut seperti berikut ini :

- a. Mendapatkan gerakan lalu lintas yang teratur.
- b. Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada perempatan jalan.
- c. Mengurangi frekuensi jenis kecelakaan tertentu.
- d. Mengoordinasikan lalu lintas di bawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalu lintas tetap berjalan terus-menerus pada kecepatan tertentu.
- e. Memutuskan arus lalu lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberang kendaraan lain atau pejalan kaki.
- f. Sebagai pengendali pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan.

[Clarkson, 1993]

### **3. Lampu Lalu Lintas Waktu Tetap**

Panjang siklus adalah waktu yang diperlukan untuk suatu rangkaian indikasi lampu lalu lintas yang lengkap dan besarnya antara 30 sampai 120 detik. Lampu lalu lintas waktu tetap diatur untuk menghalangi dengan pewaktuan secara tetap pada interval tertentu. Setiap jalur jalan pada persimpangan normal, lampu lalu lintas dapat melewati suatu kendaraan setiap 2,1 detik lampu hijau. Interval kuning sesudah periode hijau biasanya 3 sampai 6 detik tergantung pada lebar jalan dan kecepatan kendaraan yang mendekati persimpangan. [Hobbs, 1995]

Aspek berhenti pada suatu persimpangan jalan mengakibatkan terkumpulnya kendaraan dalam antrian di belakang garis henti. Pelepasan antrian ini terjadi setelah mereka menerima lampu hijau dan akan bergerak mula-mula dalam bentuk kumpulan. Bila kumpulan ini mendekati persimpangan lain yang diatur dengan lampu lalu lintas maka dibuat bersamaan dengan

penerima hak jalan lampu hijau, sehingga kendaraan ini tidak mengalami waktu tunda.  
[Hobbs, 1995]

#### **4. Peralatan Rambu Lalu Lintas**

Peralatan rambu yang digunakan untuk lampu lalu lintas adalah :

a. Kontroler

Pada dasarnya adalah suatu alat pengatur waktu yang melaksanakan operasi penyaklaran (on-off) pada seperangkat lampu lalu lintas berdasarkan suatu program tertentu. Suatu kontroler pada umumnya melaksanakan urutan pengaturan waktu secara elektronik.

b. Detektor dan Prosesor

Detektor kendaraan diperlukan untuk menunjukkan kehadiran suatu kendaraan. Detektor dapat berupa pneumatik, magnetik, elektronik maupun mekanik yang dipasang di bawah atau di atas permukaan jalan. Teknologi elektronika berupa prosesor mikro memungkinkan untuk memonitor lalu lintas dalam batas yang dapat dilaksanakan dengan mengukur parameter seperti kecepatan kendaraan, jarak kendaraan, jumlah klasifikasi, jumlah volume kendaraan serta pengukuran lain yang didasari distribusi detektor. [Hobbs, 1995]

#### **B. *Short Message Service (SMS)***

*Short Message Service (SMS)* merupakan fasilitas standar dari *Global System for Mobile Communication (GSM)*. Fasilitas ini dipakai untuk mengirim dan menerima pesan dalam bentuk teks ke dan dari sebuah ponsel. [Budi, 2004]

##### **1. Elemen-elemen SMS**

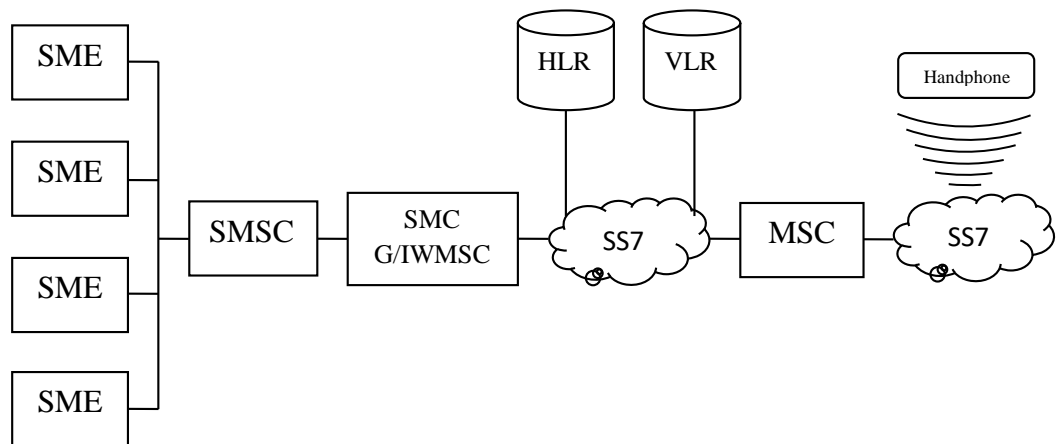
Adapun elemen-elemen penyusun SMS adalah :

**a. Short Messaging Entities**

*Short Messaging Entity* (SME) adalah suatu piranti yang dapat menerima atau mengirim pesan pendek. SME dapat berada dalam jaringan *fixed*, sebuah piranti bergerak (*mobile*) maupun berupa pusat layanan (*service centre*) lainnya.

**b. Short Message Service Centre**

*Short Message Service Centre* (SMSC) adalah kombinasi perangkat keras dan lunak yang bertanggung jawab memperkuat, menyimpan dan meneruskan pesan pendek antara SMS dan piranti bergerak. SMSC harus memiliki kehandalan, kapasitas pelanggan, dan *throughout* pesan yang tinggi. Selain itu, SMS juga harus dapat diskalakan dengan mudah untuk mengakomodasikan peningkatan permintaan SMS dalam jaringan yang ada. SMSC men-transfer pesan dalam format *point to point* pada sistem yang melayani.



Gambar 1. Koneksi SMSC terhadap MSC, HLR yang dilakukan melalui *Signal Transfer Point* (STP).

**c. SMS-Gateway dan SMS-Interworking Mobile Switching Centre**

*SMS gateway Mobile Switching Centre* (SMS-GSMC) adalah sebuah aplikasi MSC yang mampu menerima pesan singkat dari SMSC, menginterogasi *home location*

*register (HLR)* untuk informasi routing, serta mengirimkan pesan pendek tersebut ke MSC dan piranti bergerak yang dituju.

**d. *Home Location Register***

*Home Location Register (HLR)* adalah basis data yang dipergunakan untuk penyimpanan permanen, pengelolaan langganan dan profil layanan. Ketika diinterogasi oleh SMSC, HLR memberikan informasi routing mengenai pelanggan yang dituju.

**e. *Mobile Switching Centre***

*Mobile Switching Centre (MSC)* melakukan fungsi penyaklaran sistem dan mengendalikan ke dan dari sistem telepon dan data yang lain. MSC akan mengirimkan pesan pendek ke pelanggan tertentu melalui base station yang sesuai.

**f. *Visitor Location Register***

*Visitor Location Register (VLR)* adalah basis data yang berisi informasi temporal mengenai pelanggan yang berasal dari suatu HLR yang roaming ke HLR lainnya. Informasi ini dibutuhkan oleh MSC untuk melayani pelanggan yang berkunjung.

**g. *Base Station System (BSS)***

Semua fungsi yang terkait dengan transmisi sinyal radio elektromagnetik antara MSC dan peranti bergerak dilakukan di *Base Station Centre (BSC)*. BSS terdiri dari *Base Station Controllers (BTSs)*, juga dikenal sebagai wilayah sel. BSC dapat mengendalikan satu atau lebih BTS dan bertanggung jawab dalam pemberian sumber daya yang semestinya ketika pelanggan bergerak dari satu sektor suatu BTS ke sektor lain, terlepas dari apakah sektor berikutnya tersebut berada dalam BTS yang sama ataupun berbeda.

## 2. Mekanisme *Store and Forward* pada SMS

SMS adalah tipe data *asynchronous message* yang pengiriman datanya dilakukan dengan mekanisme protokol *store and forward*. Hal ini berarti bahwa pengirim dan penerima SMS tidak perlu berada dalam status berhubungan (*connected / on-line*) satu sama lain ketika akan saling bertukar pesan SMS.

Pengiriman pesan SMS secara *store and forward* berarti pengirim pesan SMS menuliskan pesan dan nomor telepon tujuan dan kemudian mengirimkannya (*store*) ke server SMS (SMSC) yang kemudian bertanggung jawab untuk mengirimkan pesan tersebut (*forward*) ke nomor telepon tujuan.

Keuntungan mekanisme *store and forward* pada SMS adalah penerima tidak perlu dalam status *on-line* ketika ada pengirim yang bermaksud mengirimkan pesan kepadanya. Karena pesan yang dikirimkan akan terlebih dahulu disimpan di SMSC dan baru akan dikirimkan ke nomor tujuan apabila si penerima telah dalam keadaan terkoneksi / *on-line*. Ketika pesan telah terkirim dan diterima oleh SMSC, pengirim akan menerima pesan singkat (konfirmasi) bahwa pesan telah terkirim (*message sent*). [Siswoyo, 2006]

### C. *AT Command*

Dibalik tampilan menu *message* pada ponsel sebenarnya adalah *AT Command* yang bertugas mengirim atau menerima data ke atau dari SMSC. *AT Command* tiap-tiap SMS *device* bisa berbeda-beda, tetapi pada dasarnya sama. [Siswoyo, 2006]

Beberapa **AT Command** yang penting untuk SMS, yaitu :

#### 1. **AT+CMGS**

Berfungsi untuk mengirim SMS. Berikut ini adalah format pengirimannya beserta respon dari *handphone* :

AT+CMGS=<panjang-PDU><CR>



Setelah karakter “CR”, *handphone* akan memberi respon berupa karakter “>” dan spasi.

Setelah itu dilanjutkan dengan :

PDU<ctrl-Z>

Selanjutnya *handphone* akan memberi respon “OK” atau “ERROR”, berikut adalah keterangan sintaks diatas :

<panjang-PDU> : panjang PDU yang dikirim  
<CR> : karakter 13D (0DH)  
PDU : *Protocol Data Unit* yang ingin dikirim  
<ctrl-Z> : karakter 26D (1AH)

## 2. AT+CMGR

Berfungsi untuk membaca SMS berdasarkan indeksinya. Berikut adalah format pembacaan SMS beserta respon dari *handphone* :

AT+CMGR=<indeks><CR>

Selanjutnya *handphone* akan memberi respon “+CMGR:<stat>,<panjang-PDU><CR><LF><PDU>” diakhiri tulisan “OK” atau “ERROR”. Bila <panjang-PDU> bernilai 0 (nol), berarti tidak terdapat SMS. Berikut keterangan sintaks diatas :

<indeks> : indeks SMS yang akan dibaca  
<CR> : karakter 13D (0DH)  
<LF> : karakter 10D (0AH)  
<stat> : informasi status SMS, diantaranya :  
0 “REC UNREAD” : SMS yang diterima belum dibaca  
1 “REC READ” : SMS diterima telah dibaca  
2 “STO UNSENT” : SMS yang tersimpan tidak dikirim  
3 “STO SENT” : SMS yang tersimpan telah dikirim

### 3. AT+CMGD

Berfungsi untuk menghapus SMS berdasarkan indeksnya. Berikut adalah format penghapusan SMS beserta respon dari *handphone* :

AT+CMGD=<indeks><CR>

Selanjutnya *handphone* akan memberi respon tulisan “OK” atau “ERROR”. Berikut ini keterangan sintaks diatas :

<indeks> : indeks SMS yang dihapus

<CR> : karakter 13D (0DH)

### D. Mikrokontroler

Jika kita bicara tentang mikrokontroler, maka tidak bisa terlepas dari pengertian tentang komputer itu sendiri. Karena terdapat beberapa kesamaan antara mikrokontroler dengan komputer (mikrokomputer), antara lain :

- ✓ Sama-sama memiliki unit pengolah pusat atau yang lebih dikenal dengan **CPU** (*Central Processing Unit*).
- ✓ **CPU** tersebut sama-sama menjalankan program dari suatu lokasi atau tempat, biasanya dari **ROM** (*Read Only Memory*) atau **RAM** (*Random Access Memory*).
- ✓ Sama-sama memiliki RAM yang digunakan untuk menyimpan data-data sementara atau yang lebih dikenal dengan *variable-variabel*.
- ✓ Sama-sama memiliki beberapa luaran dan masukan (**I/O**) yang digunakan untuk melakukan komunikasi timbal-balik dengan dunia luar, melalui sensor (masukan) dan aktuator (luaran).

Untuk memudahkan pengertian, mikrokontroler adalah versi mini dan untuk aplikasi khusus dari mikrokomputer / mikrokomputer. Jika penjelasan sebelumnya ialah persamaan secara umum antara mikrokontroler dan mikrokomputer, maka berikut ini penjelasan sedikit lebih mendalam tentang beberapa perbedaan diantara keduanya :

- ✓ **CPU** pada sebuah komputer terletak secara eksternal dalam suatu sistem, sampai saat ini kecepatan operasionalnya sudah mencapai lebih dari 2,5 GHz. Sedangkan CPU pada mikrokontroler terletak di dalam (internal) chip mikrokontroler itu sendiri dengan kecepatan kerja yang tergolong masih rendah dalam orde MHz (misal : 24 MHz, 40MHz dan lain sebagainya). Kecepatan mikrokontroler yang cukup rendah ini sudah mencukupi untuk aplikasi-aplikasi berbasis mikrokontroler.
- ✓ Jika **CPU** pada mikrokomputer menjalankan program dalam **ROM** atau yang lebih dikenal dengan **BIOS** (*Basic I/O System*) pada saat awal dihidupkan, kemudian mengambil atau menjalankan program yang tersimpan di dalam *hard disk*. Sedangkan mikrokontroler sejak awal menjalankan program yang tersimpan di dalam **ROM** internal-nya (bisa berupa **Mask ROM** atau **Flash PEROM** atau **Flash ROM**). Sifat memori program dalam mikrokontroler ini *non-volatile*, artinya tetap akan tersimpan walaupun catu daya diputus.
- ✓ **RAM** pada mikrokomputer bisa mencapai ukuran sekian GigaByte dan bisa di-*upgrade* ke ukuran yang lebih besar dan berlokasi di luar CPU-nya, sedangkan RAM pada mikrokontroler berada di dalam *chip* dan kapasitasnya rendah, misalnya 128 byte, 256 byte dan lain sebagainya. Ukuran RAM kapasitas relatif kecil pada mikrokontroler ini dirasa cukup guna aplikasi-aplikasi berbasis mikrokontroler.
- ✓ Luaran dan masukan (**I/O**) pada mikrokomputer jauh kompleks dibandingkan dengan mikrokontroler yang jauh lebih sederhana. Selain itu, pada mikrokontroler akses luaran dan masukan bisa per bit.

- ✓ Jika diamati lebih lanjut, bisa dikatakan bahwa mikrokomputer / komputer merupakan komputer serbaguna atau *general purpose computer*, bisa dimanfaatkan untuk berbagai macam aplikasi (atau perangkat lunak). Sedangkan mikrokontroler adalah *special purpose computer* atau komputer untuk tujuan khusus, hanya satu macam aplikasi saja.

## 1. **Arduino**

Berawal dari sebuah thesis yang dibuat oleh Hernando Barragan, di **institute Ivrea**, Italia pada tahun 2005, dikembangkan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dan diberi nama **Arduin of Ivrea**. Lalu diganti nama menjadi **Arduino** yang dalam bahasa Italia berarti teman yang berani.

Tujuan awal dibuat Arduino adalah untuk membuat perangkat mudah dan murah, dari perangkat yang ada saat itu. Dan perangkat tersebut ditujukan untuk para siswa yang akan membuat perangkat desain dan interaksi.

Saat ini tim pengembangnya adalah Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, dan Nicholas Zambetti. Mereka mengupayakan 4 hal dalam Arduino ini, yaitu:

- ✓ Harga terjangkau
- ✓ Dapat dijalankan diberbagai sistem operasi, Windows, Linux, Max, dan sebagainya.
- ✓ Sederhana, dengan bahasa pemograman yang mudah bisa dipelajari orang awam, bukan untuk orang teknik saja.
- ✓ Open Source, *hardware* maupun *software*.

Arduino Uno tidak ubahnya seperti sistem minimum mikrokontroler ATmega8,

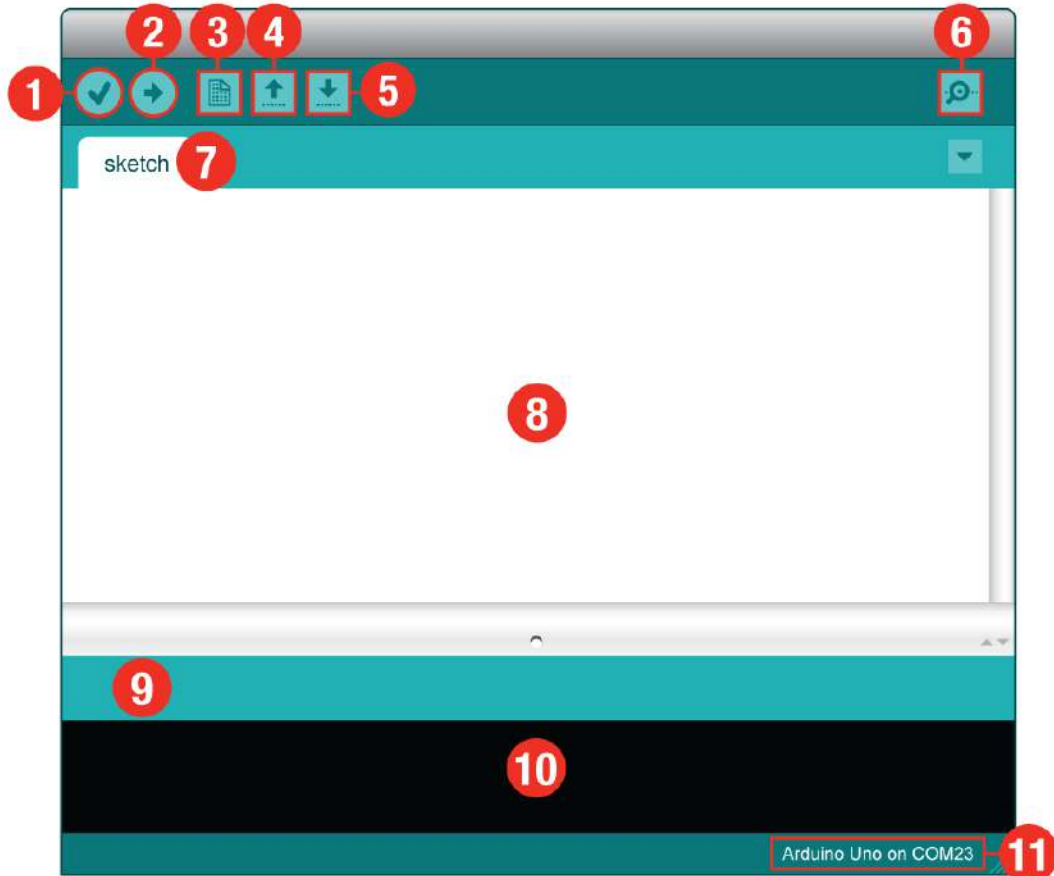
ATmega8535, ATmega16 maupun ATmega32 yang populer (setidaknya di Indonesia)

sekitar tahun 2005 sampai sekitar 2013, walaupun sekarang masih ada beberapa penghobi elektronika mempergunakan sistem minimum ini. Bahkan Arduino Uno sendiri masih menggunakan mikrokontroler ATmega328 sebagai jantung utamanya.

Pada sistem minimum seperti ATmega32 misalnya, pemrograman wajib memahami bahasa pemrograman C maupun assembler. Namun, pada Arduino pemrograman dilakukan pada aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*) bawaan dari Arduino itu sendiri yang mana lebih mudah dipahami bahkan oleh orang awam sekalipun. Mudah-mudahan, memrogram dengan menggunakan Arduino lebih “manusiawi” karena bahasa mesin telah dimodifikasi sedemikian rupa oleh pendiri Arduino agar mudah dipahami dan diingat. Selain itu, karena Arduino merupakan *open source*, maka akan dengan mudah sekali menemukan tutorial maupun saling berbagi *project* maupun *library* berbasis Arduino di dunia maya. Tidak perlu khawatir akan lisensi karena tujuan *open source* ialah berbagi pengetahuan, dibuat ulang, dipakai dan dikembangkan secara bersama-sama oleh siapapun. Tentu saja sejauh hal-hal yang diizinkan oleh pengunggah untuk kemudian kita pakai dan modifikasi.

## **2. Arduino IDE**

Untuk memprogram *board* Arduino, kita butuh aplikasi **IDE** (*Integrated Development Environment*) bawaan dari Arduino. Aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* Arduino (*Sketches*, para programmer menyebut *source code* arduino dengan istilah "*sketches*"). *Sketch* merupakan *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan diupload ke dalam IC mikrokontroler (Arduino).



Gambar 2. Interface Arduino IDE

Interface Arduino IDE tampak seperti gambar 2. Berikut ini penjelasan singkatnya :

1. **Verify**, sebelum kode program di-*upload* ke *board* Arduino, biasakan untuk memverifikasi terlebih dahulu *sketch* yang kita buat. Jika terdapat kesalahan pada *sketch* (misal : kesalahan penulisan / syntax, kesalahan *library*, dll), maka akan muncul pesan *error* pada bagian **Console** (lihat juga pada keterangan 10).
2. **Upload**, tombol ini berfungsi untuk meng-*upload* *sketch* ke *board* Arduino. Walaupun kita tidak meng-klik tombol *verify*, maka *sketch* akan di-*compile*, kemudian langsung di-*upload* ke *board*. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memverifikasi *sketch* / kode program saja.
3. **New Sketch**, membuka *window* dan membuat *sketch* baru.

4. **Open Sketch**, membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat. *Sketch* yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file **.ino**.
5. **Save Sketch**, menyimpan *sketch*, tetapi tidak disertai dengan meng-*compile*.
6. **Serial Monitor**, membuka *interface* untuk komunikasi serial, akan dibahas lebih lanjut di bagian lain.
7. **Sketch Tab**, memberi tahu tab mana yang sedang aktif dan menginformasikan judul *sketch*.
8. **Sketch Field**, di bagian inilah *sketch* (kode program) Arduino dikerjakan.
9. **Status**, menampilkan status yang sedang / telah dilakukan oleh IDE Arduino, misal: “*Compiling sketch*”, “*Done Compiling*”.
10. **Console**, pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang *sketch* akan muncul pada bagian ini. Misalnya, ketika aplikasi memverifikasi dan ditemukan kesalahan pada *sketch* yang kita buat, maka informasi *error* dan di baris berapa kesalahannya akan diinformasikan di bagian ini.
11. **Informasi Port**, bagian ini menginformasikan *port* berapa yang dipakai oleh *board* Arduino.

## PERANCANGAN ALAT DALAM BENTUK PURWARUPA (*PROTOTYPE*)

### 1. Deskripsi Umum

Secara garis besar, sistem ini dibagi menjadi dua bagian utama. Bagian pertama disebut *station*, yang terdiri dari simulator, mikrokontroler (Arduino UNO) dan modul GSM SIM800L. Adapun fungsi dari bagian ini adalah sebagai pemberi informasi. Sedangkan bagian kedua disebut *server*, terdiri dari *handphone* maupun *smartphone* dan seperangkat komputer. Adapun fungsi dari bagian ini adalah sebagai pusat penerima informasi.

Perangkat sistem monitoring lalu lintas yang dirancang pada dasarnya adalah sebagai perangkat yang berfungsi untuk menginformasikan secara cepat kondisi lampu lalu lintas apabila terjadi kerusakan. Untuk mempercepat sampainya informasi, dipilihlah layanan komunikasi nirkabel (*wireless*), yaitu dengan menggunakan sebuah modul GSM SIM800L. Mikrokontroler akan mendiagnosa kondisi lampu lalu lintas yang sedang beroperasi. Beberapa skenario kerusakan yang mungkin terjadi pada saat lampu lalu lintas beroperasi akan diprogramkan pada mikrokontroler ini. Apabila terjadi skenario kerusakan yang bersesuaian, maka mikrokontroler akan memerintahkan modul GSM SIM800L untuk mengirimkan informasi dalam bentuk SMS tentang kerusakan yang sedang terjadi ke bagian *server*.

Tentu saja pada tahap awal perancangan alat, belum memungkinkan membuat alat siap pakai secara keseluruhan. Hal ini didasarkan pada perlunya dilakukan simulasi terlebih dahulu maupun pengujian alat sampai ditemukan spesifikasi yang ingin dicapai. Pencapaian tahap awal yang diinginkan pada purwarupa (*prototype*) sistem diagnosis mandiri (*self-diagnosing*) lampu lalu lintas ini, yaitu :



1. Bagian *station* dapat memberi informasi kondisi dirinya sendiri (*auto-update*) dalam kondisi lampu lalu lintas beroperasi normal setiap beberapa waktu tertentu ke bagian *server*, misal : setiap 10 menit bagian *station* secara terus-menerus mengirim SMS ke bagian *server* bahwa kondisi lampu lalu lintas beroperasi normal.
2. Bagian *station* dapat memberi informasi berupa berita SMS dengan segera ke bagian *server* apabila terjadi ketidaknormalan pada kondisi lampu lalu lintas yang sedang beroperasi. Tentu saja pada tahap awal ini, skenario ketidaknormalan akan dilakukan melalui bagian simulator.

## **2. Perancangan Sistem Simulasi (Simulator)**

Pada prinsipnya, sistem simulator ini dibuat untuk menggantikan peran lampu lalu lintas sesungguhnya. Adapun alasan pemilihan penggunaan simulator untuk menggantikan lampu lalu lintas yang sebenarnya adalah nantinya untuk mempermudah proses pengujian sistem secara keseluruhan.

Hasil kerja dari simulator ini diharapkan dapat menciptakan berbagai kemungkinan kerusakan / ketidaknormalan yang mungkin terjadi pada setiap lampu lalu lintas di jalan raya. Pada tahap awal perancangan ini ada dua kemungkinan ketidaknormalan yang bisa terjadi pada setiap lampu lalu lintas, yaitu :

1. Ketidaknormalan yang disebabkan karena putusya satu atau lebih lampu, maupun terjadinya nyala lebih dari satu lampu pada saat bersamaan. Keadaan lampu menyala diwakilkan dengan kondisi logika *high* (1), sedangkan kondisi lampu mati diwakilkan dengan kondisi logika *low* (0). Skenario tentang kemungkinan ini dapat disimulasikan berdasarkan tabel berikut :

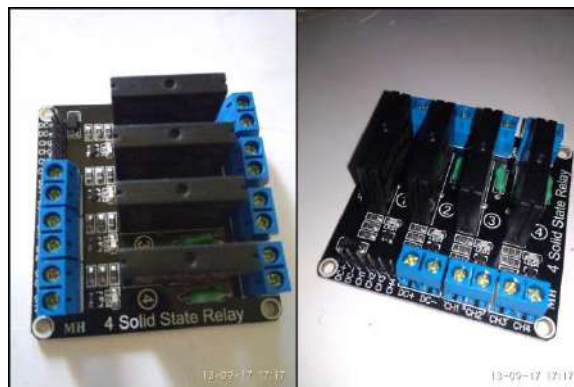
Tabel 1. Asumsi kondisi lampu lalu lintas dan statusnya.

MERAH	KUNING	HIJAU	STATUS
0	0	0	Tidak normal
0	0	1	Normal
0	1	0	Normal
0	1	1	Tidak normal
1	0	0	Normal
1	0	1	Tidak normal
1	1	0	Tidak normal
1	1	1	Tidak normal

2. Ketidaknormalan yang terjadi pada sistem pewaktu (*timer*) yang ada pada lampu lalu lintas. Misalnya : lampu merah disimulasikan nyala selama 10 detik, setelah itu disusul lampu kuning selama 5 detik dan terakhir lampu hijau selama 15 detik. Skenario semacam ini akan diprogramkan di dalam mikrokontroler. Apabila saat lampu lalu lintas beroperasi tidak sesuai dengan skenario ini, maka mikrokontroler akan menganggap itu sebagai ketidaknormalan. Selanjutnya, mikrokontroler akan memerintahkan modul SIM800L mengirim berita berupa SMS ke bagian *server* bahwa telah terjadi ketidaknormalan pada sistem pewaktu lampu lalu lintas.

Adapun bagian simulator ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

1. Modul SSR (*solid state relay*) 4 kanal.



Gambar 3. SSR 4 kanal.

2. Arduino UNO, mikrokontroller sebagai pengolah data diagnosis, tempat penyimpanan beberapa aturan skenario dan sekaligus pemberi perintah boleh dan tidaknya modul GSM mengirim berita.



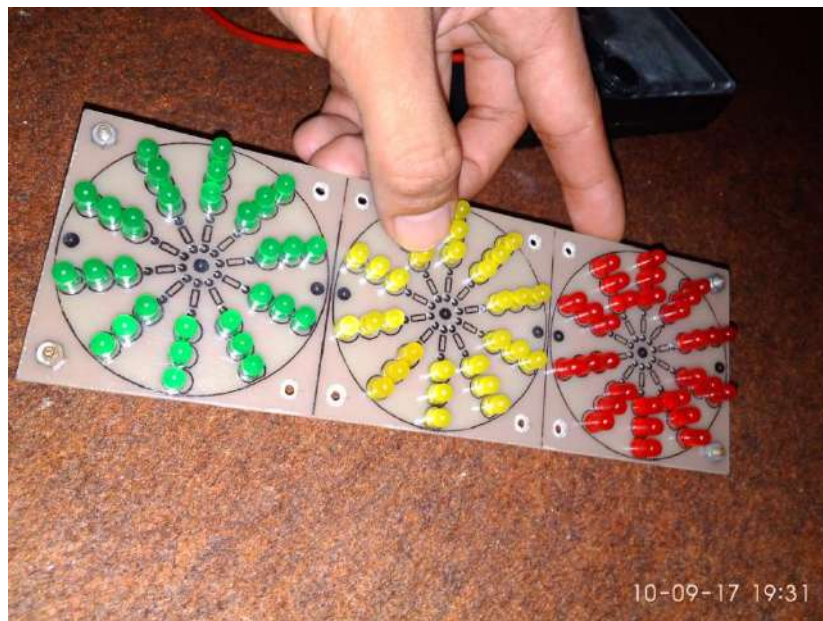
Gambar 4. Arduino UNO.

3. Modul GSM SIM800L, berfungsi sebagai pengirim berita dalam bentuk SMS hasil dari diagnosis dan perintah mikrokontroller menuju bagian *server*. Layanan komunikasi yang dipergunakan ialah GSM. Pada modul ini harus disisipkan sebuah *SIM card* yang telah diisi pulsa terlebih dahulu dan diaktifkan layanan SMS. Modul SIM800L ini diperintah menggunakan AT Command. Pustaka (*library*) AT Command ini dapat dengan mudah diunduh di situs resmi Arduino dan merupakan *open source*, sehingga siapapun dapat mengunduhnya dengan bebas dan boleh dipergunakan untuk pengembangan suatu rangkaian elektronika berbasis pemrograman menggunakan Arduino.



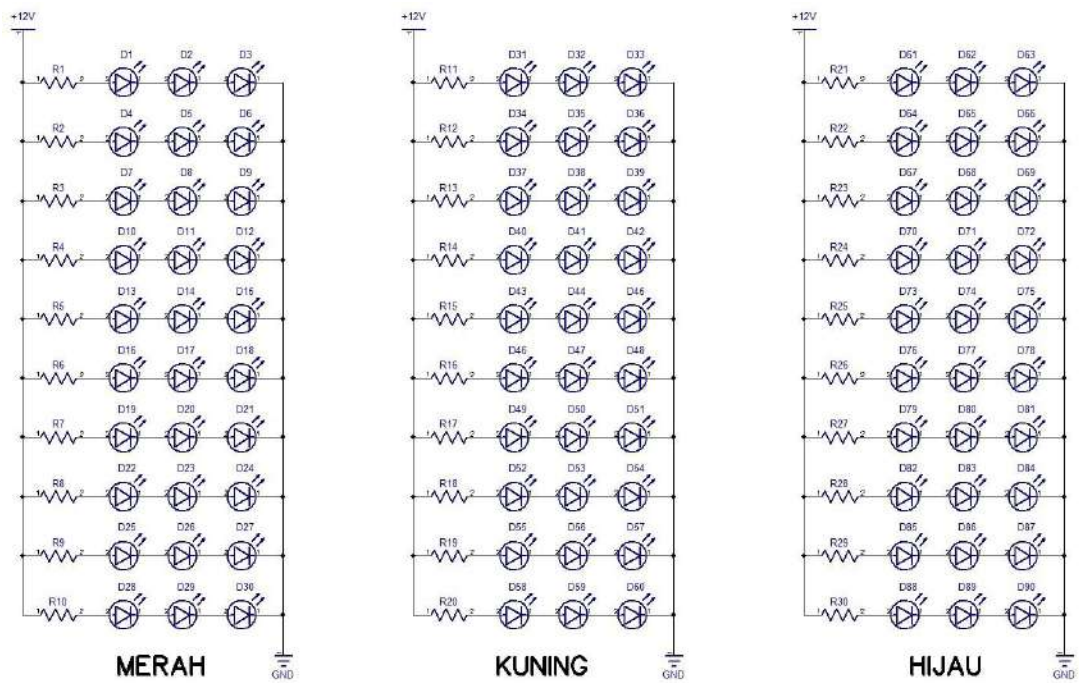
Gambar 5. Modul GSM SIM800L.

4. Modul lampu 3 warna, sebagai miniatur lampu lalu lintas sesungguhnya.



Gambar 6. Modul lampu 3 warna.

Skema untuk modul lampu 3 warna ialah seperti pada gambar berikut ini. Untuk lebih lengkapnya tentang skema lampu 3 warna ini dapat dilihat pada lampiran.



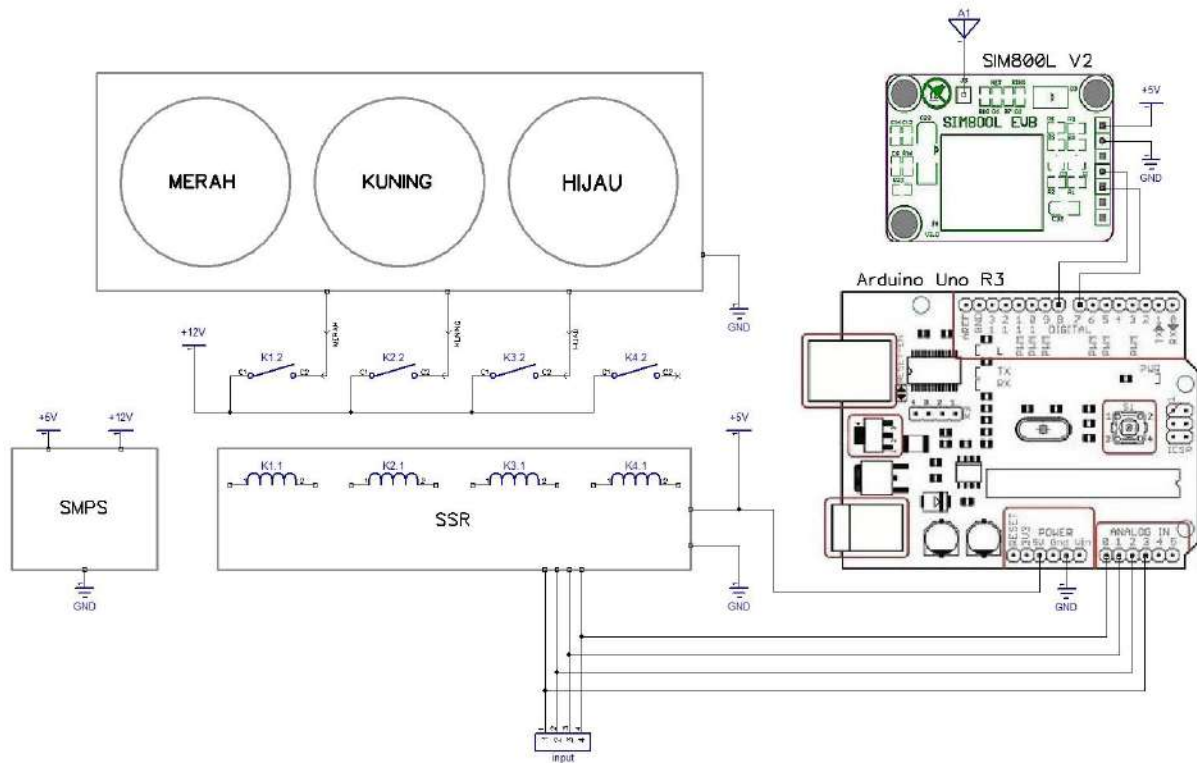
Gambar 7. Skema lampu 3 warna.

5. SMPS (Switching Mode Power Supply), sebagai sumber listrik DC 12 volt dan 5 volt untuk menyalakan keempat modul sebelumnya.



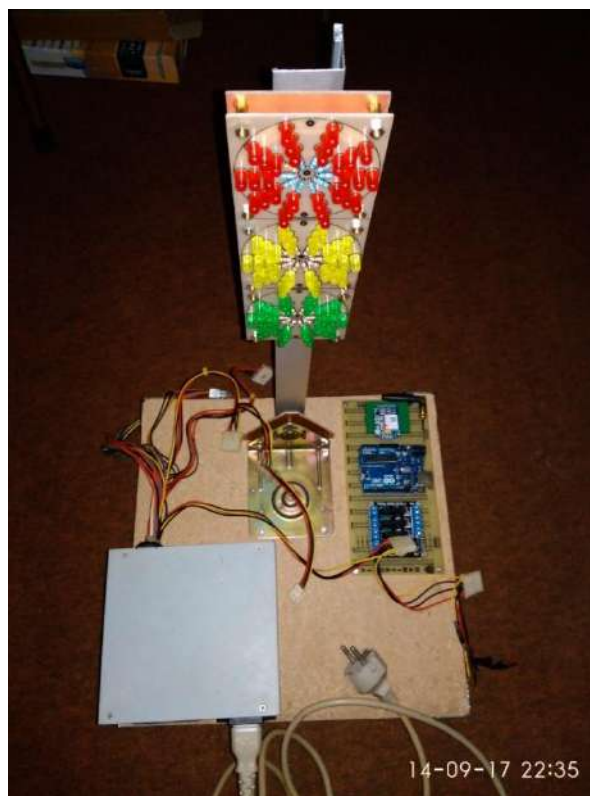
Gambar 8. SMPS.

Berikut ini ialah skema rangkaian simulator. Lebih lengkap mengenai skema dapat dilihat pada bagian lampiran.



Gambar 9. Skema Rangkaian Simulator.

Setelah semua sub-bagian dirangkai, maka seperti terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 10. Purwarupa Rangkaian Simulator.

### **3. Kesimpulan**

Penelitian ini fokus pada menyiapkan semua peralatan yang dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan ini, studi literatur dan melakukan koordinasi dengan instansi terkait. untuk melakukan kegiatan pembuatan sistem monitoring lampu lalu lintas serta pengenalan pembuatannya serta sosialisasi penerapan sistem ini. Pada tahap ini dilakukan kunjungan ke lokasi untuk menentukan tempat (lokasi) pemasangan sistem monitoring lampu lalu lintas ini, yaitu di beberapa persimpangan yang terletak di jalan utama di kota Bandar Lampung.

### **Ucapan Terima Kasih**

Terimakasih kepada DRPM Kemenristekdikti yang telah mendanai penelitian produk terapan ini pada tahun pertama dari rencana tiga tahun periode penelitian.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Budi Setiawan, Imam Ahmad T., Farid Thalib, Agung Darmawan, Heni Rohayani. 2004. Perancangan Prototipe Sistem Pendukung Bergerak Untuk Pemeliharaan Layanan Server Universitas Gunadarma dengan Menggunakan SMS Interaktif. Proceedings Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2004). Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Clarkson H. Oglesby., and R. Gary Hicks.1993. Teknik Jalan Raya. PT Erlangga. Jakarta.
- Hobbs, 1995. Perencanaan dan Teknik Lalu-lintas. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Repelianto, Ageng S., 2005. Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler AT89C51, Proceeding National Seminar On Aset "05 Tema Peran Rekayasa dan Teknologi dalam Meningkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia di Bidang Industri dan Agribisnis Volume II, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Repelianto, Ageng S., 2007. Rancang Bangun Model Fisik Pengaturan Lampu lalu lintas dan Lampu Hitung Mundur Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis  $\mu$ C AT89C51. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Saputra, Aditia. 2004. Perancangan dan Implementasi Sistem Pengendali Rumah Berbasis SMS Menggunakan Bahasa Pemrograman Mikro C. Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung
- Sigro, Seno. 2007. Rancang Bangun Pengendalian Lampu Lalu-Lintas Jarak Jauh Menggunakan Gelombang Radio Fm Berbasis Pc, (Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Preissmann, A. (1961). Propagation des Intumescences dans les Canaux Etrivieres (Propagation of the Swellings in the Etrivieres Channels). First Congress of French Assoc. for Computation. Grenoble.





PANITIA SEMINAR NASIONAL PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
AVoER ke-9  
Sekretariat: Unit Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat dan Kerjasama  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Kampus Bukit Besar  
Jalan Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang, 30192  
Telp. 0711 – 370178 Fax 0711- 352870

### **LETTER OF ACCEPTANCE (LoA)**

Berdasarkan hasil seleksi yang dilakukan oleh Reviewer Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat AVoER Ke-9 Tahun 2017 dengan tema *“Penguatan Inovasi dalam Sains dan Teknologi”*, makalah dengan rincian:

Judul : **PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING LAMPU LALU-LINTAS BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN SMS JARINGAN GSM**  
Kode Paper : TE-003  
Penyaji : Aleksander Purba  
Email : [aleksander.purba@eng.unila.ac.id](mailto:aleksander.purba@eng.unila.ac.id)

dinyatakan **DITERIMA** untuk dipresentasikan secara **Oral** dalam acara Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian “AvoER IX” yang akan dilaksanakan pada tanggal 29 November 2017, di Hotel 101, Palembang - Sumatera Selatan.

Informasi lebih lanjut tentang penyajian makalah yang dimaksud dapat diakses di website resmi kegiatan ini dengan alamat <http://www.avoer.ft.unsri.ac.id/>

Demikianlah hal ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Palembang, November  
2017  
Ketua Panitia



Ir. H. Arie Siswanto, MCRP,  
Ph.D

## SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr.Eng ALEKSANDER  
PURBA S.T, M.T  
Jln Alam Lembayung No 10  
Alamat : Way Halim Permai, B.  
Lampung 35135

berdasarkan Surat Keputusan Nomor 42/E/KPT/2017 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 1638/UN26.21/KU/2017 mendapatkan Anggaran Penelitian PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING LAMPU LALU LINTAS BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN SMS JARINGAN GSM sebesar 75000000 .

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	Jumlah
01	<b>Honorarium</b> Penyusun sistem monitoring Operator komputer Asisten	15000000
02	<b>Peralatan Penunjang</b> EEPROM/EPROM /PROM/ROM	31000000
03	<b>Bahan Habis Pakai</b> AVR studio, kertas, tinta printer, materai, jilid	13000000
04	<b>Perjalanan</b> Seminar hasil penelitian ke Palembang	13000000
05	<b>Lain-lain</b> Pengawasan petugas saat survei lampu lalu-lintas	2500000
	<b>Jumlah</b>	<b>74500000</b>

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan penelitian dimaksud.

3. Bersedia menyimpan dengan baik seluruh bukti pengeluaran belanja yang telah dilaksanakan.

4. Bersedia untuk dilakukan pemeriksaan terhadap bukti-bukti pengeluaran oleh aparat pengawas fungsional Pemerintah

5. Apabila di kemudian hari, pernyataan yang saya buat ini mengakibatkan kerugian Negara maka saya bersedia dituntut penggantian kerugian negara dimaksud sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

**SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr.Eng ALEKSANDER  
PURBA S.T, M.T  
Jln Alam Lembayung No 10  
Alamat : Way Halim Permai, B.  
Lampung 35135

berdasarkan Surat Keputusan Nomor 42/E/KPT/2017 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 1638/UN26.21/KU/2017 mendapatkan Anggaran Penelitian PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING LAMPU LALU LINTAS BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN SMS JARINGAN GSM sebesar 75000000 .

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	Jumlah
01	<b>Honorarium</b> Penyusun sistem monitoring Operator komputer Asisten	15000000
02	<b>Peralatan Penunjang</b> EEPROM/EPROM /PROM/ROM	31000000
03	<b>Bahan Habis Pakai</b> AVR studio, kertas, tinta printer, materai, jilid	13000000
04	<b>Perjalanan</b> Seminar hasil penelitian ke Palembang	13000000
05	<b>Lain-lain</b> Pengawalan petugas saat survei lampu lalu-lintas	2500000
	<b>Jumlah</b>	<b>74500000</b>

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan penelitian dimaksud.

3. Bersedia menyimpan dengan baik seluruh bukti pengeluaran belanja yang telah dilaksanakan.

4. Bersedia untuk dilakukan pemeriksaan terhadap bukti-bukti pengeluaran oleh aparat pengawas fungsional Pemerintah

5. Apabila di kemudian hari, pernyataan yang saya buat ini mengakibatkan kerugian Negara maka saya bersedia dituntut penggantian kerugian negara dimaksud sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Kota Bandar Lampung, 12 Desember 2017  
Ketua,

*Alexpbz*

(Dr.Eng ALEKSANDER PURBA, S.T, M.T)  
NIP/NIK 196811072000121001

Kode/Rumpun Ilmu: 421/Teknik Sipil  
Bidang Fokus: Pengembangan dan  
Manajemen Transportasi

## **LAPORAN AKHIR PENELITIAN TERAPAN**



### **PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING LAMPU LALU-LINTAS BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN SMS JARINGAN GSM**

#### **TIM PENGUSUL**

**Dr. Eng. Aleksander Purba, S.T, M.T.    NIDN. 0007116803**  
**Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.    NIDN. 0004107402**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
NOVEMBER 2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Judul : PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING LAMPU  
LALUINTAS BERBASIS MICROCONTROLLER  
DENGAN SMS JARINGAN GSM

**Peneliti/Pelaksana**  
Nama Lengkap : Dr.Eng ALEKSANDER PURBA, S.T, M.T  
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung  
NIDN : 0007116803  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Teknik Survey dan Pemetaan  
Nomor HP : 082183289745  
Alamat surel (e-mail) : aleksander.purba@eng.unila.ac.id

**Anggota (1)**  
Nama Lengkap : Dr RAHAYU SULISTYORINI S.T, M.T  
NIDN : 0004107402  
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

**Institusi Mitra (jika ada)**  
Nama Institusi Mitra :  
Alamat :  
Penanggung Jawab :  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 3 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 7,0,0,00,000  
Biaya Keseluruhan : Rp 22,5,0,00,000

Mengetahui,  
Dekan FT Unila



(Prof Dr Suharno)  
NIP/NIK 196207171987031002

*[Handwritten signature]*

Kota Bandar Lampung, 13 - 11 - 2018  
Ketua,

*[Handwritten signature]*

(Dr.Eng ALEKSANDER PURBA, S.T, M.T)  
NIP/NIK 196811072000121001

Menyetujui,  
Ketua LPPM Unila



(Prof Dr. H. H. H. H., Ph.D)  
NIP/NIK 196302161987031003

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten mark]*

## IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Pengembangan Sistem Monitoring Lampu Lalu-lintas Berbasis Microcontroller dengan SMS Jaringan GSM

2. Tim Peneliti

No.	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Curahan Waktu (jam/minggu)
1.	Dr. Eng. Aleksander Purba, S.T, MT	Ketua	Rekayasa Lalulintas	FT UNILA	15 jam/minggu
2.	Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T, MT	Anggota 1	Rekayasa Lalulintas	FT UNILA	12 jam/minggu

3. Obyek Penelitian : Monitoring Lampu Lalu-lintas memanfaatkan teknologi SMS dengan jaringan GSM

4. Masa Pelaksanaan

Mulai : Bulan Mei Tahun 2017

Berakhir : Bulan November Tahun 2020

5. Usulan Biaya DRPM Ditjen Penguatan Risbang

Tahun Pertama: Rp. 75.000.000

Tahun Kedua : Rp. 75.000.000

Tahun Ketiga : Rp. 75.000.000

6. Lokasi Penelitian

Kota Bandar Lampung

7. Instansi yang terlibat dan kontribusinya:

Dinas Perhubungan Kota Bandar Lampung yang berwenang dalam pengaturan lampu lalu lintas serta satuan lalu lintas Polresta Bandar Lampung yang akan membantu kelancaran survei dan pemasangan alat serta pelaksanaan dilapangan.

8. Temuan yang ditargetkan (beri penjelasan):

Basis data, studi kelayakan, dan perancangan sistem monitoring gangguan pada lampu lalu lintas merupakan sasaran kegiatan yang secara langsung bermanfaat bagi Ilmu Pengetahuan, Pemerintah Daerah dan Pemerintah Pusat. Sedangkan produk atau prototypenya merupakan kegiatan yang diupayakan untuk ditindaklanjuti untuk kegiatan hibah yang lain dengan produk yang memungkinkan untuk dipasarkan

9. Kontribusi Mendasar Pada Suatu Bidang Ilmu:

Sistem perangkat lampu lalu lintas dengan kemampuan untuk mendiagnosa sendiri (self-diagnose) fungsi kerja rangkaian elektroniknya, dimana jika mengalami gangguan, segera dapat terdeteksi dan melaporkannya menggunakan layanan Short Message Service (SMS) ke suatu unit monitoring yang dapat diletakkan dimanapun sejauh terjangkau layanan komunikasi nirkabel Global System for Mobile communications (GSM).

10. Jurnal Ilmiah yang Menjadi Sasaran:

Telecommunication Systems Journal Tahun 2018

Journal of JSCE, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management) Tahun 2020

11. Rencana Luaran Lainnya:

Buku Referensi Tahun 2019



## **Ringkasan:**

Salah satu syarat mutlak untuk mencegah terjadinya kemacetan dan kecelakaan dalam berlalu-lintas adalah jaminan lampu lalu-lintas untuk selalu berfungsi secara kontinyu. Kondisi yang ada saat ini, sering kali apabila terjadi gangguan pada lampu lalu-lintas, adanya waktu tunda (delay) yang cukup signifikan antara waktu saat pertama kali lampu lalu-lintas mengalami gangguan dengan waktu perbaikannya bisa hingga tiga (3) hari. Hal ini disebabkan oleh lambatnya laporan gangguan yang diterima oleh pihak yang berwenang oleh masyarakat. Akibatnya bisa dibayangkan aktivitas lalu lintas di persimpangan tanpa lampu pengatur lalu lintas yang normal.

Penelitian ini bertujuan membuat sistem perangkat lampu lalu lintas dengan kemampuan untuk mendiagnosa sendiri (self-diagnose) fungsi kerja rangkaian elektroniknya, dimana jika mengalami gangguan, segera dapat terdeteksi dan melaporkannya menggunakan layanan Short Message Service (SMS) ke suatu unit monitoring yang dapat diletakkan dimanapun sejauh terjangkau layanan komunikasi nirkabel Global System for Mobile communications (GSM). Untuk deteksi gangguan yang terjadi digunakan mikrokontroler sebagai pengendali utama. Output yang diharapkan diperoleh dari penelitian ini adalah sebuah sistem monitoring lampu lalu-lintas yang mampu menginformasikan jenis gangguan lampu lalu-lintas yang terjadi, waktu (jam, hari dan tanggal) terjadi gangguan dan lokasi lampu lalu-lintas.

Keluaran dari penelitian ini diharapkan akan terbentuk aplikasi *integrating smart monitoring traffic light* di Provinsi Lampung yang bisa bermanfaat bagi instansi yang membutuhkan seperti Dinas Perhubungan, Bappeda, Dinas PU, Kepolisian serta Dunia Akademis. Selain itu diharapkan terwujud sistem monitoring dapat dikembangkan ke arah integrasi layanan *traffic light monitoring system* ke dalam layanan *mobile application* dalam hitungan detik saja.

Perangkat sistem monitoring lampu lalu lintas yang dirancang pada dasarnya adalah sebagai perangkat yang berfungsi untuk menginformasikan secara cepat kondisi lampu lalu lintas apabila terjadi gangguan. Untuk mempercepat sampainya informasi dan tidak terkendala pengkabelan, dipilihlah layanan komunikasi wireless (tanpa kabel) yaitu dengan menggunakan dua buah handphone dengan sarana layanan komunikasi GSM. Pada mikrokontroler disimpan sebuah program yang dapat mendeteksi kondisi tidak normal yang terjadi pada lampu lalu lintas dan secara otomatis mikrokontroler akan men-drive handphone untuk mengirimkan SMS yang berisikan informasi bahwa telah terjadi ketidaknormalan lampu lalu lintas. Komputer pribadi (PC) dengan bantuan perangkat lunak yang dibangun dengan Visual Basic 6 dapat mengambil data SMS tersebut dari handphone dan menampilkan isi SMS tersebut dalam layar monitor. Sistem perangkat lunak yang dibangun bersifat autorespon, artinya komputer akan secara otomatis meng-update apabila ada informasi terbaru yang datang dan menampilkan informasi yang diterima oleh handphone pada layar monitor. Selain itu informasi yang diterima akan ditampung pada sebuah database.

Hasil keluaran penelitian ini adalah suatu sistem pemantauan lampu lalu lintas yang terintegrasi dengan *mobile application* secara real time kurang dari satu menit. Hal ini selain sebagai penguatan kapasitas akademik dan penelitian di Universitas Lampung, juga akan memberikan nilai tambah kepada Universitas Lampung melalui diseminasi hasil penelitian bahkan HKI. Hasil penelitian ini juga akan menjadi sumbangan yang sangat bermanfaat bagi pemerintah dan masyarakat.

Key Word: *traffic light monitoring, mobile communication, self-diagnose*

Rencana capaian tahunan penelitian ini adalah selama 3 tahun dengan rincian seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Rencana Target Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian		
			Tahun 2017	Tahun 2018	Tahun 2019
1.	Publikasi Ilmiah	Internasional			Published
		Nasional Terakreditasi		Published	
2.	Pemakalah dalam Temu Ilmiah	Internasional		Terdaftar	
		Nasional	Terdaftar		
3.	Invited Speaker dalam Temu Ilmiah	Internasional			Draft
		Nasional		Draft	
4.	Visiting Lecturer	Internasional	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	HKI	Paten	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Paten sederhana	Tidak ada	Tidak ada	Draft
		Hak Cipta	Tidak ada	Tidak ada	Draft
		Merk Dagang	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Rahasia Dagang	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Desain Produk Industri	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Indikasi Geografis	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan Varietas Tanaman	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan Topografis Sirkuit Terpadu	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
6.	Teknologi Tepat Guna		Draft	Produk	
7.	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/Rekayasa Sosial		Draft	Produk	
8.	Buku Ajar (ISBN)		Draft	Sudah Terbit	
9.	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)	3	5	7	

Dalam rangka memberikan kontribusi penting dalam pengambilan kebijakan di bidang transportasi, penelitian ini pada **Tahun 1** (2017) difokuskan pada menyiapkan semua peralatan yang dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan ini, studi literatur dan melakukan koordinasi dengan instansi terkait. Untuk melakukan kegiatan pembuatan sistem monitoring lampu lalu lintas serta pengenalan pembuatannya serta sosialisasi penerapan sistem ini. Pada tahap ini dilakukan kunjungan ke lokasi untuk menentukan tempat (lokasi) pemasangan sistem monitoring lampu lalu lintas ini, yaitu di beberapa persimpangan yang terletak di jalan utama di kota Bandar Lampung. Tahap selanjutnya adalah perancangan alat. Tahapan yang dilakukan dalam perancangan alat secara berurutan adalah sebagai berikut:

#### 1. Perancangan model sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan yang menyeluruh terhadap sistem perangkat pemantau (monitoring) kondisi lampu lalu lintas yang terdiri atas blok-blok sistem, yaitu : simulator, mikrokontroler sebagai pengolah data serta program aplikasi pada PC yang meliputi monitoring dan database. Hasil dari perancangan sistem adalah berupa diagram blok yang memiliki kaitan antara satu dengan lainnya.

#### 2. Perancangan rangkaian

Perancangan rangkaian adalah merupakan realisasi dari blok-blok yang ada pada perancangan sistem. Dalam perancangan rangkaian ditentukan komponen-komponen yang diperlukan untuk mewujudkan fungsi kerja dari setiap blok. Setelah komponen-komponen yang diperlukan ditentukan, dilakukan penghubungan antara komponen yang satu dengan yang lain sesuai dengan fungsi dari masing-masing pin komponen. Selain itu dilakukan juga perancangan algoritma program yang mengendalikan fungsi kerja kontroler.

#### 3. Perancangan Program Aplikasi

Dalam tahap ini dilakukan perancangan program aplikasi berupa hasil monitoring terhadap kondisi lampu lalu lintas, dan aplikasi yang mampu menampung atau menyimpan seluruh hasil akhir monitoring dalam sebuah database, serta melakukan penampilan hasil akhir monitoring pada layar monitor PC. Proses perancangan ini diawali dengan perancangan algoritma program aplikasi dan diakhiri dengan hasil akhir yaitu berupa sebuah aplikasi perangkat lunak (software).

Pada tahap 1 atau Tahun I ini juga disusun hasil kajian yang akan dipublikasikan pada jurnal/conference internasional dan nasional. Pada **Tahun II** (2018) fokus penelitian adalah pembuatan alat. Dalam tahap ini dilakukan realisasi dari hasil rancangan rangkaian yang

telah dibuat. Pembuatan rangkaian alat dilakukan pertama kali menggunakan Project Board, jika rangkaian telah bekerja sesuai dengan fungsi yang diinginkan maka rangkaian dibuat ke dalam bentuk PCB (Printed Circuit Board). Namun jika ada beberapa fungsi yang tidak bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan maka akan dilakukan peninjauan ulang terhadap rancangan rangkaian, baik itu berupa peninjauan terhadap pemilihan jenis komponen, pola hubungan antar kaki komponen atau algoritma program yang ada pada kontroler. Realisasi dari program aplikasi yang dibuat dilakukan dengan membuat program atas algoritma yang telah dibuat. Dalam penelitian ini bahasa pemrograman yang digunakan adalah Visual Basic 6. Hasil akhir dari realisasi program aplikasi adalah software dengan tampilan GUI (graphic user interface) yang memiliki fungsi mengambil data dari Handphone, menampilkan hasil monitoring kondisi lampu lalu lintas, dan melakukan dokumentasi data ke dalam sebuah file database.

Selanjutnya dilakukan tahapan pengujian dan analisis rangkaian. Dalam tahapan ini ada beberapa pengujian terhadap alat yang dibuat, yaitu:

1. Menguji respon alat terhadap berbagai kondisi yang diberikan oleh simulator.
2. Menguji waktu pengiriman data oleh transmitter dengan waktu sampainya data pada receiver dengan berbagai variasi jarak antara station dan server.
3. Menguji waktu pengiriman data oleh transmitter dengan waktu sampainya data pada receiver dengan berbagai variasi waktu pengiriman.

Dari ketiga proses pengujian diatas akan dianalisa kehandalan kerja dari sistem, yaitu :

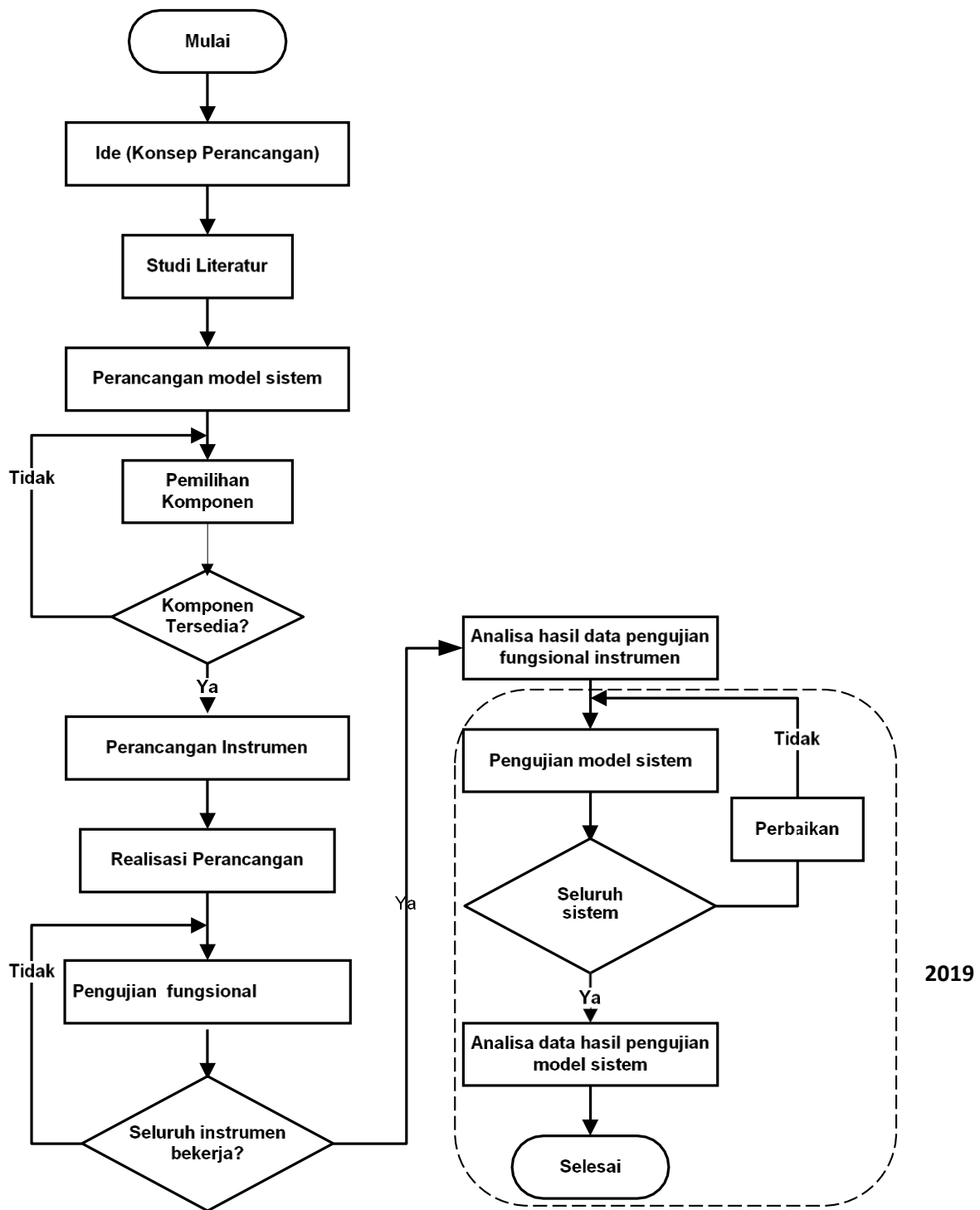
1. Apakah sistem mampu merespon segala aktivitas yang ditimbulkan oleh simulator. Apakah sistem dapat bekerja dengan toleransi waktu tunda pengiriman rata-rata dibawah satu menit dalam berbagai variasi jarak yang diuji cobakan antara station dan server.
2. Apakah sistem dapat bekerja dengan toleransi waktu tunda pengiriman rata-rata dibawah satu menit dalam berbagai variasi waktu saat pengiriman data. terhadap pengembangan aplikasi penyimpanan data.

Pada **Tahun Ketiga** (2019) dilakukan uji respon perangkat stasion, dengan simulasi gangguan oleh simulator. Untuk pengujian pada tahap ini difokuskan untuk menganalisis kinerja dan kemampuan dari sistem dalam merespon setiap aktivitas yang terjadi pada

simulator terutama dalam melaporkan informasi ketidaknormalan dalam bentuk SMS. Pada tahap ini akan dilihat jenis aktivitas/ ketidaknormalan yang diciptakan oleh simulator, jenis gangguan yang disimulasikan serta jenis gangguan yang diterima komputer. Dari catatan akan dilihat apakah stasion telah mampu merespon segala jenis ketidaknormalan yang dikenalnya dan melaporkannya melalui SMS sesuai dengan ketidaknormalan yang terjadi sebenarnya.

Tahap selanjutnya adalah hasil uji pengaruh lokasi *station* terhadap selang waktu antara SMS dikirim dengan SMS diterima. Untuk pengujian pada tahap ini difokuskan untuk menganalisis pengaruh variasi lokasi dari station, terhadap cepat atau lambatnya informasi yang dikirimkan melalui SMS sampai ke komputer server. Pengujian dilakukan dengan menempatkan bagian station di tempat berbeda secara bergantian, sedangkan untuk lokasi peletakan sistem server tidak berubah-ubah pada satu lokasi. Dari hasil ini akan dilihat pengaruh jauh atau dekatnya jarak antara lokasi station dengan lokasi server terhadap lambat atau cepatnya proses pengiriman informasi. Untuk target kehandalan sistem yang telah ditetapkan diawal pembuatan sistem, dilihat antara waktu tunda informasi dikirim dengan informasi diterima dengan berbagai variasi jarak.

Bagan alir penelitian secara utuh dan bagian yang akan dilaksanakan pada tahun ketiga (2019) diperlihatkan pada Gambat 1 di bawah ini.



Gambar 1 Bagan alir penelitian

## **Progress Tahun I (2017)**

### **OPERASI LAMPU LALU-LINTAS**

#### **A. Lampu Lalu Lintas**

Bentuk pengaturan lalu lintas yang dikembangkan untuk mengurangi jumlah konflik dan meningkatkan keamanan jalan adalah lampu lalu lintas. Pengaturan lampu lalu lintas dimaksudkan untuk mencegah lalu lintas berjalan terus, dengan mengatur kesempatan kendaraan untuk berjalan setelah dihentikan dengan urutan tertentu pada arus lalu lintas yang mengalami konflik. [Hobbs, 1995]

#### **1. Ciri-ciri Fisik Lampu Lalu Lintas**

Lampu lalu lintas terdiri atas lensa merah, kuning dan hijau yang terpisah dan berdiameter 8 atau 12 inchi, masing-masing dilengkapi sumber cahaya sendiri. Lampu lalu lintas dipasang pada tiang atau siku-siku di luar batas jalan atau digantung di atas persimpangan jalan. Tinggi lampu yang dipasang pada tiang disarankan 8 sampai 15 kaki di atas trotoar atau di perkerasan trotoar. [Hobbs, 1995]

Instruksi jalan yang dinyatakan oleh lampu lalu lintas pada suatu persimpangan mengikuti suatu urutan tertentu yang di Inggris adalah warna merah, merah dan kuning bersama-sama, kuning dan hijau. Periode kuning distandarkan selama 3 detik, merah dan kuning bersama-sama adalah 2 detik. Setiap pengulangan lampu lalu lintas keseluruhan disebut satu siklus sinyal. Pengendali yang sederhana adalah pengaturan waktu pada persimpangan jalan tunggal yang dapat mengatur satu sampai beberapa indikasi lampu lalu lintas. [Hobbs, 1995]

#### **2. Tujuan Pemasangan Lampu Lalu Lintas**

Setiap pemasangan lampu lalu lintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi yang tersebut seperti berikut ini :

- a. Mendapatkan gerakan lalu lintas yang teratur.
- b. Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada perempatan jalan.
- c. Mengurangi frekuensi jenis kecelakaan tertentu.
- d. Mengoordinasikan lalu lintas di bawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalu lintas tetap berjalan terus-menerus pada kecepatan tertentu.

- e. Memutuskan arus lalu lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberang kendaraan lain atau pejalan kaki.
- f. Sebagai pengendali pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan.

[Clarkson, 1993]

### **3. Lampu Lalu Lintas Waktu Tetap**

Panjang siklus adalah waktu yang diperlukan untuk suatu rangkaian indikasi lampu lalu lintas yang lengkap dan besarnya antara 30 sampai 120 detik. Lampu lalu lintas waktu tetap diatur untuk menghalangi dengan pewaktuan secara tetap pada interval tertentu. Setiap jalur jalan pada persimpangan normal, lampu lalu lintas dapat melewati suatu kendaraan setiap 2,1 detik lampu hijau. Interval kuning sesudah periode hijau biasanya 3 sampai 6 detik tergantung pada lebar jalan dan kecepatan kendaraan yang mendekati persimpangan. [Hobbs, 1995]

Aspek berhenti pada suatu persimpangan jalan mengakibatkan terkumpulnya kendaraan dalam antrian di belakang garis henti. Pelepasan antrian ini terjadi setelah mereka menerima lampu hijau dan akan bergerak mula-mula dalam bentuk kumpulan. Bila kumpulan ini mendekati persimpangan lain yang diatur dengan lampu lalu lintas maka dibuat bersamaan dengan penerima hak jalan lampu hijau, sehingga kendaraan ini tidak mengalami waktu tunda. [Hobbs, 1995]

### **4. Peralatan Rambu Lalu Lintas**

Peralatan rambu yang digunakan untuk lampu lalu lintas adalah :

- a. Kontroler  
Pada dasarnya adalah suatu alat pengatur waktu yang melaksanakan operasi penyaklaran (on-off) pada seperangkat lampu lalu lintas berdasarkan suatu program tertentu. Suatu kontroler pada umumnya melaksanakan urutan pengaturan waktu secara elektronik.
- b. Detektor dan Prosesor  
Detektor kendaraan diperlukan untuk menunjukkan kehadiran suatu kendaraan. Detektor dapat berupa pneumatik, magnetik, elektronik maupun mekanik yang dipasang di bawah atau di atas permukaan jalan. Teknologi elektronika berupa prosesor mikro memungkinkan untuk memonitor lalu lintas dalam batas yang dapat dilaksanakan dengan mengukur parameter seperti kecepatan kendaraan, jarak



kendaraan, jumlah klasifikasi, jumlah volume kendaraan serta pengukuran lain yang didasari distribusi detektor. [Hobbs, 1995]

## B. *Short Message Service (SMS)*

*Short Message Service (SMS)* merupakan fasilitas standar dari *Global System for Mobile Communication (GSM)*. Fasilitas ini dipakai untuk mengirim dan menerima pesan dalam bentuk teks ke dan dari sebuah ponsel. [Budi, 2004]

### 1. **Elemen-elemen SMS**

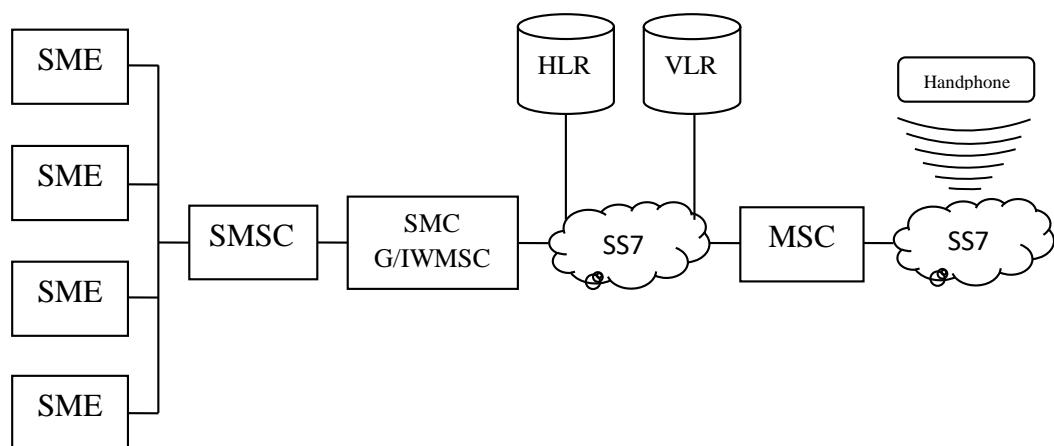
Adapun elemen-elemen penyusun SMS adalah :

#### a. *Short Messaging Entities*

*Short Messaging Entity (SME)* adalah suatu piranti yang dapat menerima atau mengirim pesan pendek. SME dapat berada dalam jaringan *fixed*, sebuah piranti bergerak (*mobile*) maupun berupa pusat layanan (*service centre*) lainnya.

#### b. *Short Message Service Centre*

*Short Message Service Centre (SMSC)* adalah kombinasi perangkat keras dan lunak yang bertanggung jawab memperkuat, menyimpan dan meneruskan pesan pendek antara SMS dan piranti bergerak. SMSC harus memiliki kehandalan, kapasitas pelanggan, dan *throughout* pesan yang tinggi. Selain itu, SMS juga harus dapat diskalakan dengan mudah untuk mengakomodasikan peningkatan permintaan SMS dalam jaringan yang ada. SMSC men-transfer pesan dalam format *point to point* pada sistem yang melayani.



Gambar 2. Koneksi SMSC terhadap MSC, HLR yang dilakukan melalui *Signal Transfer Point (STP)*.

**c. SMS-Gateway dan SMS-Interworking Mobile Switching Centre**

*SMS gateway Mobile Switching Centre (SMS-GSMC)* adalah sebuah aplikasi MSC yang mampu menerima pesan singkat dari SMSC, menginterogasi *home location register (HLR)* untuk informasi routing, serta mengirimkan pesan pendek tersebut ke MSC dan piranti bergerak yang dituju.

**d. Home Location Register**

*Home Location Register (HLR)* adalah basis data yang dipergunakan untuk penyimpanan permanen, pengelolaan langganan dan profil layanan. Ketika diinterogasi oleh SMSC, HLR memberikan informasi routing mengenai pelanggan yang dituju.

**e. Mobile Switching Centre**

*Mobile Switching Centre (MSC)* melakukan fungsi penyaklaran sistem dan mengendalikan ke dan dari sistem telepon dan data yang lain. MSC akan mengirimkan pesan pendek ke pelanggan tertentu melalui base station yang sesuai.

**f. Visitor Location Register**

*Visitor Location Register (VLR)* adalah basis data yang berisi informasi temporal mengenai pelanggan yang berasal dari suatu HLR yang roaming ke HLR lainnya. Informasi ini dibutuhkan oleh MSC untuk melayani pelanggan yang berkunjung.

**g. Base Station System (BSS)**

Semua fungsi yang terkait dengan transmisi sinyal radio elektromagnetik antara MSC dan peranti bergerak dilakukan di *Base Station Centre (BSC)*. BSS terdiri dari *Base Station Controllers (BTSs)*, juga dikenal sebagai wilayah sel. BSC dapat mengendalikan satu atau lebih BTS dan bertanggung jawab dalam pemberian sumber data yang semestinya ketika pelanggan bergerak dari satu sektor suatu BTS ke sektor lain, terlepas dari apakah sektor berikutnya tersebut berada dalam BTS yang sama ataupun berbeda.

## **2. Mekanisme Store and Forward pada SMS**

SMS adalah tipe data *asynchronous message* yang pengiriman datanya dilakukan dengan mekanisme protokol *store and forward*. Hal ini berarti bahwa pengirim dan penerima SMS

tidak perlu berada dalam status berhubungan (*connected / on-line*) satu sama lain ketika akan saling bertukar pesan SMS.

Pengiriman pesan SMS secara *store and forward* berarti pengirim pesan SMS menuliskan pesan dan nomor telepon tujuan dan kemudian mengirimkannya (*store*) ke server SMS (SMSC) yang kemudian bertanggung jawab untuk mengirimkan pesan tersebut (*forward*) ke nomor telepon tujuan.

Keuntungan mekanisme *store and forward* pada SMS adalah penerima tidak perlu dalam status *on-line* ketika ada pengirim yang bermaksud mengirimkan pesan kepadanya. Karena pesan yang dikirimkan akan terlebih dahulu disimpan di SMSC dan baru akan dikirimkan ke nomor tujuan apabila si penerima telah dalam keadaan terkoneksi / *on-line*. Ketika pesan telah terkirim dan diterima oleh SMSC, pengirim akan menerima pesan singkat (konfirmasi) bahwa pesan telah terkirim (*message sent*). [Siswoyo, 2006]

### C. *AT Command*

Dibalik tampilan menu *message* pada ponsel sebenarnya adalah *AT Command* yang bertugas mengirim atau menerima data ke atau dari SMSC. *AT Command* tiap-tiap SMS *device* bisa berbeda-beda, tetapi pada dasarnya sama. [Siswoyo, 2006]

Beberapa **AT Command** yang penting untuk SMS, yaitu :

#### 1. **AT+CMGS**

Berfungsi untuk mengirim SMS. Berikut ini adalah format pengirimannya beserta respon dari *handphone* :

AT+CMGS=<panjang-PDU><CR>

Setelah karakter “CR”, *handphone* akan memberi respon berupa karakter “>” dan spasi.

Setelah itu dilanjutkan dengan :

PDU<ctrl-Z>

Selanjutnya *handphone* akan memberi respon “OK” atau “ERROR”, berikut adalah keterangan sintaks diatas :

<panjang-PDU>	: panjang PDU yang dikirim
<CR>	: karakter 13D (0DH)
PDU	: <i>Protocol Data Unit</i> yang ingin dikirim
<ctrl-Z>	: karakter 26D (1AH)

#### 2. **AT+CMGR**

Berfungsi untuk membaca SMS berdasarkan indeksinya. Berikut adalah format pembacaan SMS beserta respon dari *handphone* :

AT+CMGR=<indeks><CR>

Selanjutnya *handphone* akan memberi respon "+CMGR:<stat>,<panjang-PDU><CR><LF><PDU>" diakhiri tulisan "OK" atau "ERROR". Bila <panjang-PDU> bernilai 0 (nol), berarti tidak terdapat SMS. Berikut keterangan sintaks diatas :

<indeks> : indeks SMS yang akan dibaca

<CR> : karakter 13D (0DH)

<LF> : karakter 10D (0AH)

<stat> : informasi status SMS, diantaranya :

0 "REC UNREAD" : SMS yang diterima belum dibaca

1 "REC READ" : SMS diterima telah dibaca

2 "STO UNSENT" : SMS yang tersimpan tidak dikirim

3 "STO SENT" : SMS yang tersimpan telah dikirim

4 "ALL" : Semua SMS

### 3. AT+CMGD

Berfungsi untuk menghapus SMS berdasarkan indeksinya. Berikut adalah format penghapusan SMS beserta respon dari *handphone* :

AT+CMGD=<indeks><CR>

Selanjutnya *handphone* akan memberi respon tulisan "OK" atau "ERROR". Berikut ini keterangan sintaks diatas :

<indeks> : indeks SMS yang dihapus

<CR> : karakter 13D (0DH)

## Progress Tahun II (2018)

Pelaksanaan penelitian pada tahun kedua fokus pada pembuatan alat monitor kerusakan lampu lalu-lintas (self-diagnose). Alat-alat dimaksud diuraikan sebagai berikut:

### 1) Mikrokontroler

Jika membahas tentang mikrokontroler, maka tidak bisa terlepas dari pengertian tentang komputer itu sendiri. Karena terdapat beberapa kesamaan antara mikrokontroler dengan komputer (mikrokomputer), antara lain :

- ✓ Sama-sama memiliki unit pengolah pusat atau yang lebih dikenal dengan **CPU** (*Central Processing Unit*).
- ✓ **CPU** tersebut sama-sama menjalankan program dari suatu lokasi atau tempat, biasanya dari **ROM** (*Read Only Memory*) atau **RAM** (*Random Access Memory*).
- ✓ Sama-sama memiliki RAM yang digunakan untuk menyimpan data-data sementara atau yang lebih dikenal dengan variable-variabel.
- ✓ Sama-sama memiliki beberapa luaran dan masukan (**I/O**) yang digunakan untuk melakukan komunikasi timbal-balik dengan dunia luar, melalui sensor (masukan) dan aktuator (luaran).

Untuk memudahkan pengertian, mikrokontroler adalah versi mini dan untuk aplikasi khusus dari mikrokomputer / mikrokomputer. Jika penjelasan sebelumnya ialah persamaan secara umum antara mikrokontroler dan mikrokomputer, maka berikut ini penjelasan sedikit lebih mendalam tentang beberapa perbedaan diantara keduanya :

- ✓ **CPU** pada sebuah komputer terletak secara eksternal dalam suatu sistem, sampai saat ini kecepatan operasionalnya sudah mencapai lebih dari 2,5 GHz. Sedangkan CPU pada mikrokontroler terletak di dalam (internal) chip mikrokontroller itu sendiri dengan kecepatan kerja yang tergolong masih rendah dalam orde MHz (misal : 24 MHz, 40MHz dan lain sebagainya). Kecepatan mikrokontroler yang cukup rendah ini sudah mencukupi untuk aplikasi-aplikasi berbasis mikrokontroler.
- ✓ Jika **CPU** pada mikrokomputer menjalankan program dalam **ROM** atau yang lebih dikenal dengan **BIOS** (*Basic I/O System*) pada saat awal dihidupkan, kemudian mengambil atau menjalankan program yang tersimpan di dalam *hard disk*. Sedangkan mikrokontroler sejak awal menjalankan program yang tersimpan di dalam **ROM** internal-nya (bisa berupa **Mask ROM** atau **Flash PEROM** atau **Flash ROM**). Sifat

memori program dalam mikrokontroler ini *non-volatile*, artinya tetap akan tersimpan walaupun catu daya diputus.

- ✓ **RAM** pada mikrokomputer bisa mencapai ukuran sekian GigaByte dan bisa di-*upgrade* ke ukuran yang lebih besar dan berlokasi di luar CPU-nya, sedangkan RAM pada mikrokontroler berada di dalam *chip* dan kapasitasnya rendah, misalnya 128 byte, 256 byte dan lain sebagainya. Ukuran RAM kapasitas relatif kecil pada mikrokontroler ini dirasa cukup guna aplikasi-aplikasi berbasis mikrokontroler.
- ✓ Luaran dan masukan (**I/O**) pada mikrokomputer jauh kompleks dibandingkan dengan mikrokontroler yang jauh lebih sederhana. Selain itu, pada mikrokontroler akses luaran dan masukan bisa per bit.
- ✓ Jika diamati lebih lanjut, bisa dikatakan bahwa mikrokomputer / komputer merupakan komputer serbaguna atau *general purpose computer*, bisa dimanfaatkan untuk berbagai macam aplikasi (atau perangkat lunak). Sedangkan mikrokontroler adalah *special purpose computer* atau komputer untuk tujuan khusus, hanya satu macam aplikasi saja.

Berikut dipaparkan peralatan pendukung yang saling terkait dalam proses monitoring kerusakan lampu pengatur lalu-lintas:

### 1. **Arduino**

Berawal dari sebuah thesis yang dibuat oleh Hernando Barragan, di **Institute of Ivrea**, Italia pada tahun 2005, dikembangkan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dan diberi nama **Arduin of Ivrea**. Lalu diganti nama menjadi **Arduino** yang dalam bahasa Italia berarti teman yang berani.

Tujuan awal dibuat Arduino adalah untuk membuat perangkat mudah dan murah, dari perangkat yang ada saat itu. Dan perangkat tersebut ditujukan untuk para siswa yang akan membuat perangkat desain dan interaksi.

Saat ini tim pengembangnya adalah Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, dan Nicholas Zambetti. Mereka mengupayakan 4 hal dalam Arduino ini, yaitu:

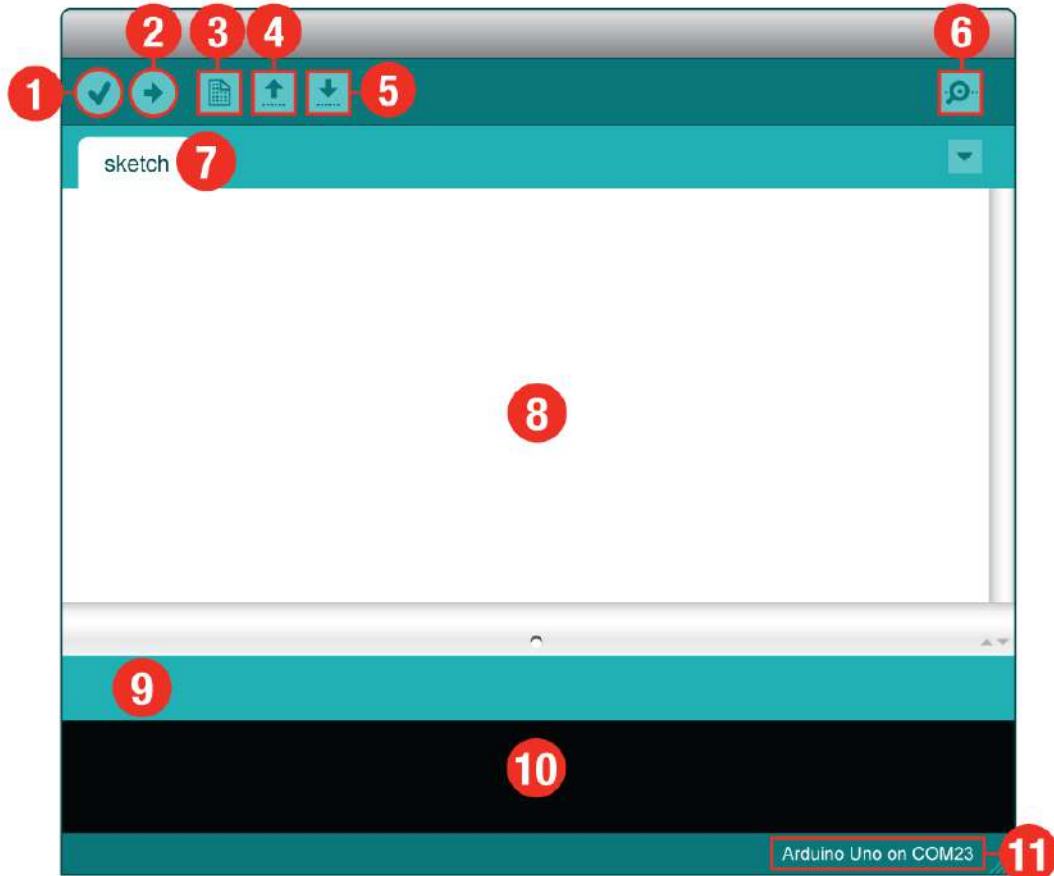
- ✓ Harga terjangkau
- ✓ Dapat dijalankan diberbagai sistem operasi, Windows, Linux, Max, dan sebagainya.
- ✓ Sederhana, dengan bahasa pemograman yang mudah bisa dipelajari orang awam, bukan untuk orang teknik saja.
- ✓ Open Source, *hardware* maupun *software*.

Arduino Uno tidak ubahnya seperti sistem minimum mikrokontroler ATmega8, ATmega8535, ATmega16 maupun ATmega32 yang populer (setidaknya di Indonesia) sekitar tahun 2005 sampai sekitar 2013, walaupun sekarang masih ada beberapa penghobi elektronika mempergunakan sistem minimum ini. Bahkan Arduino Uno sendiri masih menggunakan mikrokontroler ATmega328 sebagai jantung utamanya.

Pada sistem minimum seperti ATmega32 misalnya, pemrograman wajib memahami bahasa pemrograman C maupun assembler. Namun, pada Arduino pemrograman dilakukan pada aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*) bawaan dari Arduino itu sendiri yang mana lebih mudah dipahami bahkan oleh orang awam sekalipun. Mudah-mudahan, memprogram dengan menggunakan Arduino lebih “manusiawi” karena bahasa mesin telah dimodifikasi sedemikian rupa oleh pendiri Arduino agar mudah dipahami dan diingat. Selain itu, karena Arduino merupakan *open source*, maka akan dengan mudah sekali menemukan tutorial maupun saling berbagi *project* maupun *library* berbasis Arduino di dunia maya. Tidak perlu khawatir akan lisensi karena tujuan *open source* ialah berbagi pengetahuan, dibuat ulang, dipakai dan dikembangkan secara bersama-sama oleh siapapun. Tentu saja sejauh hal-hal yang diizinkan oleh pengunggah untuk kemudian kita pakai dan modifikasi.

## **2. Arduino IDE**

Untuk memprogram *board* Arduino, kita butuh aplikasi **IDE** (*Integrated Development Environment*) bawaan dari Arduino. Aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* Arduino (*Sketches*, para programmer menyebut *source code* arduino dengan istilah "*sketches*"). *Sketch* merupakan *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan diupload ke dalam IC mikrokontroler (Arduino).



Gambar 3. *Interface* Arduino IDE

*Interface* Arduino IDE tampak seperti gambar 2. Berikut ini penjelasan singkatnya :

- a) **Verify**, sebelum kode program di-*upload* ke *board* Arduino, biasakan untuk memverifikasi terlebih dahulu *sketch* yang kita buat. Jika terdapat kesalahan pada *sketch* (misal : kesalahan penulisan / syntax, kesalahan *library*, dll), maka akan muncul pesan *error* pada bagian **Console** (lihat juga pada keterangan 10).
- b) **Upload**, tombol ini berfungsi untuk meng-*upload sketch* ke *board* Arduino. Walaupun kita tidak meng-klik tombol *verify*, maka *sketch* akan di-*compile*, kemudian langsung di-*upload* ke *board*. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memverifikasi *sketch* / kode program saja.
- c) **New Sketch**, membuka *window* dan membuat *sketch* baru.
- d) **Open Sketch**, membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat. *Sketch* yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file **.ino**.
- e) **Save Sketch**, menyimpan *sketch*, tetapi tidak disertai dengan meng-*compile*.



- f) **Serial Monitor**, membuka *interface* untuk komunikasi serial, akan dibahas lebih lanjut di bagian lain.
- g) **Sketch Tab**, memberi tahu tab mana yang sedang aktif dan menginformasikan judul *sketch*.
- h) **Sketch Field**, di bagian inilah *sketch* (kode program) Arduino dikerjakan.
- i) **Status**, menampilkan status yang sedang / telah dilakukan oleh IDE Arduino, misal: “*Compiling sketch*”, “*Done Compiling*”.
- j) **Console**, pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang *sketch* akan muncul pada bagian ini. Misalnya, ketika aplikasi memverifikasi dan ditemukan kesalahan pada *sketch* yang kita buat, maka informasi *error* dan di baris berapa kesalahannya akan diinformasikan di bagian ini.
- k) **Informasi Port**, bagian ini menginformasikan *port* berapa yang dipakai oleh *board* Arduino.

## RANCANG BANGUN ALAT

### 1. Modul GSM

Secara garis besar, sistem ini dibagi menjadi dua bagian utama. Bagian pertama disebut *station*, yang terdiri dari simulator, mikrokontroler (Arduino UNO) dan modul GSM SIM800L. Adapun fungsi dari bagian ini adalah sebagai pemberi informasi. Sedangkan bagian kedua disebut *server*, terdiri dari *handphone* maupun *smartphone* dan seperangkat komputer. Adapun fungsi dari bagian ini adalah sebagai pusat penerima informasi.

Perangkat sistem monitoring lalu lintas yang dirancang pada dasarnya adalah sebagai perangkat yang berfungsi untuk menginformasikan secara cepat kondisi lampu lalu lintas apabila terjadi kerusakan. Untuk mempercepat sampainya informasi, dipilihlah layanan komunikasi nirkabel (*wireless*), yaitu dengan menggunakan sebuah modul GSM SIM800L. Mikrokontroler akan mendiagnosa kondisi lampu lalu lintas yang sedang beroperasi. Beberapa skenario kerusakan yang mungkin terjadi pada saat lampu lalu lintas beroperasi akan diprogramkan pada mikrokontroler ini. Apabila terjadi skenario kerusakan yang bersesuaian, maka mikrokontroler akan memerintahkan modul GSM SIM800L untuk mengirimkan informasi dalam bentuk SMS tentang kerusakan yang sedang terjadi ke bagian *server*.

Tentu saja pada tahap awal perancangan alat, belum memungkinkan membuat alat siap pakai secara keseluruhan. Hal ini didasarkan pada perlunya dilakukan simulasi terlebih dahulu maupun pengujian alat sampai ditemukan spesifikasi yang ingin dicapai. Pencapaian tahap awal yang diinginkan pada purwarupa (*prototype*) sistem diagnosis mandiri (*self-diagnosing*) lampu lalu lintas ini, yaitu :

1. Bagian *station* dapat memberi informasi kondisi dirinya sendiri (*auto-update*) dalam kondisi lampu lalu lintas beroperasi normal setiap beberapa waktu tertentu ke bagian *server*, misal : setiap 10 menit bagian *station* secara terus-menerus mengirim SMS ke bagian *server* bahwa kondisi lampu lalu lintas beroperasi normal.
2. Bagian *station* dapat memberi informasi berupa berita SMS dengan segera ke bagian *server* apabila terjadi ketidaknormalan pada kondisi lampu lalu lintas yang sedang beroperasi. Tentu saja pada tahap awal ini, skenario ketidaknormalan akan dilakukan melalui bagian simulator.

## **2. Sistem Simulasi**

Pada prinsipnya, sistem simulator ini dibuat untuk menggantikan peran lampu lalu lintas sesungguhnya. Adapun alasan pemilihan penggunaan simulator untuk menggantikan lampu lalu lintas yang sebenarnya adalah nantinya untuk mempermudah proses pengujian sistem secara keseluruhan.

Hasil kerja dari simulator ini diharapkan dapat menciptakan berbagai kemungkinan kerusakan/ ketidaknormalan yang mungkin terjadi pada setiap lampu lalu lintas di persimpangan jalan. Pada tahap awal perancangan ini ada dua kemungkinan ketidaknormalan yang bisa terjadi pada setiap lampu lalu lintas, yaitu :

1. Ketidaknormalan yang disebabkan karena putusya satu atau lebih lampu, maupun terjadinya nyala lebih dari satu lampu pada saat bersamaan. Keadaan lampu menyala diwakilkan dengan kondisi logika *high* (1), sedangkan kondisi lampu mati diwakilkan dengan kondisi logika *low* (0). Skenario tentang kemungkinan ini dapat disimulasikan berdasarkan tabel berikut :

Tabel 2. Asumsi kondisi lampu lalu lintas dan statusnya.

MERAH	KUNING	HIJAU	STATUS
0	0	0	Tidak normal
0	0	1	Normal
0	1	0	Normal
0	1	1	Tidak normal
1	0	0	Normal
1	0	1	Tidak normal
1	1	0	Tidak normal
1	1	1	Tidak normal

2. Ketidaknormalan yang terjadi pada sistem pewaktu (*timer*) yang ada pada lampu lalu lintas. Misalnya : lampu merah disimulasikan nyala selama 10 detik, setelah itu disusul lampu kuning selama 5 detik dan terakhir lampu hijau selama 15 detik. Skenario semacam ini akan diprogramkan di dalam mikrokontroler. Apabila saat lampu lalu lintas beroperasi tidak sesuai dengan skenario ini, maka mikrokontroler akan menganggap itu sebagai ketidaknormalan. Selanjutnya, mikrokontroler akan memerintahkan modul SIM800L mengirim berita berupa SMS ke bagian *server* bahwa telah terjadi ketidaknormalan pada sistem pewaktu lampu lalu lintas.

Adapun bagian simulator ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

1. Modul SSR (*solid state relay*) 4 kanal.



Gambar 4. SSR 4 kanal.

2. Arduino UNO, mikrokontroler sebagai pengolah data diagnosis, tempat penyimpanan beberapa aturan skenario dan sekaligus pemberi perintah boleh dan tidaknya modul GSM mengirim berita.



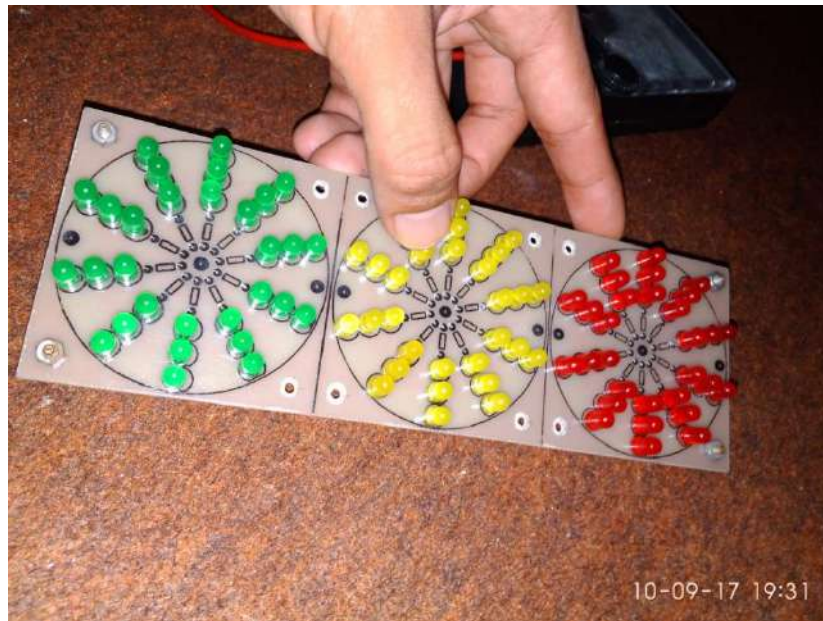
Gambar 5. Arduino UNO.

3. Modul GSM SIM800L, berfungsi sebagai pengirim berita dalam bentuk SMS hasil dari diagnosis dan perintah mikrokontroler menuju bagian *server*. Layanan komunikasi yang dipergunakan ialah GSM. Pada modul ini harus disisipkan sebuah *SIM card* yang telah diisi pulsa terlebih dahulu dan diaktifkan layanan SMS. Modul SIM800L ini diperintah menggunakan AT Command. Pustaka (*library*) AT Command ini dapat dengan mudah diunduh di situs resmi Arduino dan merupakan *open source*, sehingga siapapun dapat mengunduhnya dengan bebas dan boleh dipergunakan untuk pengembangan suatu rangkaian elektronika berbasis pemrograman menggunakan Arduino.



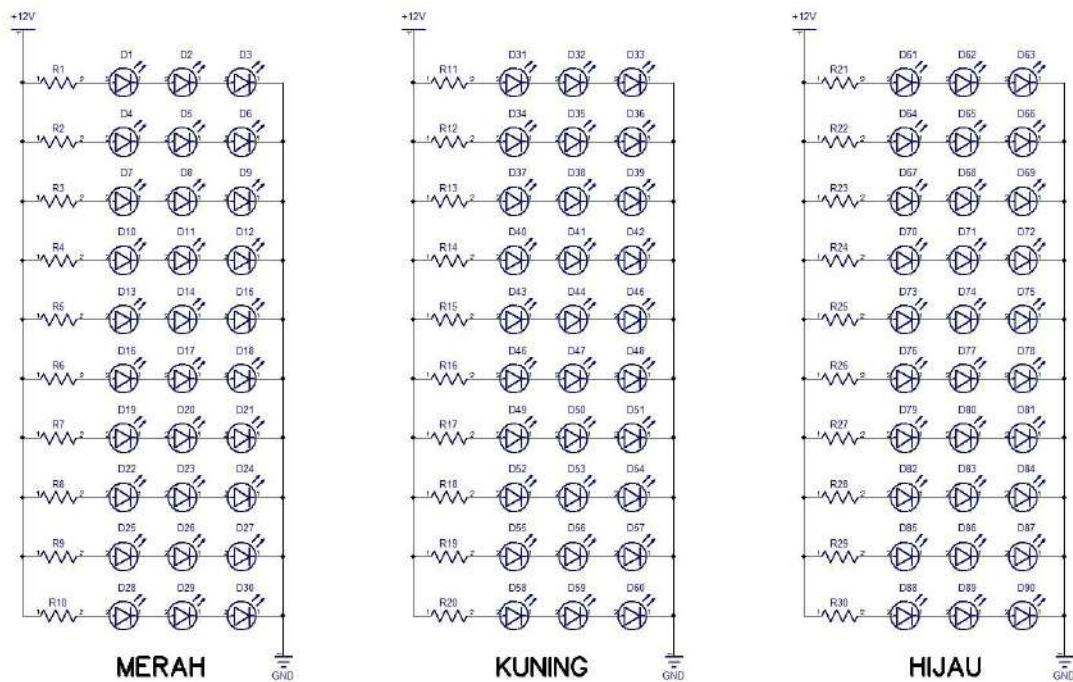
Gambar 6. Modul GSM SIM800L.

4. Modul lampu 3 warna, sebagai miniatur lampu lalu lintas sesungguhnya.



Gambar 7. Modul lampu 3 warna (hijau-kuning/amber-merah).

Skema untuk modul lampu 3 warna ialah seperti pada gambar berikut ini. Untuk lebih lengkapnya tentang skema lampu 3 warna ini dapat dilihat pada lampiran.



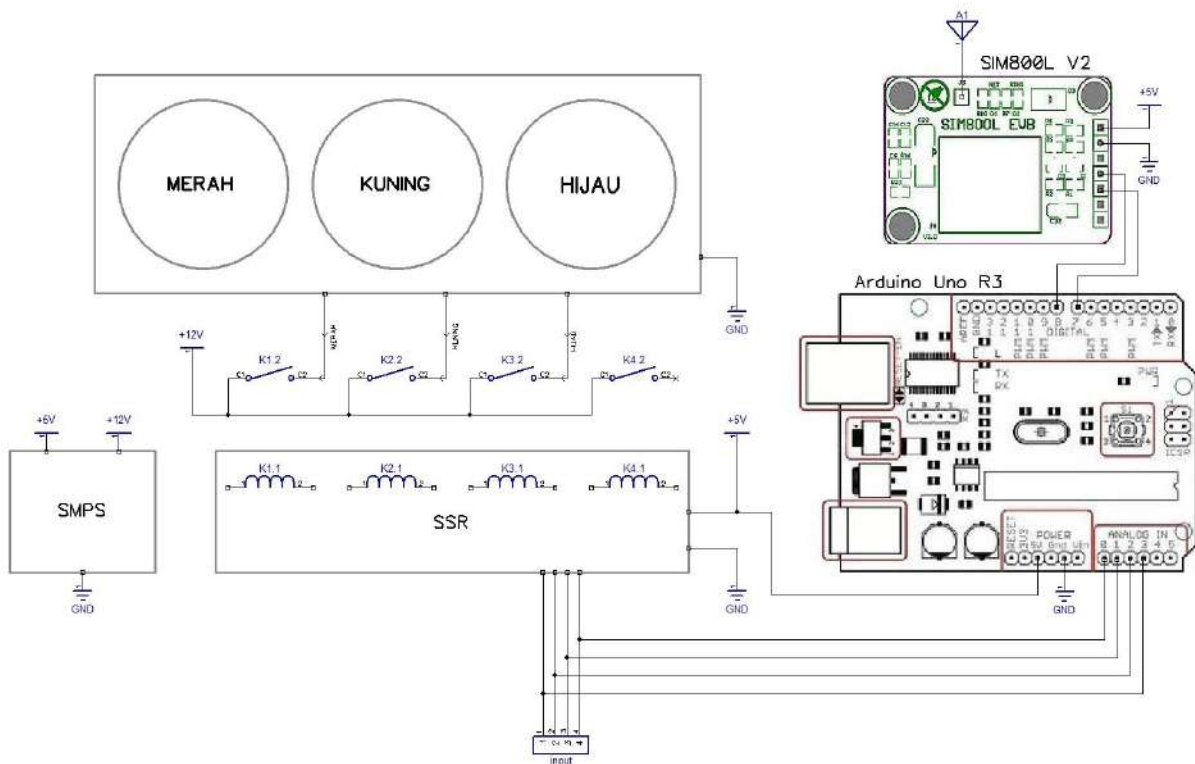
Gambar 8. Skema lampu 3 warna (hijau, kuning/amber-merah).

5. SMPS (Switching Mode Power Supply), sebagai sumber listrik DC 12 volt dan 5 volt untuk menyalakan keempat modul sebelumnya.



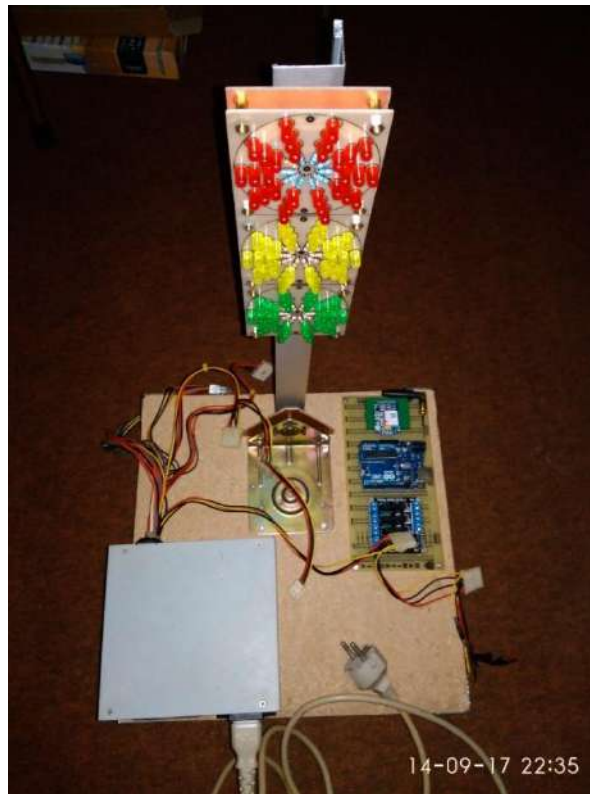
Gambar 9. Switching Mode Power Supply

Berikut ini ialah skema rangkaian simulator. Lebih lengkap mengenai skema dapat dilihat pada bagian lampiran.



Gambar 10. Skema Rangkaian Simulator.

Setelah semua sub-bagian dirangkai, maka seperti terlihat pada gambar berikut ini :

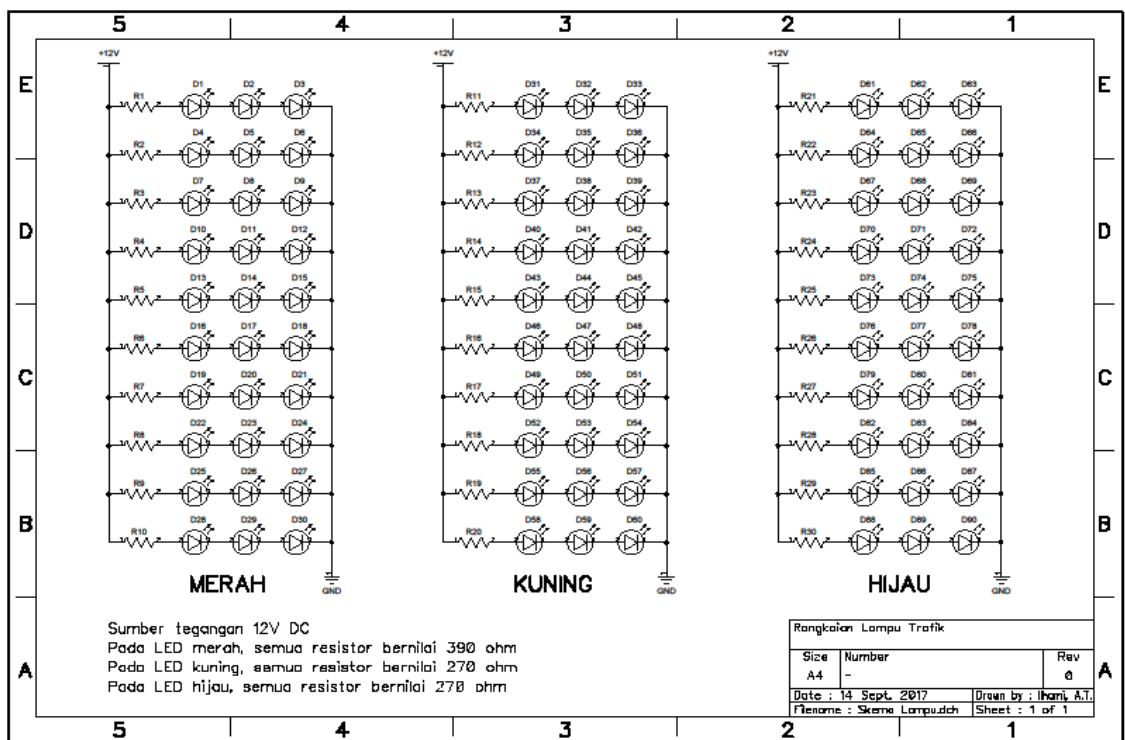
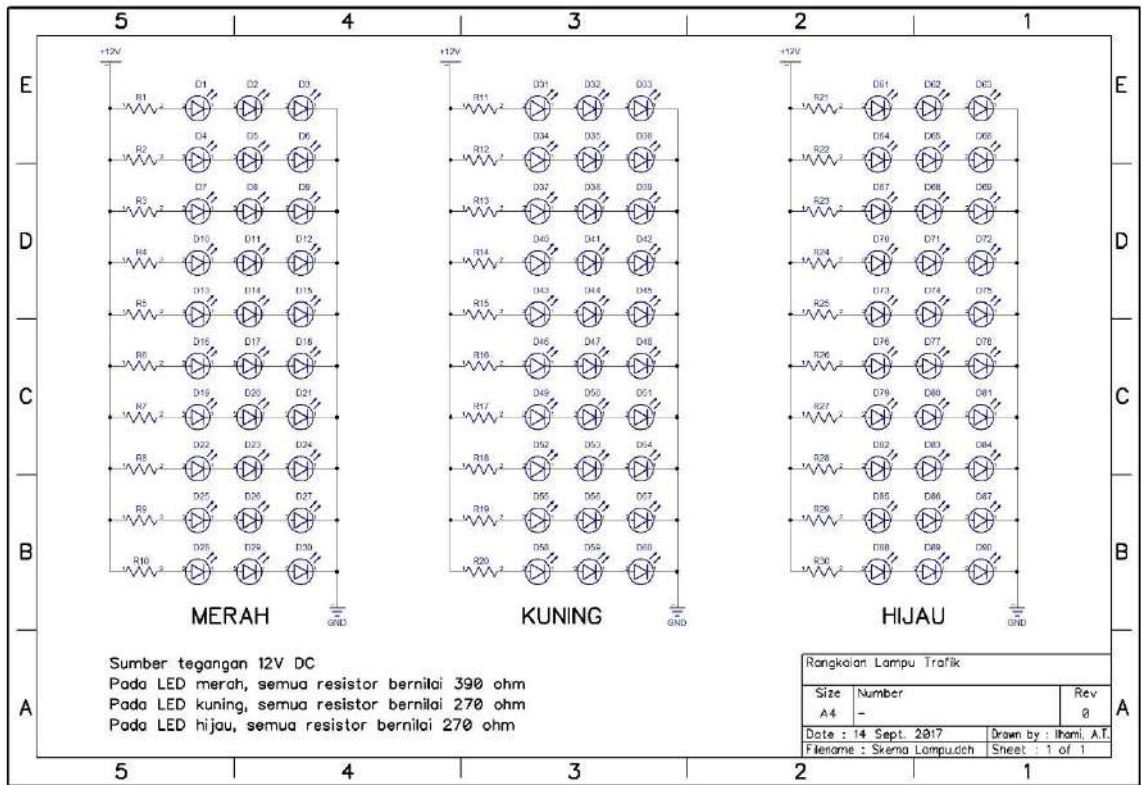


Gambar 11. Rancang Bangun Rangkaian Simulator.

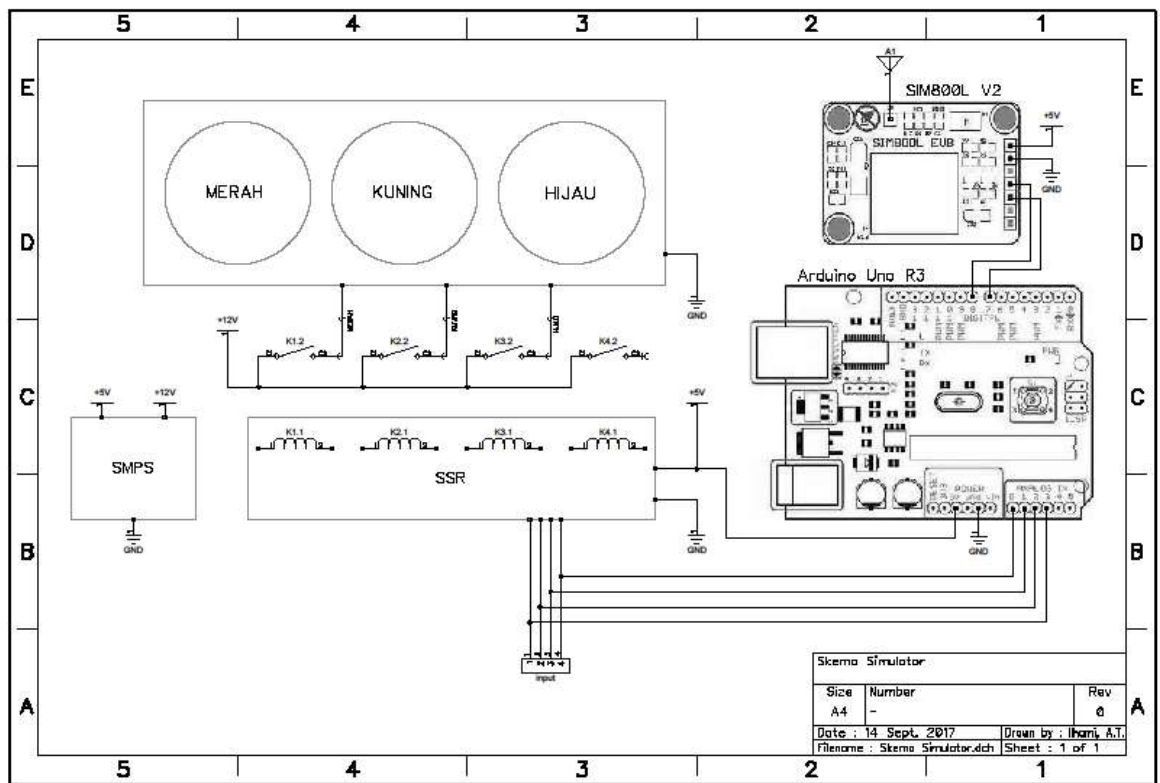
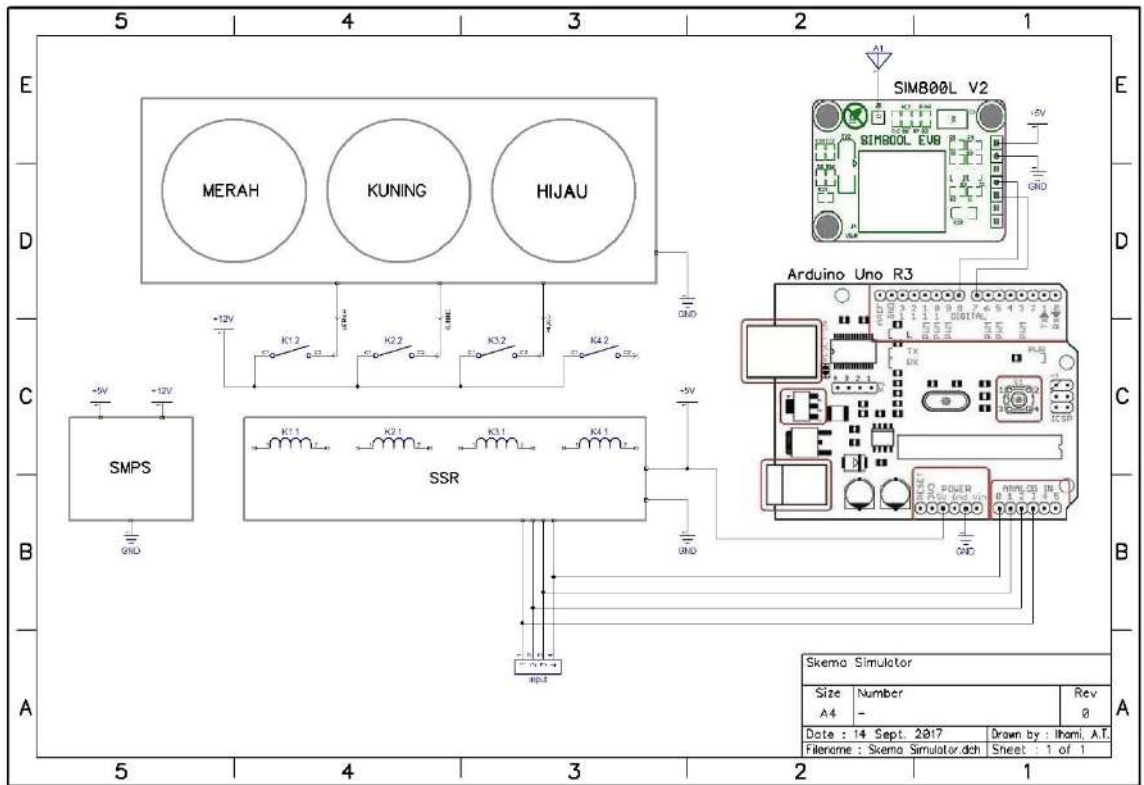
### **Temuan hasil penelitian Tahun ke-2 (2018)**

1. Alat monitoring dapat bekerja dengan baik; masih dibutuhkan penyempurnaan pada beberapa komponen pendukung
2. Pengujian lanjut terkait sensitivitas alat perlu dilakukan
3. Dimungkinkan dikembangkan sistem monitoring pemantau lampu lalu-lintas dengan skala penuh di Laboratorium Inti Jalan Raya FT Universitas Lampung sebelum diujicoba dengan skala penuh di lapangan.

Lampiran







### **Rencana Tindak Lanjut Tahun Ketiga (2019)**

1. Uji sistem monitoring secara utuh
2. Rancang bangun sistem monitoring dengan skala penuh (1: 1) di Laboratorium Inti Jalan Raya FT Universitas Lampung
3. Diskusi intensif dengan pemangku kepentingan di Propinsi Lampung dan kota Bandar Lampung
4. Uji coba sistem monitoring pemantau lampu lalu-lintas skala penuh bersama Dinas Perhubungan Propinsi Lampung dan Dinas Perhubungan kota Bandar Lampung

**SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr.Eng ALEKSANDER  
PURBA S.T, M.T  
Jln Alam Lembayung No 10  
Alamat : Way Halim Permai, B.  
Lampung 35135

berdasarkan Surat Keputusan Nomor 01/E.1/KPT/2018 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 393/UN26.21/PN/2018 mendapatkan Anggaran Penelitian PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING LAMPU LALU LINTAS BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN SMS JARINGAN GSM sebesar 70,000,000 .

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	Jumlah
01	<b>Honorarium</b> Operator komputer Asisten perakit sistem monitoring	10,500,000
02	<b>Peralatan Penunjang</b> USB Downloader	14,000,000
03	<b>Bahan Habis Pakai</b> LCD 2x 16 AVR Studio 4 Kertas, tinta printer, meterai, jilid laporan	29,500,000
04	<b>Perjalanan</b> Konferensi hasil penelitian ke International Conference Planning in the Era of Uncertainty, Malang, Maret 2019	10,500,000
05	<b>Lain-lain</b> Survei dan pengawalan petugas Dishub Propinsi Lampung Proof reading	3,000,000
	<b>Jumlah</b>	<b>67,500,000</b>

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan penelitian dimaksud.
  3. Bersedia menyimpan dengan baik seluruh bukti pengeluaran belanja yang telah dilaksanakan.
  4. Bersedia untuk dilakukan pemeriksaan terhadap bukti-bukti pengeluaran oleh aparat pengawas fungsional Pemerintah
  5. Apabila di kemudian hari, pernyataan yang saya buat ini mengakibatkan kerugian Negara maka saya bersedia dituntut penggantian kerugian negara dimaksud sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.



Kota Bandar Lampung, 17-9 - 2018  
Ketua,

*Alex Purba*  
(Dr.Eng ALEKSANDER PURBA, S.T, M.T)  
NIP/NIK 196811072000121001

Kode/Rumpun Ilmu: 421/Teknik Sipil  
Bidang Fokus: Pengembangan dan  
Manajemen Transportasi

## **LAPORAN AKHIR PENELITIAN TERAPAN**



### **PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING LAMPU LALU-LINTAS BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN SMS JARINGAN GSM**

#### **TIM PENGUSUL**

**Dr. Eng. Aleksander Purba, S.T, M.T.    NIDN. 0007116803**  
**Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.    NIDN. 0004107402**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
NOVEMBER 2019**

## IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Pengembangan Sistem Monitoring Lampu Lalu-lintas Berbasis Microcontroller dengan SMS Jaringan GSM

2. Tim Peneliti

No.	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Curahan Waktu (jam/minggu)
1.	Dr. Eng. Aleksander Purba, S.T, MT	Ketua	Rekayasa Lalulintas	FT UNILA	15 jam/minggu
2.	Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T, MT	Anggota 1	Rekayasa Lalulintas	FT UNILA	12 jam/minggu

3. Obyek Penelitian : Monitoring Lampu Lalu-lintas memanfaatkan teknologi SMS dengan jaringan GSM

4. Masa Pelaksanaan

Mulai : Bulan Mei Tahun 2017

Berakhir : Bulan November Tahun 2020

5. Usulan Biaya DRPM Ditjen Penguatan Risbang

Tahun Pertama: Rp. 75.000.000

Tahun Kedua : Rp. 75.000.000

Tahun Ketiga : Rp. 75.000.000

6. Lokasi Penelitian

Kota Bandar Lampung

7. Instansi yang terlibat dan kontribusinya:

Dinas Perhubungan Kota Bandar Lampung yang berwenang dalam pengaturan lampu lalu lintas serta satuan lalu lintas Polresta Bandar Lampung yang akan membantu kelancaran survei dan pemasangan alat serta pelaksanaan dilapangan.

8. Temuan yang ditargetkan (beri penjelasan):

Basis data, studi kelayakan, dan perancangan sistem monitoring gangguan pada lampu lalu lintas merupakan sasaran kegiatan yang secara langsung bermanfaat bagi Ilmu Pengetahuan, Pemerintah Daerah dan Pemerintah Pusat. Sedangkan produk atau

prototypenya merupakan kegiatan yang diupayakan untuk ditindaklanjuti untuk kegiatan hibah yang lain dengan produk yang memungkinkan untuk dipasarkan

9. Kontribusi Mendasar Pada Suatu Bidang Ilmu:

Sistem perangkat lampu lalu lintas dengan kemampuan untuk mendiagnosa sendiri (self-diagnose) fungsi kerja rangkaian elektroniknya, dimana jika mengalami gangguan, segera dapat terdeteksi dan melaporkannya menggunakan layanan Short Message Service (SMS) ke suatu unit monitoring yang dapat diletakkan dimanapun sejauh terjangkau layanan komunikasi nirkabel Global System for Mobile communications (GSM).

10. Jurnal Ilmiah yang Menjadi Sasaran:

Telecommunication Systems Journal Tahun 2018

Journal of JSCE, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management) Tahun 2020

11. Rencana Luaran Lainnya:

Buku Referensi Tahun 2019

## Ringkasan:

Salah satu syarat mutlak untuk mencegah terjadinya kemacetan dan kecelakaan dalam berlalu-lintas adalah jaminan lampu lalu-lintas untuk selalu berfungsi secara kontinyu. Kondisi yang ada saat ini, sering kali apabila terjadi gangguan pada lampu lalu-lintas, adanya waktu tunda (*delay*) yang cukup signifikan antara waktu saat pertama kali lampu lalu-lintas mengalami gangguan dengan waktu perbaikannya bisa hingga tiga (3) hari. Hal ini disebabkan oleh lambatnya laporan gangguan yang diterima oleh pihak yang berwenang oleh masyarakat. Akibatnya bisa dibayangkan aktivitas lalu lintas di persimpangan tanpa lampu pengatur lalu lintas yang normal.

Penelitian ini bertujuan membuat sistem perangkat lampu lalu lintas dengan kemampuan untuk mendiagnosa sendiri (*self-diagnose*) fungsi kerja rangkaian elektroniknya, dimana jika mengalami gangguan, segera dapat terdeteksi dan melaporkannya menggunakan layanan Short Message Service (SMS) ke suatu unit monitoring yang dapat diletakkan dimanapun sejauh terjangkau layanan komunikasi nirkabel Global System for Mobile communications (GSM). Untuk deteksi gangguan yang terjadi digunakan mikrokontroler sebagai pengendali utama. Output yang diharapkan diperoleh dari penelitian ini adalah sebuah sistem monitoring lampu lalu-lintas yang mampu menginformasikan jenis gangguan lampu lalu-lintas yang terjadi, waktu (jam, hari dan tanggal) terjadi gangguan dan lokasi lampu lalu-lintas.

Keluaran dari penelitian ini diharapkan akan terbentuk aplikasi *integrating smart monitoring traffic light* di Provinsi Lampung yang bisa bermanfaat bagi instansi yang membutuhkan seperti Dinas Perhubungan, Bappeda, Dinas PU, Kepolisian serta Dunia Akademis. Selain itu diharapkan terwujud sistem monitoring dapat dikembangkan ke arah integrasi layanan *traffic light monitoring system* ke dalam layanan *mobile application* dalam hitungan detik saja.

Perangkat sistem monitoring lampu lalu lintas yang dirancang pada dasarnya adalah sebagai perangkat yang berfungsi untuk menginformasikan secara cepat kondisi lampu lalu lintas apabila terjadi gangguan. Untuk mempercepat sampainya informasi dan tidak terkendala pengkabelan, dipilihlah layanan komunikasi wireless (tanpa kabel) yaitu dengan menggunakan dua buah handphone dengan sarana layanan komunikasi GSM. Pada mikrokontroler disimpan sebuah program yang dapat mendeteksi kondisi tidak normal yang terjadi pada lampu lalu lintas dan secara otomatis mikrokontroler akan men-drive handphone untuk mengirimkan SMS yang berisikan informasi bahwa telah terjadi ketidaknormalan lampu lalu lintas. Komputer pribadi (PC) dengan bantuan perangkat lunak yang dibangun dengan Visual Basic 6 dapat mengambil data SMS tersebut dari handphone dan menampilkan isi SMS tersebut dalam layar monitor. Sistem perangkat lunak yang dibangun bersifat autorespon, artinya komputer akan secara otomatis meng-update apabila ada informasi terbaru yang datang dan menampilkan informasi yang diterima oleh handphone pada layar monitor. Selain itu informasi yang diterima akan ditampung pada sebuah database.

Hasil keluaran penelitian ini adalah suatu sistem pemantauan lampu lalu lintas yang terintegrasi dengan *mobile application* secara real time kurang dari satu menit. Hal ini selain sebagai penguatan kapasitas akademik dan penelitian di Universitas Lampung, juga akan memberikan nilai tambah kepada Universitas Lampung melalui diseminasi hasil penelitian bahkan HKI. Hasil penelitian ini juga akan menjadi sumbangan yang sangat bermanfaat bagi pemerintah dan masyarakat.

Key Word: *traffic light monitoring, mobile communication, self-diagnose*



Rencana capaian tahunan penelitian ini adalah selama 3 tahun dengan rincian seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Rencana Target Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian		
			Tahun 2017	Tahun 2018	Tahun 2019
1.	Publikasi Ilmiah	Internasional			Published
		Nasional Terakreditasi		Published	
2.	Pemakalah dalam Temu Ilmiah	Internasional		Terdaftar	
		Nasional	Terdaftar		
3.	Invited Speaker dalam Temu Ilmiah	Internasional			Draft
		Nasional		Draft	
4.	Visiting Lecturer	Internasional	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	HKI	Paten	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Paten sederhana	Tidak ada	Tidak ada	Draft
		Hak Cipta	Tidak ada	Tidak ada	Draft
		Merk Dagang	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Rahasia Dagang	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Desain Produk Industri	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Indikasi Geografis	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan Varietas Tanaman	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan Topografis Sirkuit Terpadu	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
6.	Teknologi Tepat Guna		Draft	Produk	
7.	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/Rekayasa Sosial		Draft	Produk	
8.	Buku Ajar (ISBN)		Draft	Sudah Terbit	
9.	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)	3	5	7	

Dalam rangka memberikan kontribusi penting dalam pengambilan kebijakan di bidang transportasi, penelitian ini pada **Tahun 1** (2017) difokuskan pada menyiapkan semua peralatan yang dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan ini, studi literatur dan melakukan koordinasi dengan instansi terkait. Untuk melakukan kegiatan pembuatan sistem monitoring lampu lalu lintas serta pengenalan pembuatannya serta sosialisasi penerapan sistem ini. Pada tahap ini dilakukan kunjungan ke lokasi untuk menentukan tempat (lokasi) pemasangan sistem monitoring lampu lalu lintas ini, yaitu di beberapa persimpangan yang terletak di jalan utama di kota Bandar Lampung. Tahap selanjutnya adalah perancangan alat. Tahapan yang dilakukan dalam perancangan alat secara berurutan adalah sebagai berikut:

#### 1. Perancangan model sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan yang menyeluruh terhadap sistem perangkat pemantau (monitoring) kondisi lampu lalu lintas yang terdiri atas blok-blok sistem, yaitu : simulator, mikrokontroler sebagai pengolah data serta program aplikasi pada PC yang meliputi monitoring dan database. Hasil dari perancangan sistem adalah berupa diagram blok yang memiliki kaitan antara satu dengan lainnya.

#### 2. Perancangan rangkaian

Perancangan rangkaian adalah merupakan realisasi dari blok-blok yang ada pada perancangan sistem. Dalam perancangan rangkaian ditentukan komponen-komponen yang diperlukan untuk mewujudkan fungsi kerja dari setiap blok. Setelah komponen-komponen yang diperlukan ditentukan, dilakukan penghubungan antara komponen yang satu dengan yang lain sesuai dengan fungsi dari masing-masing pin komponen. Selain itu dilakukan juga perancangan algoritma program yang mengendalikan fungsi kerja kontroler.

#### 3. Perancangan Program Aplikasi

Dalam tahap ini dilakukan perancangan program aplikasi berupa hasil monitoring terhadap kondisi lampu lalu lintas, dan aplikasi yang mampu menampung atau menyimpan seluruh hasil akhir monitoring dalam sebuah database, serta melakukan penampilan hasil akhir monitoring pada layar monitor PC. Proses perancangan ini diawali dengan perancangan algoritma program aplikasi dan diakhiri dengan hasil akhir yaitu berupa sebuah aplikasi perangkat lunak (software).

Pada tahap 1 atau Tahun I ini juga disusun hasil kajian yang akan dipublikasikan pada jurnal/conference internasional dan nasional. Pada **Tahun II** (2018) fokus penelitian adalah pembuatan alat. Dalam tahap ini dilakukan realisasi dari hasil rancangan rangkaian yang

telah dibuat. Pembuatan rangkaian alat dilakukan pertama kali menggunakan Project Board, jika rangkaian telah bekerja sesuai dengan fungsi yang diinginkan maka rangkaian dibuat ke dalam bentuk PCB (Printed Circuit Board). Namun jika ada beberapa fungsi yang tidak bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan maka akan dilakukan peninjauan ulang terhadap rancangan rangkaian, baik itu berupa peninjauan terhadap pemilihan jenis komponen, pola hubungan antar kaki komponen atau algoritma program yang ada pada kontroler. Realisasi dari program aplikasi yang dibuat dilakukan dengan membuat program atas algoritma yang telah dibuat. Dalam penelitian ini bahasa pemrograman yang digunakan adalah Visual Basic 6. Hasil akhir dari realisasi program aplikasi adalah software dengan tampilan GUI (graphic user interface) yang memiliki fungsi mengambil data dari Handphone, menampilkan hasil monitoring kondisi lampu lalu lintas, dan melakukan dokumentasi data ke dalam sebuah file database.

Selanjutnya dilakukan tahapan pengujian dan analisis rangkaian. Dalam tahapan ini ada beberapa pengujian terhadap alat yang dibuat, yaitu:

1. Menguji respon alat terhadap berbagai kondisi yang diberikan oleh simulator.
2. Menguji waktu pengiriman data oleh transmitter dengan waktu sampainya data pada receiver dengan berbagai variasi jarak antara station dan server.
3. Menguji waktu pengiriman data oleh transmitter dengan waktu sampainya data pada receiver dengan berbagai variasi waktu pengiriman.

Dari ketiga proses pengujian diatas akan dianalisa kehandalan kerja dari sistem, yaitu :

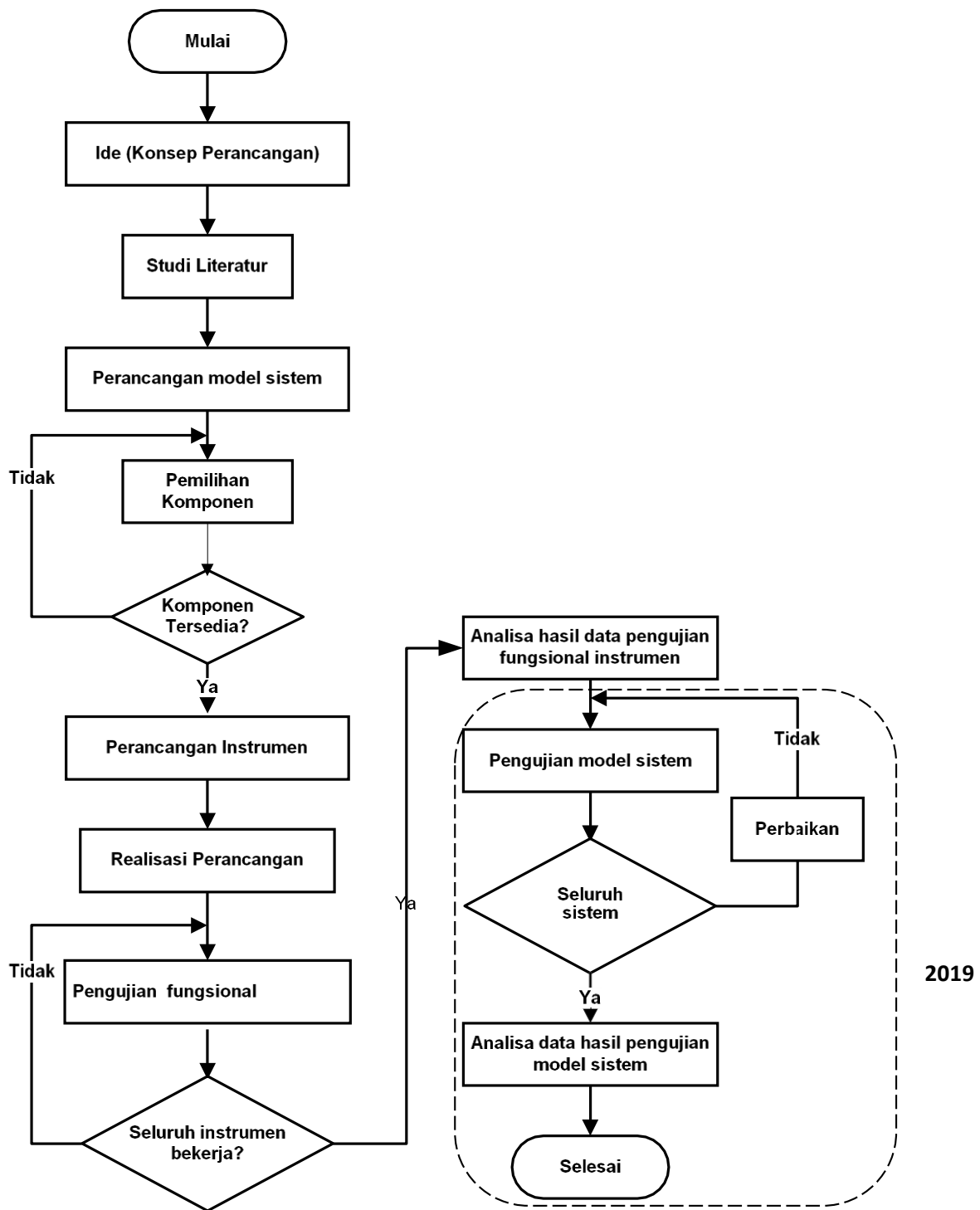
1. Apakah sistem mampu merespon segala aktivitas yang ditimbulkan oleh simulator. Apakah sistem dapat bekerja dengan toleransi waktu tunda pengiriman rata-rata dibawah satu menit dalam berbagai variasi jarak yang diuji cobakan antara station dan server.
2. Apakah sistem dapat bekerja dengan toleransi waktu tunda pengiriman rata-rata dibawah satu menit dalam berbagai variasi waktu saat pengiriman data. terhadap pengembangan aplikasi penyimpanan data.

Pada **Tahun Ketiga** (2019) dilakukan uji respon perangkat stasion, dengan simulasi gangguan oleh simulator. Untuk pengujian pada tahap ini difokuskan untuk menganalisis kinerja dan kemampuan dari sistem dalam merespon setiap aktivitas yang terjadi pada

simulator terutama dalam melaporkan informasi ketidaknormalan dalam bentuk SMS. Pada tahap ini akan dilihat jenis aktivitas/ ketidaknormalan yang diciptakan oleh simulator, jenis gangguan yang disimulasikan serta jenis gangguan yang diterima komputer. Dari catatan akan dilihat apakah stasion telah mampu merespon segala jenis ketidaknormalan yang dikenalnya dan melaporkannya melalui SMS sesuai dengan ketidaknormalan yang terjadi sebenarnya.

Tahap selanjutnya adalah hasil uji pengaruh lokasi *station* terhadap selang waktu antara SMS dikirim dengan SMS diterima. Untuk pengujian pada tahap ini difokuskan untuk menganalisis pengaruh variasi lokasi dari station, terhadap cepat atau lambatnya informasi yang dikirimkan melalui SMS sampai ke komputer server. Pengujian dilakukan dengan menempatkan bagian station di tempat berbeda secara bergantian, sedangkan untuk lokasi peletakan sistem server tidak berubah-ubah pada satu lokasi. Dari hasil ini akan dilihat pengaruh jauh atau dekatnya jarak antara lokasi station dengan lokasi server terhadap lambat atau cepatnya proses pengiriman informasi. Untuk target kehandalan sistem yang telah ditetapkan diawal pembuatan sistem, dilihat antara waktu tunda informasi dikirim dengan informasi diterima dengan berbagai variasi jarak.

Bagan alir penelitian secara utuh dan bagian yang akan dilaksanakan pada tahun ketiga (2019) diperlihatkan pada Gambat 1 di bawah ini.



Gambar 1 Bagan alir penelitian

## **Progress Tahun I (2017)**

### **OPERASI LAMPU LALU-LINTAS**

#### **A. Lampu Lalu Lintas**

Bentuk pengaturan lalu lintas yang dikembangkan untuk mengurangi jumlah konflik dan meningkatkan keamanan jalan adalah lampu lalu lintas. Pengaturan lampu lalu lintas dimaksudkan untuk mencegah lalu lintas berjalan terus, dengan mengatur kesempatan kendaraan untuk berjalan setelah dihentikan dengan urutan tertentu pada arus lalu lintas yang mengalami konflik. [Hobbs, 1995]

#### **1. Ciri-ciri Fisik Lampu Lalu Lintas**

Lampu lalu lintas terdiri atas lensa merah, kuning dan hijau yang terpisah dan berdiameter 8 atau 12 inchi, masing-masing dilengkapi sumber cahaya sendiri. Lampu lalu lintas dipasang pada tiang atau siku-siku di luar batas jalan atau digantung di atas persimpangan jalan. Tinggi lampu yang dipasang pada tiang disarankan 8 sampai 15 kaki di atas trotoar atau di perkerasan trotoar. [Hobbs, 1995]

Instruksi jalan yang dinyatakan oleh lampu lalu lintas pada suatu persimpangan mengikuti suatu urutan tertentu yang di Inggris adalah warna merah, merah dan kuning bersama-sama, kuning dan hijau. Periode kuning distandarkan selama 3 detik, merah dan kuning bersama-sama adalah 2 detik. Setiap pengulangan lampu lalu lintas keseluruhan disebut satu siklus sinyal. Pengendali yang sederhana adalah pengaturan waktu pada persimpangan jalan tunggal yang dapat mengatur satu sampai beberapa indikasi lampu lalu lintas. [Hobbs, 1995]

#### **2. Tujuan Pemasangan Lampu Lalu Lintas**

Setiap pemasangan lampu lalu lintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi yang tersebut seperti berikut ini :

- a. Mendapatkan gerakan lalu lintas yang teratur.
- b. Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada perempatan jalan.
- c. Mengurangi frekuensi jenis kecelakaan tertentu.
- d. Mengoordinasikan lalu lintas di bawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalu lintas tetap berjalan terus-menerus pada kecepatan tertentu.

- e. Memutuskan arus lalu lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberang kendaraan lain atau pejalan kaki.
- f. Sebagai pengendali pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan.

[Clarkson, 1993]

### **3. Lampu Lalu Lintas Waktu Tetap**

Panjang siklus adalah waktu yang diperlukan untuk suatu rangkaian indikasi lampu lalu lintas yang lengkap dan besarnya antara 30 sampai 120 detik. Lampu lalu lintas waktu tetap diatur untuk menghalangi dengan pewaktuan secara tetap pada interval tertentu. Setiap jalur jalan pada persimpangan normal, lampu lalu lintas dapat melewati suatu kendaraan setiap 2,1 detik lampu hijau. Interval kuning sesudah periode hijau biasanya 3 sampai 6 detik tergantung pada lebar jalan dan kecepatan kendaraan yang mendekati persimpangan. [Hobbs, 1995]

Aspek berhenti pada suatu persimpangan jalan mengakibatkan terkumpulnya kendaraan dalam antrian di belakang garis henti. Pelepasan antrian ini terjadi setelah mereka menerima lampu hijau dan akan bergerak mula-mula dalam bentuk kumpulan. Bila kumpulan ini mendekati persimpangan lain yang diatur dengan lampu lalu lintas maka dibuat bersamaan dengan penerima hak jalan lampu hijau, sehingga kendaraan ini tidak mengalami waktu tunda. [Hobbs, 1995]

### **4. Peralatan Rambu Lalu Lintas**

Peralatan rambu yang digunakan untuk lampu lalu lintas adalah :

- a. Kontroler  
Pada dasarnya adalah suatu alat pengatur waktu yang melaksanakan operasi penyaklaran (on-off) pada seperangkat lampu lalu lintas berdasarkan suatu program tertentu. Suatu kontroler pada umumnya melaksanakan urutan pengaturan waktu secara elektronik.
- b. Detektor dan Prosesor  
Detektor kendaraan diperlukan untuk menunjukkan kehadiran suatu kendaraan. Detektor dapat berupa pneumatik, magnetik, elektronik maupun mekanik yang dipasang di bawah atau di atas permukaan jalan. Teknologi elektronika berupa prosesor mikro memungkinkan untuk memonitor lalu lintas dalam batas yang dapat dilaksanakan dengan mengukur parameter seperti kecepatan kendaraan, jarak

kendaraan, jumlah klasifikasi, jumlah volume kendaraan serta pengukuran lain yang didasari distribusi detektor. [Hobbs, 1995]

## B. *Short Message Service (SMS)*

*Short Message Service (SMS)* merupakan fasilitas standar dari *Global System for Mobile Communication (GSM)*. Fasilitas ini dipakai untuk mengirim dan menerima pesan dalam bentuk teks ke dan dari sebuah ponsel. [Budi, 2004]

### 1. **Elemen-elemen SMS**

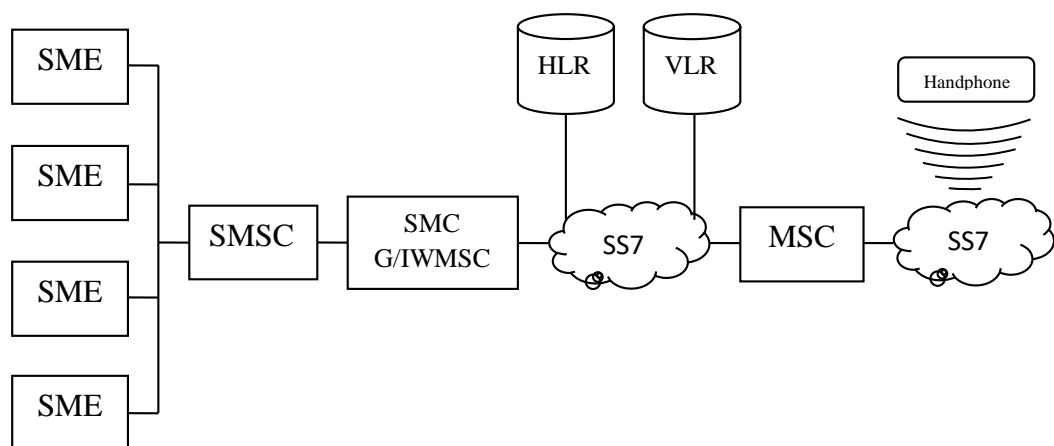
Adapun elemen-elemen penyusun SMS adalah :

#### a. *Short Messaging Entities*

*Short Messaging Entity (SME)* adalah suatu piranti yang dapat menerima atau mengirim pesan pendek. SME dapat berada dalam jaringan *fixed*, sebuah piranti bergerak (*mobile*) maupun berupa pusat layanan (*service centre*) lainnya.

#### b. *Short Message Service Centre*

*Short Message Service Centre (SMSC)* adalah kombinasi perangkat keras dan lunak yang bertanggung jawab memperkuat, menyimpan dan meneruskan pesan pendek antara SMS dan piranti bergerak. SMSC harus memiliki kehandalan, kapasitas pelanggan, dan *throughout* pesan yang tinggi. Selain itu, SMS juga harus dapat diskalakan dengan mudah untuk mengakomodasikan peningkatan permintaan SMS dalam jaringan yang ada. SMSC men-transfer pesan dalam format *point to point* pada sistem yang melayani.



Gambar 2. Koneksi SMSC terhadap MSC, HLR yang dilakukan melalui *Signal Transfer Point (STP)*.



**c. *SMS-Gateway dan SMS-Interworking Mobile Switching Centre***

*SMS gateway Mobile Switching Centre (SMS-GSMC)* adalah sebuah aplikasi MSC yang mampu menerima pesan singkat dari SMSC, menginterogasi *home location register (HLR)* untuk informasi routing, serta mengirimkan pesan pendek tersebut ke MSC dan piranti bergerak yang dituju.

**d. *Home Location Register***

*Home Location Register (HLR)* adalah basis data yang dipergunakan untuk penyimpanan permanen, pengelolaan langganan dan profil layanan. Ketika diinterogasi oleh SMSC, HLR memberikan informasi routing mengenai pelanggan yang dituju.

**e. *Mobile Switching Centre***

*Mobile Switching Centre (MSC)* melakukan fungsi penyaklaran sistem dan mengendalikan ke dan dari sistem telepon dan data yang lain. MSC akan mengirimkan pesan pendek ke pelanggan tertentu melalui base station yang sesuai.

**f. *Visitor Location Register***

*Visitor Location Register (VLR)* adalah basis data yang berisi informasi temporal mengenai pelanggan yang berasal dari suatu HLR yang roaming ke HLR lainnya. Informasi ini dibutuhkan oleh MSC untuk melayani pelanggan yang berkunjung.

**g. *Base Station System (BSS)***

Semua fungsi yang terkait dengan transmisi sinyal radio elektromagnetik antara MSC dan peranti bergerak dilakukan di *Base Station Centre (BSC)*. BSS terdiri dari *Base Station Controllers (BTSs)*, juga dikenal sebagai wilayah sel. BSC dapat mengendalikan satu atau lebih BTS dan bertanggung jawab dalam pemberian sumber data yang semestinya ketika pelanggan bergerak dari satu sektor suatu BTS ke sektor lain, terlepas dari apakah sektor berikutnya tersebut berada dalam BTS yang sama ataupun berbeda.

## **2. Mekanisme *Store and Forward* pada SMS**

SMS adalah tipe data *asynchronous message* yang pengiriman datanya dilakukan dengan mekanisme protokol *store and forward*. Hal ini berarti bahwa pengirim dan penerima SMS

tidak perlu berada dalam status berhubungan (*connected / on-line*) satu sama lain ketika akan saling bertukar pesan SMS.

Pengiriman pesan SMS secara *store and forward* berarti pengirim pesan SMS menuliskan pesan dan nomor telepon tujuan dan kemudian mengirimkannya (*store*) ke server SMS (SMSC) yang kemudian bertanggung jawab untuk mengirimkan pesan tersebut (*forward*) ke nomor telepon tujuan.

Keuntungan mekanisme *store and forward* pada SMS adalah penerima tidak perlu dalam status *on-line* ketika ada pengirim yang bermaksud mengirimkan pesan kepadanya. Karena pesan yang dikirimkan akan terlebih dahulu disimpan di SMSC dan baru akan dikirimkan ke nomor tujuan apabila si penerima telah dalam keadaan terkoneksi / *on-line*. Ketika pesan telah terkirim dan diterima oleh SMSC, pengirim akan menerima pesan singkat (konfirmasi) bahwa pesan telah terkirim (*message sent*). [Siswoyo, 2006]

### C. *AT Command*

Dibalik tampilan menu *message* pada ponsel sebenarnya adalah *AT Command* yang bertugas mengirim atau menerima data ke atau dari SMSC. *AT Command* tiap-tiap SMS *device* bisa berbeda-beda, tetapi pada dasarnya sama. [Siswoyo, 2006]

Beberapa **AT Command** yang penting untuk SMS, yaitu :

#### 1. **AT+CMGS**

Berfungsi untuk mengirim SMS. Berikut ini adalah format pengirimannya beserta respon dari *handphone* :

AT+CMGS=<panjang-PDU><CR>

Setelah karakter “CR”, *handphone* akan memberi respon berupa karakter “>” dan spasi.

Setelah itu dilanjutkan dengan :

PDU<ctrl-Z>

Selanjutnya *handphone* akan memberi respon “OK” atau “ERROR”, berikut adalah keterangan sintaks diatas :

<panjang-PDU>	: panjang PDU yang dikirim
<CR>	: karakter 13D (0DH)
PDU	: <i>Protocol Data Unit</i> yang ingin dikirim
<ctrl-Z>	: karakter 26D (1AH)

#### 2. **AT+CMGR**

Berfungsi untuk membaca SMS berdasarkan indeksnya. Berikut adalah format pembacaan SMS beserta respon dari *handphone* :

AT+CMGR=<indeks><CR>

Selanjutnya *handphone* akan memberi respon “+CMGR:<stat>,<panjang-PDU><CR><LF><PDU>” diakhiri tulisan “OK” atau “ERROR”. Bila <panjang-PDU> bernilai 0 (nol), berarti tidak terdapat SMS. Berikut keterangan sintaks diatas :

<indeks> : indeks SMS yang akan dibaca

<CR> : karakter 13D (0DH)

<LF> : karakter 10D (0AH)

<stat> : informasi status SMS, diantaranya :

0 “REC UNREAD” : SMS yang diterima belum dibaca

1 “REC READ” : SMS diterima telah dibaca

2 “STO UNSENT” : SMS yang tersimpan tidak dikirim

3 “STO SENT” : SMS yang tersimpan telah dikirim

4 “ALL” : Semua SMS

### 3. AT+CMGD

Berfungsi untuk menghapus SMS berdasarkan indeksnya. Berikut adalah format penghapusan SMS beserta respon dari *handphone* :

AT+CMGD=<indeks><CR>

Selanjutnya *handphone* akan memberi respon tulisan “OK” atau “ERROR”. Berikut ini keterangan sintaks diatas :

<indeks> : indeks SMS yang dihapus

<CR> : karakter 13D (0DH)

## Progress Tahun II (2018)

Pelaksanaan penelitian pada tahun kedua fokus pada pembuatan alat monitor kerusakan lampu lalu-lintas (self-diagnose). Alat-alat dimaksud diuraikan sebagai berikut:

### 1) Mikrokontroler

Jika membahas tentang mikrokontroler, maka tidak bisa terlepas dari pengertian tentang komputer itu sendiri. Karena terdapat beberapa kesamaan antara mikrokontroler dengan komputer (mikrokomputer), antara lain :

- ✓ Sama-sama memiliki unit pengolah pusat atau yang lebih dikenal dengan **CPU** (*Central Processing Unit*).
- ✓ **CPU** tersebut sama-sama menjalankan program dari suatu lokasi atau tempat, biasanya dari **ROM** (*Read Only Memory*) atau **RAM** (*Random Access Memory*).
- ✓ Sama-sama memiliki RAM yang digunakan untuk menyimpan data-data sementara atau yang lebih dikenal dengan variable-variabel.
- ✓ Sama-sama memiliki beberapa luaran dan masukan (**I/O**) yang digunakan untuk melakukan komunikasi timbal-balik dengan dunia luar, melalui sensor (masukan) dan aktuator (luaran).

Untuk memudahkan pengertian, mikrokontroler adalah versi mini dan untuk aplikasi khusus dari mikrokomputer / mikrokomputer. Jika penjelasan sebelumnya ialah persamaan secara umum antara mikrokontroler dan mikrokomputer, maka berikut ini penjelasan sedikit lebih mendalam tentang beberapa perbedaan diantara keduanya :

- ✓ **CPU** pada sebuah komputer terletak secara eksternal dalam suatu sistem, sampai saat ini kecepatan operasionalnya sudah mencapai lebih dari 2,5 GHz. Sedangkan CPU pada mikrokontroler terletak di dalam (internal) chip mikrokontroller itu sendiri dengan kecepatan kerja yang tergolong masih rendah dalam orde MHz (misal : 24 MHz, 40MHz dan lain sebagainya). Kecepatan mikrokontroler yang cukup rendah ini sudah mencukupi untuk aplikasi-aplikasi berbasis mikrokontroler.
- ✓ Jika **CPU** pada mikrokomputer menjalankan program dalam **ROM** atau yang lebih dikenal dengan **BIOS** (*Basic I/O System*) pada saat awal dihidupkan, kemudian mengambil atau menjalankan program yang tersimpan di dalam *hard disk*. Sedangkan mikrokontroler sejak awal menjalankan program yang tersimpan di dalam **ROM** internal-nya (bisa berupa **Mask ROM** atau **Flash PEROM** atau **Flash ROM**). Sifat

memori program dalam mikrokontroler ini *non-volatile*, artinya tetap akan tersimpan walaupun catu daya diputus.

- ✓ **RAM** pada mikrokomputer bisa mencapai ukuran sekian GigaByte dan bisa di-*upgrade* ke ukuran yang lebih besar dan berlokasi di luar CPU-nya, sedangkan RAM pada mikrokontroler berada di dalam *chip* dan kapasitasnya rendah, misalnya 128 byte, 256 byte dan lain sebagainya. Ukuran RAM kapasitas relatif kecil pada mikrokontroler ini dirasa cukup guna aplikasi-aplikasi berbasis mikrokontroler.
- ✓ Luaran dan masukan (**I/O**) pada mikrokomputer jauh kompleks dibandingkan dengan mikrokontroler yang jauh lebih sederhana. Selain itu, pada mikrokontroler akses luaran dan masukan bisa per bit.
- ✓ Jika diamati lebih lanjut, bisa dikatakan bahwa mikrokomputer / komputer merupakan komputer serbaguna atau *general purpose computer*, bisa dimanfaatkan untuk berbagai macam aplikasi (atau perangkat lunak). Sedangkan mikrokontroler adalah *special purpose computer* atau komputer untuk tujuan khusus, hanya satu macam aplikasi saja.

Berikut dipaparkan peralatan pendukung yang saling terkait dalam proses monitoring kerusakan lampu pengatur lalu-lintas:

### 1. **Arduino**

Berawal dari sebuah thesis yang dibuat oleh Hernando Barragan, di **Institute of Ivrea**, Italia pada tahun 2005, dikembangkan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dan diberi nama **Arduin of Ivrea**. Lalu diganti nama menjadi **Arduino** yang dalam bahasa Italia berarti teman yang berani.

Tujuan awal dibuat Arduino adalah untuk membuat perangkat mudah dan murah, dari perangkat yang ada saat itu. Dan perangkat tersebut ditujukan untuk para siswa yang akan membuat perangkat desain dan interaksi.

Saat ini tim pengembangnya adalah Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, dan Nicholas Zambetti. Mereka mengupayakan 4 hal dalam Arduino ini, yaitu:

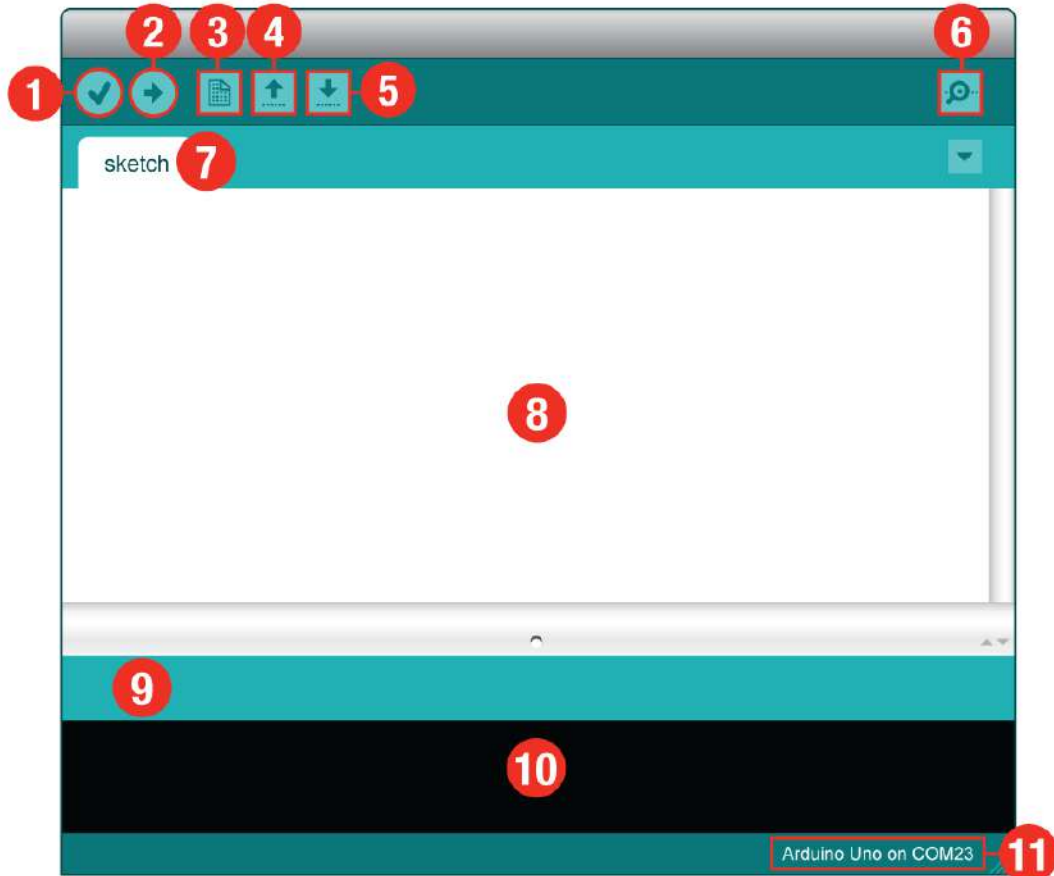
- ✓ Harga terjangkau
- ✓ Dapat dijalankan diberbagai sistem operasi, Windows, Linux, Max, dan sebagainya.
- ✓ Sederhana, dengan bahasa pemrograman yang mudah bisa dipelajari orang awam, bukan untuk orang teknik saja.
- ✓ Open Source, *hardware* maupun *software*.

Arduino Uno tidak ubahnya seperti sistem minimum mikrokontroler ATmega8, ATmega8535, ATmega16 maupun ATmega32 yang populer (setidaknya di Indonesia) sekitar tahun 2005 sampai sekitar 2013, walaupun sekarang masih ada beberapa penghobi elektronika mempergunakan sistem minimum ini. Bahkan Arduino Uno sendiri masih menggunakan mikrokontroler ATmega328 sebagai jantung utamanya.

Pada sistem minimum seperti ATmega32 misalnya, pemrograman wajib memahami bahasa pemrograman C maupun assembler. Namun, pada Arduino pemrograman dilakukan pada aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*) bawaan dari Arduino itu sendiri yang mana lebih mudah dipahami bahkan oleh orang awam sekalipun. Mudah-mudahan, memprogram dengan menggunakan Arduino lebih “manusiawi” karena bahasa mesin telah dimodifikasi sedemikian rupa oleh pendiri Arduino agar mudah dipahami dan diingat. Selain itu, karena Arduino merupakan *open source*, maka akan dengan mudah sekali menemukan tutorial maupun saling berbagi *project* maupun *library* berbasis Arduino di dunia maya. Tidak perlu khawatir akan lisensi karena tujuan *open source* ialah berbagi pengetahuan, dibuat ulang, dipakai dan dikembangkan secara bersama-sama oleh siapapun. Tentu saja sejauh hal-hal yang diizinkan oleh pengunggah untuk kemudian kita pakai dan modifikasi.

## **2. Arduino IDE**

Untuk memprogram *board* Arduino, kita butuh aplikasi **IDE** (*Integrated Development Environment*) bawaan dari Arduino. Aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* Arduino (*Sketches*, para programmer menyebut *source code* arduino dengan istilah "*sketches*"). *Sketch* merupakan *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan diupload ke dalam IC mikrokontroler (Arduino).



Gambar 3. *Interface* Arduino IDE

*Interface* Arduino IDE tampak seperti gambar 2. Berikut ini penjelasan singkatnya :

- a) **Verify**, sebelum kode program di-*upload* ke *board* Arduino, biasakan untuk memverifikasi terlebih dahulu *sketch* yang kita buat. Jika terdapat kesalahan pada *sketch* (misal : kesalahan penulisan / syntax, kesalahan *library*, dll), maka akan muncul pesan *error* pada bagian **Console** (lihat juga pada keterangan 10).
- b) **Upload**, tombol ini berfungsi untuk meng-*upload* *sketch* ke *board* Arduino. Walaupun kita tidak meng-klik tombol *verify*, maka *sketch* akan di-*compile*, kemudian langsung di-*upload* ke *board*. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memverifikasi *sketch* / kode program saja.
- c) **New Sketch**, membuka *window* dan membuat *sketch* baru.
- d) **Open Sketch**, membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat. *Sketch* yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file **.ino**.
- e) **Save Sketch**, menyimpan *sketch*, tetapi tidak disertai dengan meng-*compile*.

- f) **Serial Monitor**, membuka *interface* untuk komunikasi serial, akan dibahas lebih lanjut di bagian lain.
- g) **Sketch Tab**, memberi tahu tab mana yang sedang aktif dan menginformasikan judul *sketch*.
- h) **Sketch Field**, di bagian inilah *sketch* (kode program) Arduino dikerjakan.
- i) **Status**, menampilkan status yang sedang / telah dilakukan oleh IDE Arduino, misal: “*Compiling sketch*”, “*Done Compiling*”.
- j) **Console**, pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang *sketch* akan muncul pada bagian ini. Misalnya, ketika aplikasi memverifikasi dan ditemukan kesalahan pada *sketch* yang kita buat, maka informasi *error* dan di baris berapa kesalahannya akan diinformasikan di bagian ini.
- k) **Informasi Port**, bagian ini menginformasikan *port* berapa yang dipakai oleh *board* Arduino.

## RANCANG BANGUN ALAT

### 1. Modul GSM

Secara garis besar, sistem ini dibagi menjadi dua bagian utama. Bagian pertama disebut *station*, yang terdiri dari simulator, mikrokontroler (Arduino UNO) dan modul GSM SIM800L. Adapun fungsi dari bagian ini adalah sebagai pemberi informasi. Sedangkan bagian kedua disebut *server*, terdiri dari *handphone* maupun *smartphone* dan seperangkat komputer. Adapun fungsi dari bagian ini adalah sebagai pusat penerima informasi.

Perangkat sistem monitoring lalu lintas yang dirancang pada dasarnya adalah sebagai perangkat yang berfungsi untuk menginformasikan secara cepat kondisi lampu lalu lintas apabila terjadi kerusakan. Untuk mempercepat sampainya informasi, dipilihlah layanan komunikasi nirkabel (*wireless*), yaitu dengan menggunakan sebuah modul GSM SIM800L. Mikrokontroler akan mendiagnosa kondisi lampu lalu lintas yang sedang beroperasi. Beberapa skenario kerusakan yang mungkin terjadi pada saat lampu lalu lintas beroperasi akan diprogramkan pada mikrokontroler ini. Apabila terjadi skenario kerusakan yang bersesuaian, maka mikrokontroler akan memerintahkan modul GSM SIM800L untuk mengirimkan informasi dalam bentuk SMS tentang kerusakan yang sedang terjadi ke bagian *server*.



Tentu saja pada tahap awal perancangan alat, belum memungkinkan membuat alat siap pakai secara keseluruhan. Hal ini didasarkan pada perlunya dilakukan simulasi terlebih dahulu maupun pengujian alat sampai ditemukan spesifikasi yang ingin dicapai. Pencapaian tahap awal yang diinginkan pada purwarupa (*prototype*) sistem diagnosis mandiri (*self-diagnosing*) lampu lalu lintas ini, yaitu :

1. Bagian *station* dapat memberi informasi kondisi dirinya sendiri (*auto-update*) dalam kondisi lampu lalu lintas beroperasi normal setiap beberapa waktu tertentu ke bagian *server*, misal : setiap 10 menit bagian *station* secara terus-menerus mengirim SMS ke bagian *server* bahwa kondisi lampu lalu lintas beroperasi normal.
2. Bagian *station* dapat memberi informasi berupa berita SMS dengan segera ke bagian *server* apabila terjadi ketidaknormalan pada kondisi lampu lalu lintas yang sedang beroperasi. Tentu saja pada tahap awal ini, skenario ketidaknormalan akan dilakukan melalui bagian simulator.

## **2. Sistem Simulasi**

Pada prinsipnya, sistem simulator ini dibuat untuk menggantikan peran lampu lalu lintas sesungguhnya. Adapun alasan pemilihan penggunaan simulator untuk menggantikan lampu lalu lintas yang sebenarnya adalah nantinya untuk mempermudah proses pengujian sistem secara keseluruhan.

Hasil kerja dari simulator ini diharapkan dapat menciptakan berbagai kemungkinan kerusakan/ ketidaknormalan yang mungkin terjadi pada setiap lampu lalu lintas di persimpangan jalan. Pada tahap awal perancangan ini ada dua kemungkinan ketidaknormalan yang bisa terjadi pada setiap lampu lalu lintas, yaitu :

1. Ketidaknormalan yang disebabkan karena putusnya satu atau lebih lampu, maupun terjadinya nyala lebih dari satu lampu pada saat bersamaan. Keadaan lampu menyala diwakilkan dengan kondisi logika *high* (1), sedangkan kondisi lampu mati diwakilkan dengan kondisi logika *low* (0). Skenario tentang kemungkinan ini dapat disimulasikan berdasarkan tabel berikut :

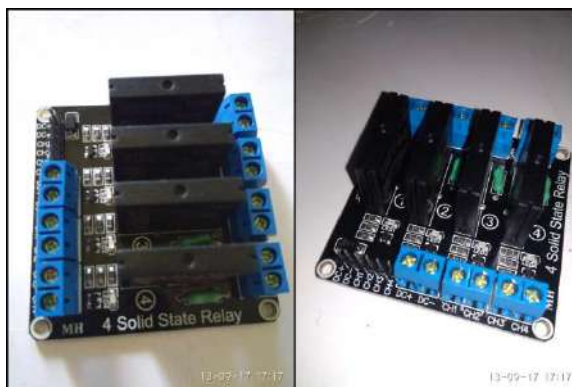
Tabel 2. Asumsi kondisi lampu lalu lintas dan statusnya.

MERAH	KUNING	HIJAU	STATUS
0	0	0	Tidak normal
0	0	1	Normal
0	1	0	Normal
0	1	1	Tidak normal
1	0	0	Normal
1	0	1	Tidak normal
1	1	0	Tidak normal
1	1	1	Tidak normal

2. Ketidaknormalan yang terjadi pada sistem pewaktu (*timer*) yang ada pada lampu lalu lintas. Misalnya : lampu merah disimulasikan nyala selama 10 detik, setelah itu disusul lampu kuning selama 5 detik dan terakhir lampu hijau selama 15 detik. Skenario semacam ini akan diprogramkan di dalam mikrokontroler. Apabila saat lampu lalu lintas beroperasi tidak sesuai dengan skenario ini, maka mikrokontroler akan menganggap itu sebagai ketidaknormalan. Selanjutnya, mikrokontroler akan memerintahkan modul SIM800L mengirim berita berupa SMS ke bagian *server* bahwa telah terjadi ketidaknormalan pada sistem pewaktu lampu lalu lintas.

Adapun bagian simulator ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

1. Modul SSR (*solid state relay*) 4 kanal.



Gambar 4. SSR 4 kanal.

2. Arduino UNO, mikrokontroler sebagai pengolah data diagnosis, tempat penyimpanan beberapa aturan skenario dan sekaligus pemberi perintah boleh dan tidaknya modul GSM mengirim berita.



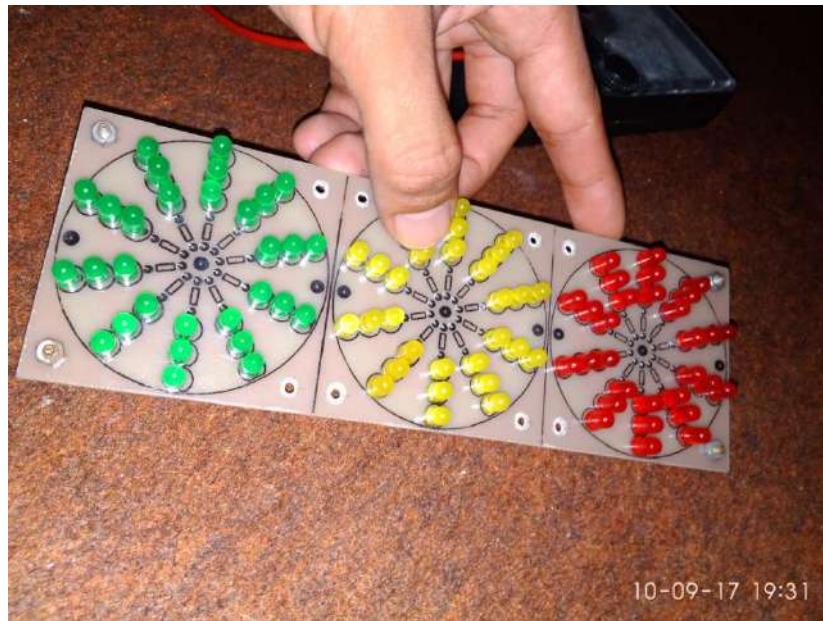
Gambar 5. Arduino UNO.

3. Modul GSM SIM800L, berfungsi sebagai pengirim berita dalam bentuk SMS hasil dari diagnosis dan perintah mikrokontroler menuju bagian *server*. Layanan komunikasi yang dipergunakan ialah GSM. Pada modul ini harus disisipkan sebuah *SIM card* yang telah diisi pulsa terlebih dahulu dan diaktifkan layanan SMS. Modul SIM800L ini diperintah menggunakan AT Command. Pustaka (*library*) AT Command ini dapat dengan mudah diunduh di situs resmi Arduino dan merupakan *open source*, sehingga siapapun dapat mengunduhnya dengan bebas dan boleh dipergunakan untuk pengembangan suatu rangkaian elektronika berbasis pemrograman menggunakan Arduino.



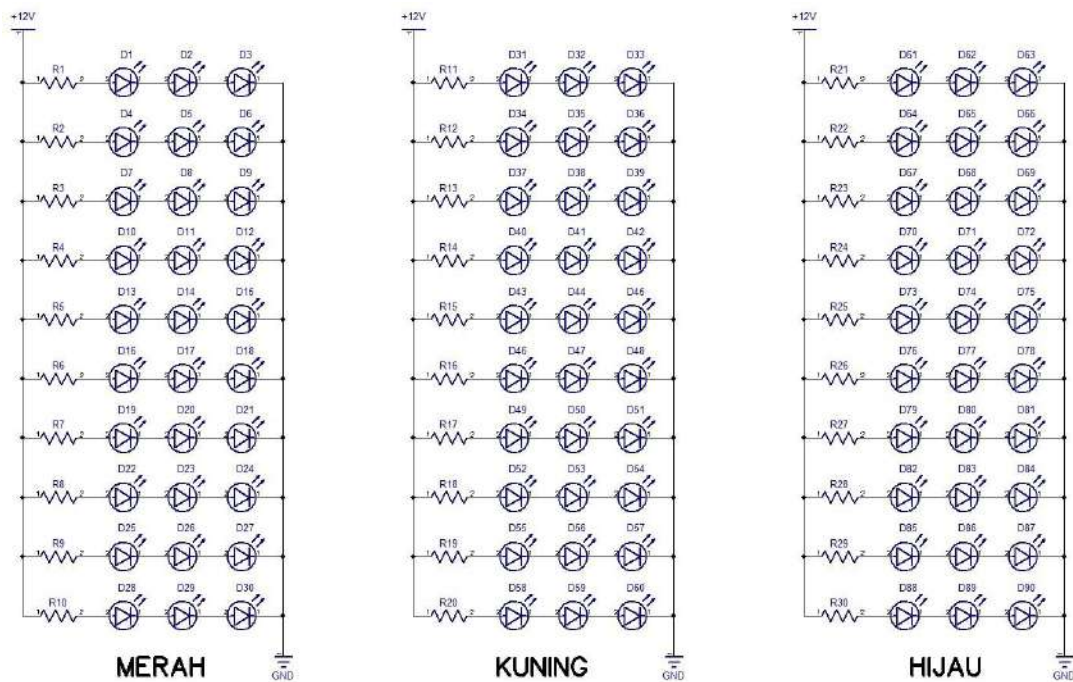
Gambar 6. Modul GSM SIM800L.

4. Modul lampu 3 warna, sebagai miniatur lampu lalu lintas sesungguhnya.



Gambar 7. Modul lampu 3 warna (hijau-kuning/amber-merah).

Skema untuk modul lampu 3 warna ialah seperti pada gambar berikut ini. Untuk lebih lengkapnya tentang skema lampu 3 warna ini dapat dilihat pada lampiran.



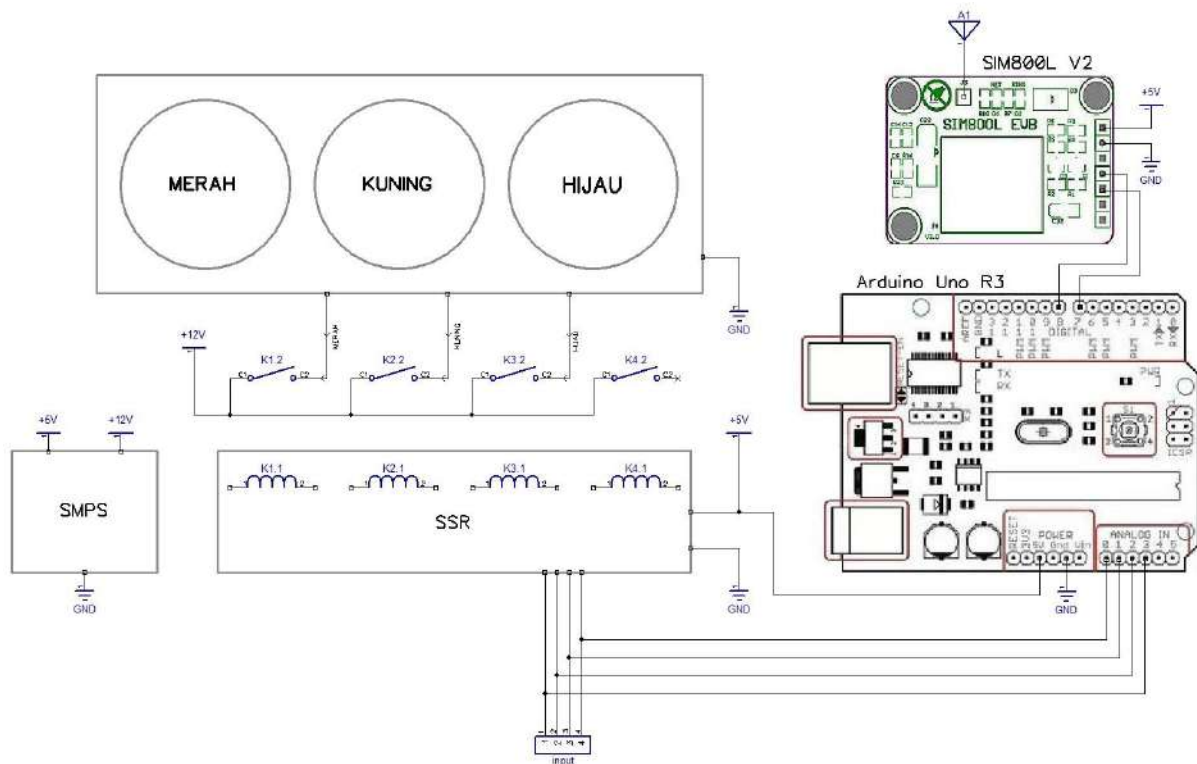
Gambar 8. Skema lampu 3 warna (hijau, kuning/amber-merah).

5. SMPS (Switching Mode Power Supply), sebagai sumber listrik DC 12 volt dan 5 volt untuk menyalakan keempat modul sebelumnya.



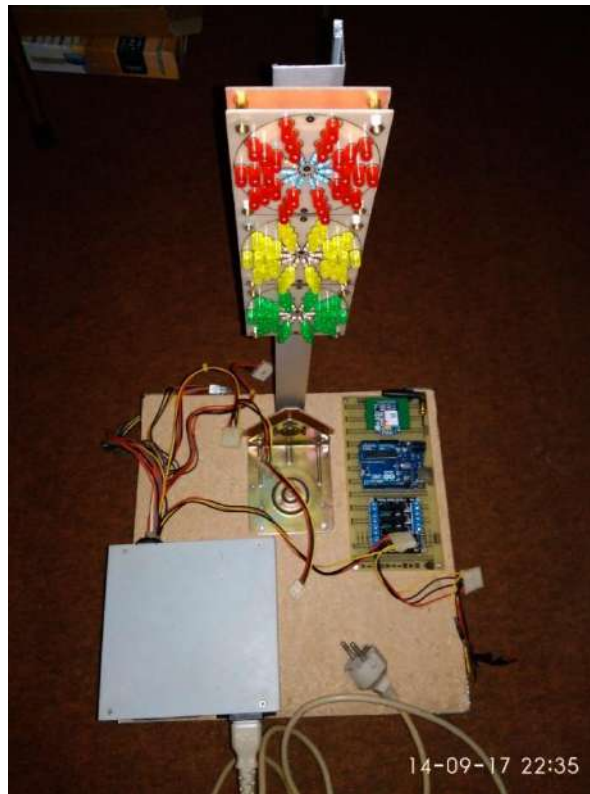
Gambar 9. Switching Mode Power Supply

Berikut ini ialah skema rangkaian simulator. Lebih lengkap mengenai skema dapat dilihat pada bagian lampiran.



Gambar 10. Skema Rangkaian Simulator.

Setelah semua sub-bagian dirangkai, maka seperti terlihat pada gambar berikut ini :

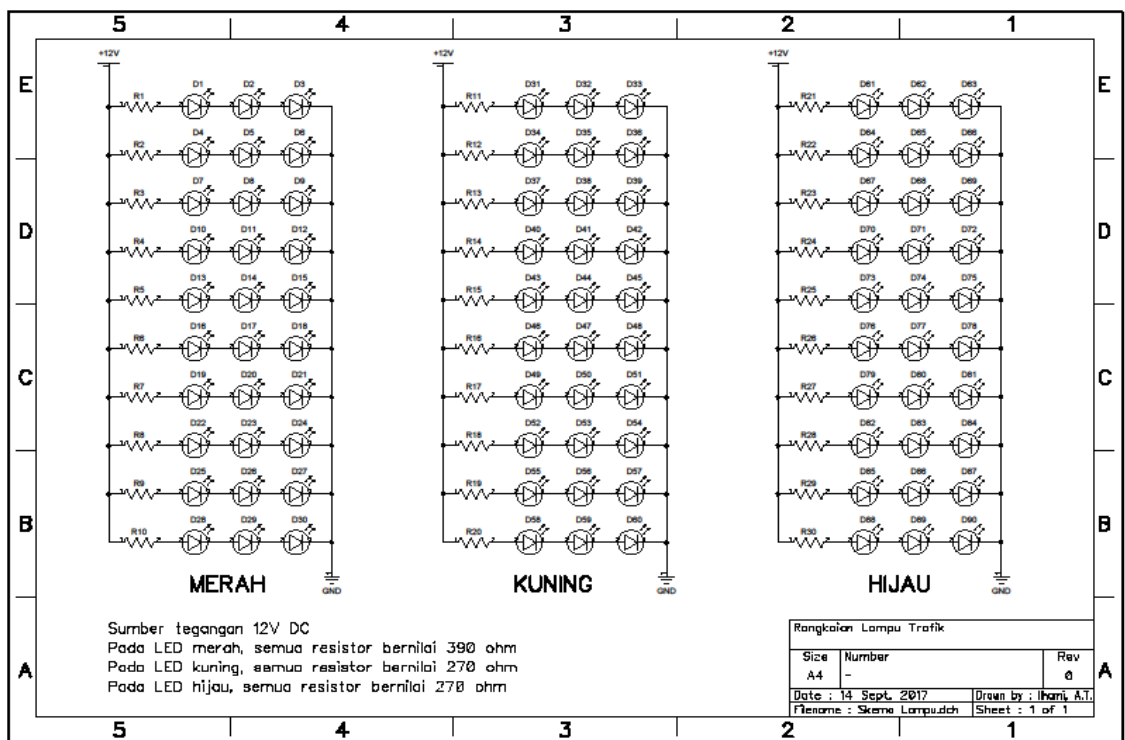
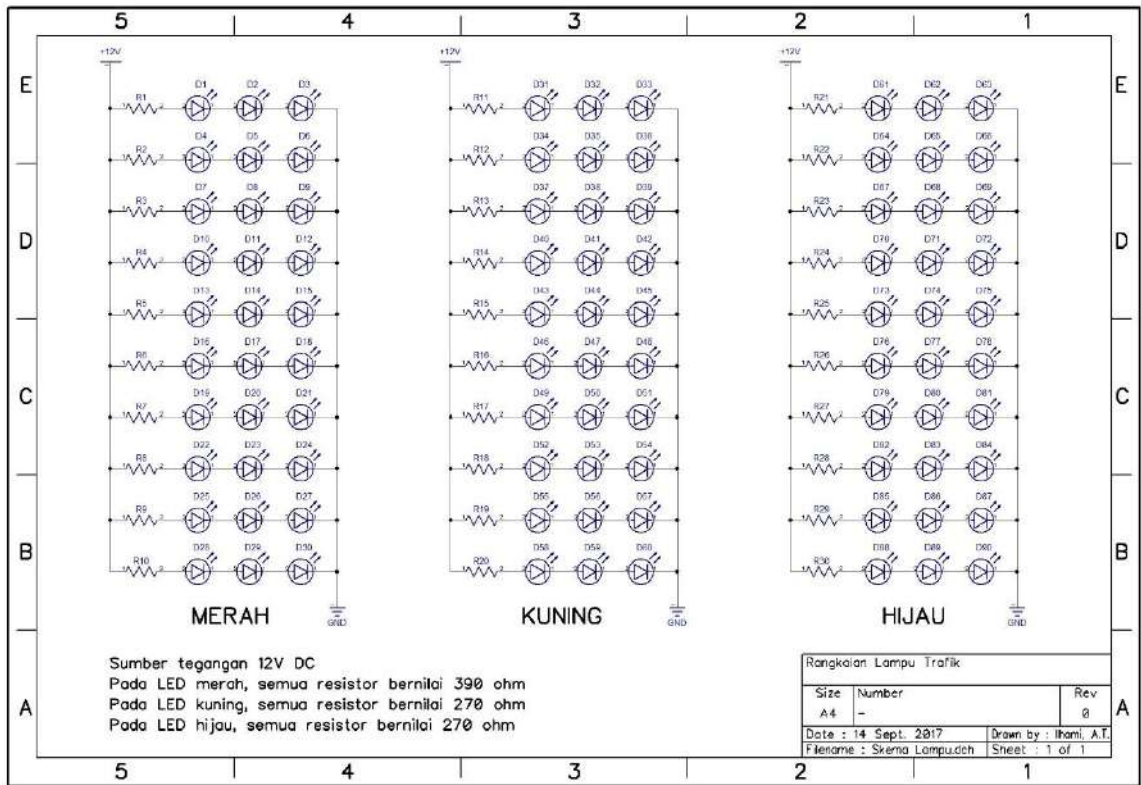


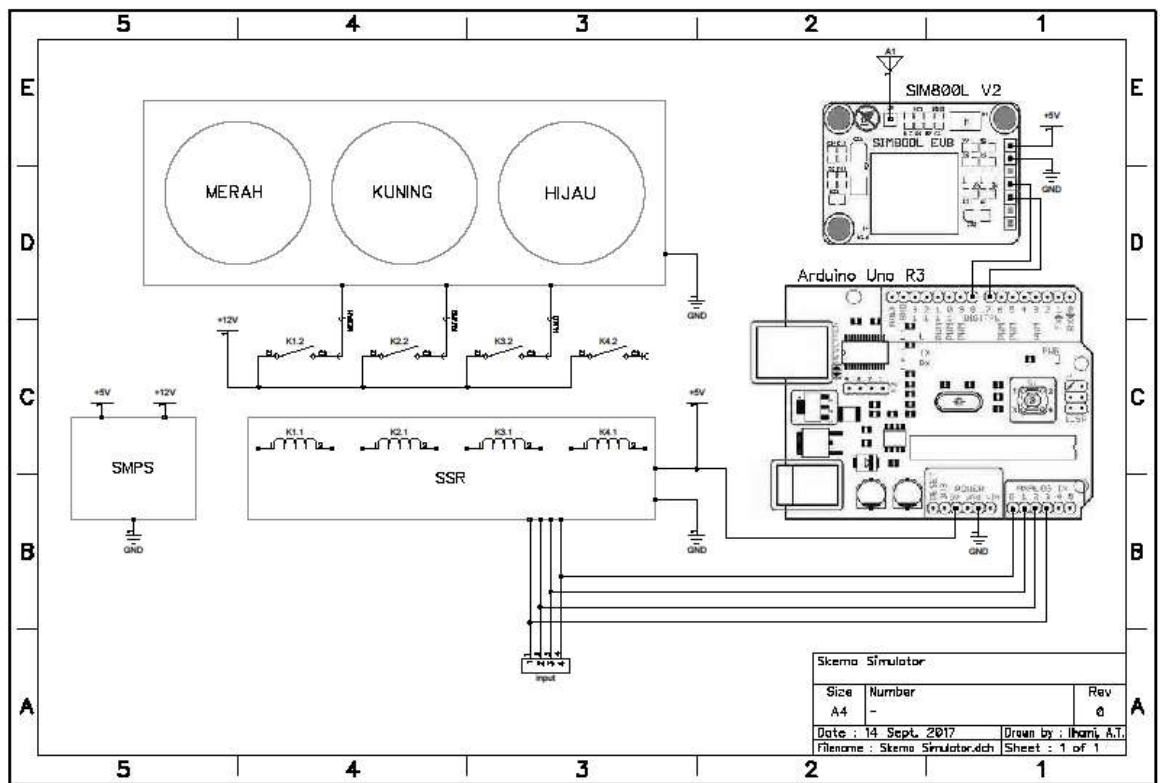
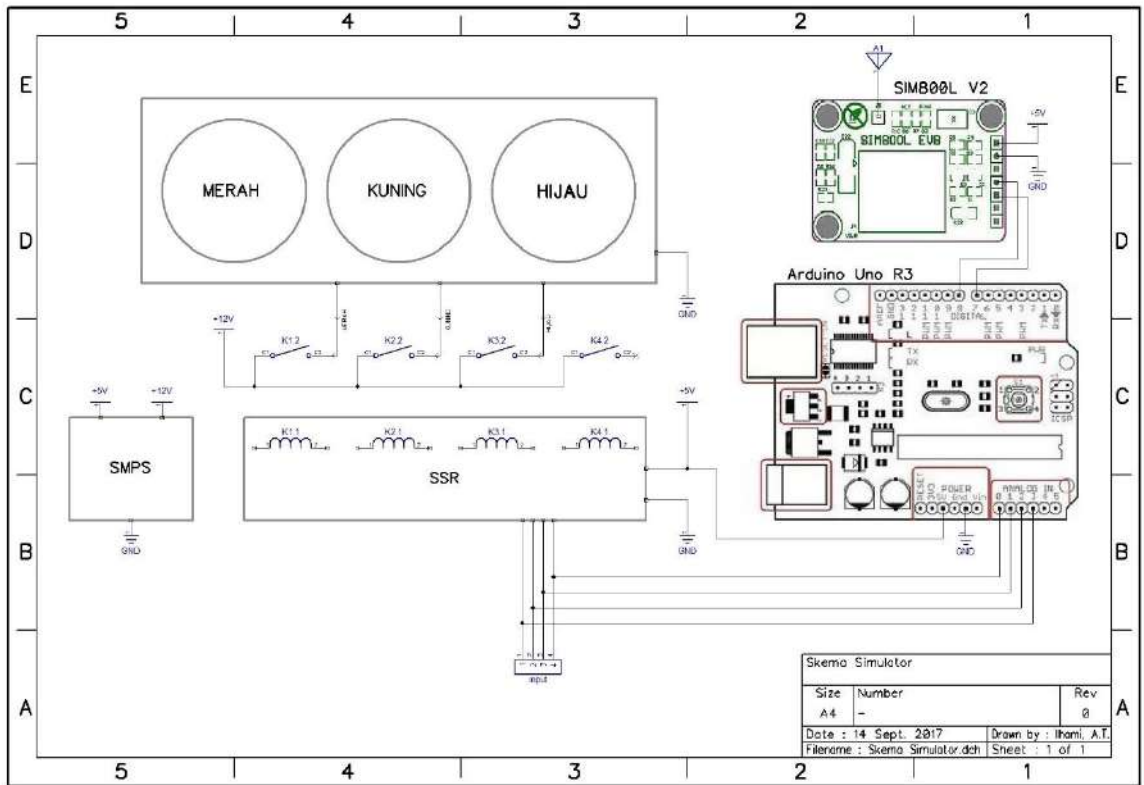
Gambar 11. Rancang Bangun Rangkaian Simulator.

### **Temuan hasil penelitian Tahun ke-2 (2018)**

1. Alat monitoring dapat bekerja dengan baik; masih dibutuhkan penyempurnaan pada beberapa komponen pendukung
2. Pengujian lanjut terkait sensitivitas alat perlu dilakukan
3. Dimungkinkan dikembangkan sistem monitoring pemantau lampu lalu-lintas dengan skala penuh di Laboratorium Inti Jalan Raya FT Universitas Lampung sebelum diujicoba dengan skala penuh di lapangan.

Lampiran

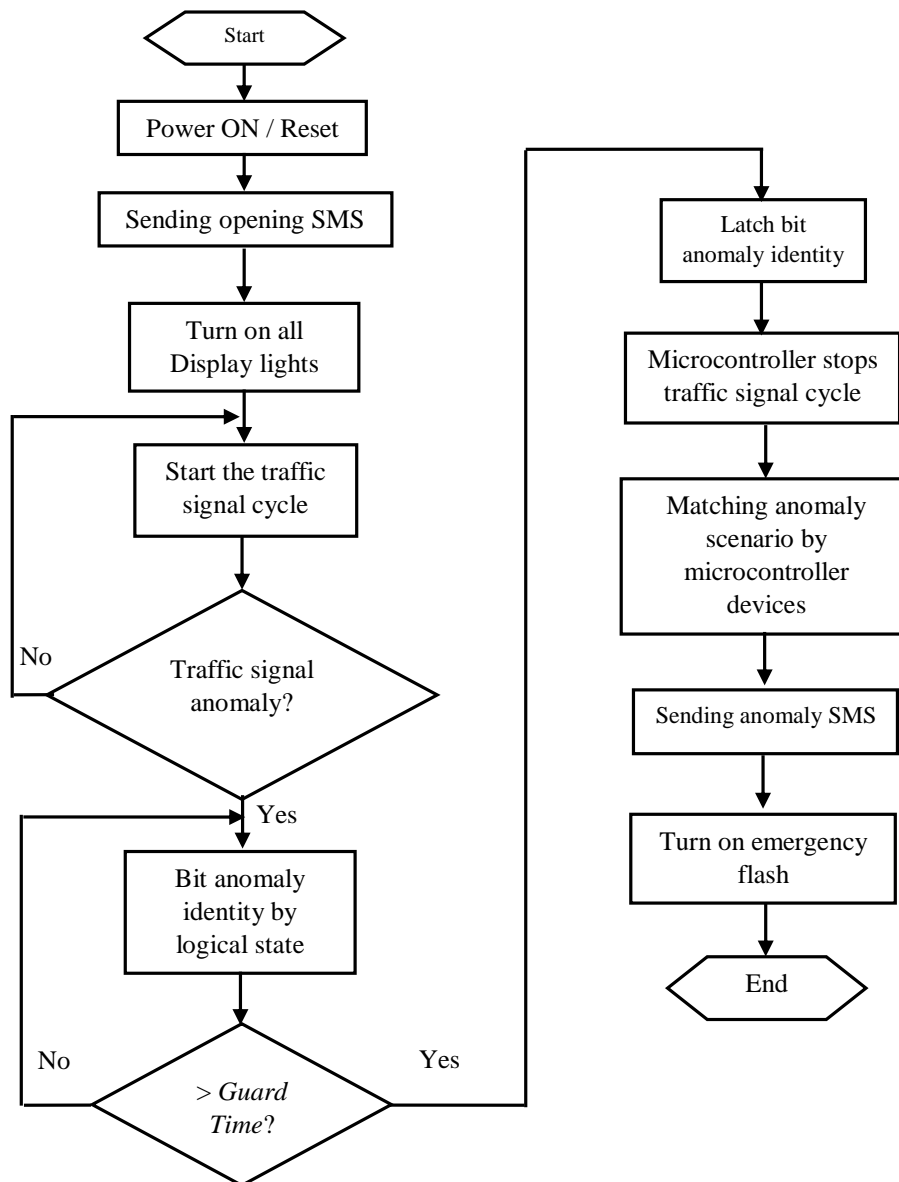




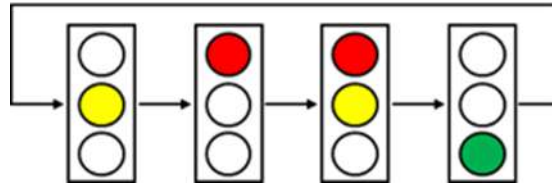


### Capaian Tahun Ketiga (2019)

Selama tahun ketiga atau tahun terakhir penelitian, Tim melaksanakan uji coba alat monitoring lampu pengatur lalu-lintas mengikuti mekanisme yang dirancang sebelumnya seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Lampu pengatur lalu-lintas yang dipantau mengikuti pola pengaturan lampu yang lazim beroperasi di Indonesia seperti terlihat pada gambar berikut ini.

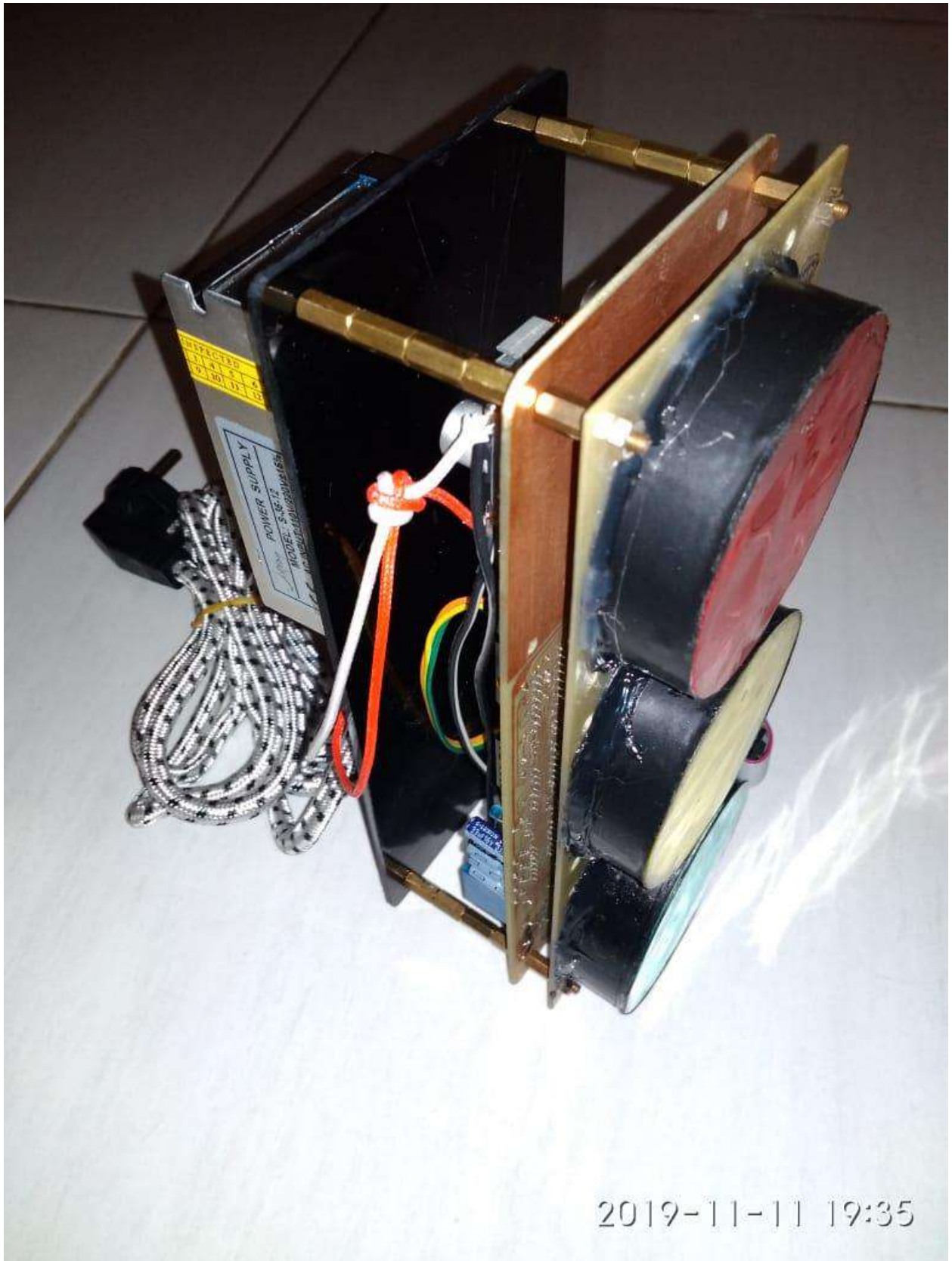


Tim Peneliti telah melaksanakan ujicoba sistem monitoring dengan simulasi berbagai gangguan lampu pengatur lalu-lintas yang lazim terjadi di lapangan, dan mendapatkan hasil seperti dirancang sebelumnya; lampu lalu-lintas secara mandiri mengirimkan pesan singkat (SMS) berbasis GSM kepada nomor yang ditentukan sebelumnya segera setelah kerusakan terjadi.

Dokumentasi (foto) Pengujian Produk Sistem Monitoring Lampu Pengatur Lalu-lintas disajikan berturut-turut sebagai berikut:



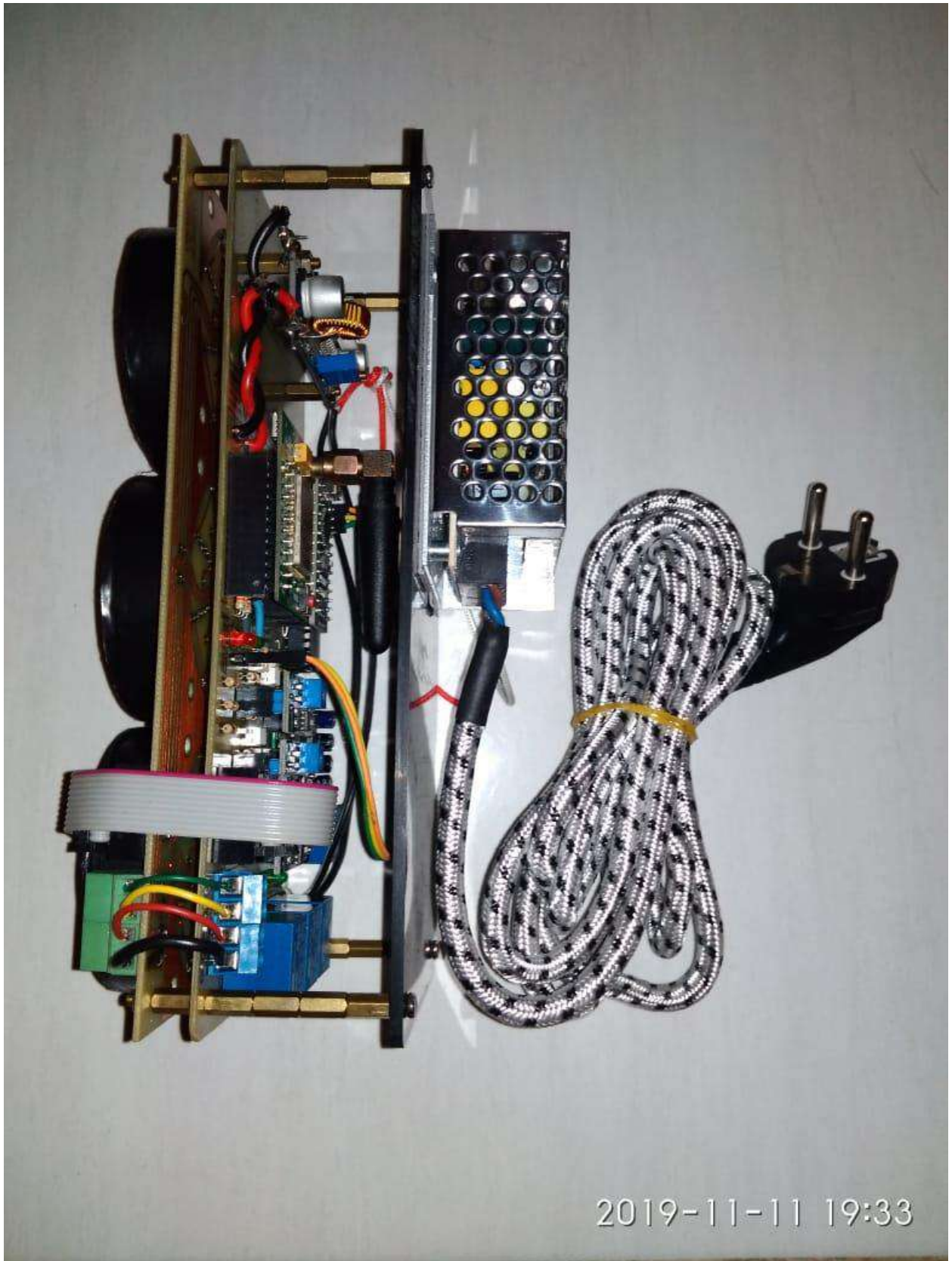
2019-11-11 19:35



2019-11-11 19:35



2019-11-11 19:34



2019-11-11 19:33

# DESIGN AND IMPLEMENT A MONITORING SYSTEM OF TRAFFIC SIGNAL USING MICROCONTROLLER DEVICES

\*Aleksander Purba<sup>1</sup>, Rahayu Sulistyorini<sup>2</sup>, Agung Ilhami<sup>3</sup> and Ageng Sadnowo Repelianto<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Faculty of Engineering, University of Lampung, Indonesia

\*Corresponding Author, Received: 00 Oct. 2018, Revised: 00 Nov. 2018, Accepted: 00 Dec. 2018

**ABSTRACT:** This project focused on designing traffic signal monitoring tools, based on ideas and concepts developed previously. Authors used the Arduino Nano module with ATmega328P as the microcontroller, which was chosen because it simplifies the scenario of traffic signal anomalies, short messages service (SMS) news content, and time settings. A microcontroller was used to process data from the interference detection result, and processing the SMS content, therefore, it is able to quickly inform the types of traffic signal disruptions. This research highlights the ability to autonomously diagnose traffic signal device systems, especially in its work function, with the intent to detect interference on the device, and provide report via SMS to a monitoring unit that is located under its respective division. Based on result findings it is possible to utilize this development in building an integrated traffic signal monitoring system services, in the form of mobile applications in the near future.

*Keywords: Monitoring system, Traffic signal, Microcontroller, Malfunctioning, Short message service*

## 1. INTRODUCTION

Traffic signal infrastructure is responsible for assigning the right of way to vehicular and pedestrian passage at intersections. Meanwhile, its management and operations requires the proper design, location, operation and maintenance, to provide safe and efficient movements. A lot of mysteries surround its mechanism of action, although they are relatively simple as the installation comprises of traffic signal heads, detection and a controller, which is the 'brains' behind the equipment, containing the information required to force the lights through various sequences. These signals run under a variety of modes, dependent on location and time of day, which under fixed time operation, displays green to each approach for the same amount of time per cycle, regardless of the traffic conditions.

This may be adequate in heavily congested areas, while instances where a lightly trafficked side road is included within the sequence, the system becomes very wasteful, as no vehicles are waiting in some cycles, and the time could be better allocated to the busier approach. Vehicle actuation is one of the most common modes of operation, and as the name suggests, it takes into account demands on all approaches and also adjusts the green time accordingly. Furthermore, the requirements to actualize this mechanism are registered through the detection installed, either in the carriageway or above the signal heads, which the controller processes and further allocates the green time in the most appropriate way.

However, minimum and maximum periods are

specified, and this cannot be violated, therefore, a vehicle passing a detector demands a certain phase and once that phase is green, any subsequently passing automobile, causes the phase to extend. This continues as such up to the point where either the traffic demand ceases and another approach gains green, or a conflicting demand causes the maximum timer to count down. Moreover, while vehicle actuation mode is more responsive than fixed time it also has the propensity of being inefficient in instances where long queues build up on conflicting approaches. The setting of maximum timers is then difficult due to changes in traffic patterns through junctions over time, which should therefore be regularly updated, in order to maintain effective operation. This is a labor intensive task for a local transportation authority, which is often not undertaken, thus leading to the signals becoming less effective over time.

As all electronic equipment, these devices are subject to breakdowns, malfunctions, and power outages, which could lead to safe intersections becoming dangerously congested and confusing, therefore resulting in needless accidents. However, a study on the city of Boston calculated that simply reconfiguring the timings of 60 intersections in one district of the city could save US\$1.2 million per year, in terms of person-hours, safety, emissions, and energy costs [1]. In situations where malfunctioning occurs, the entity responsible for maintaining the signal may be held accountable, as regions and municipalities have a statutorily imposed duty, which ensure roads are safe for users. Furthermore, the Province of Ontario has set up certain minimum requirements for the maintenance

of roadways, which include standards related to traffic signals, according to Regulation 239/02, which states the Minimum Maintenance Standards for Municipal Highways, under the Municipal Act. However, section 13 of the O.Reg 239/02 stipulates that in cases where a malfunctioning traffic control signal system occurs, the minimum guideline is to “deploy resources as soon as practicable after the awareness of the defect, in order to commence repairs or replacements” [2]. Meanwhile, most regions and municipalities have no statutory in this regards as Ontario, and due to the fact that most of the traffic signals are categorized as isolated intersections, the surveillance system is therefore highly dependent on road users report. Hence, response time needed is longer, especially during out of work hours.

This project focused on designing traffic signal monitoring tools, based on ideas and concepts developed from the research conducted by Sivarao, Subramanian, Ezro and Anand [3] and Marzuki, Ahmad, Buyamin, Abas and Said [4], as well as self-diagnosis techniques, using the Reed-Solomon Codes by Tang and Wang [5]. Furthermore, a monitoring system with Proteus advancement tool, developed in Africa, was also used [6]. However, activities including designing concepts, materials selection, assembling tools, and traffic signal Fig.1

## 2. RESEARCH METHODOLOGY

The product was designed based on electronic circuit plan, where all blocks were arranged on the project board and tested individually, and also a combination on printed circuit board (PCB) was conducted, at periods of proper function. This study used the Arduino Nano module with ATmega328P as the microcontroller, which was chosen because it simplifies the scenario of traffic signal anomalies, short messages service (SMS) news content, and time settings.

This also facilitates programming, possesses a memory capacity that is capable of accommodating program scripts, it is affordable, readily available, and is relatively small in size. However, programming was carried out using the built-in Arduino IDE open-source software, and the general description of electronic circuit design is seen in Fig. 1 as developed previously [7-9].

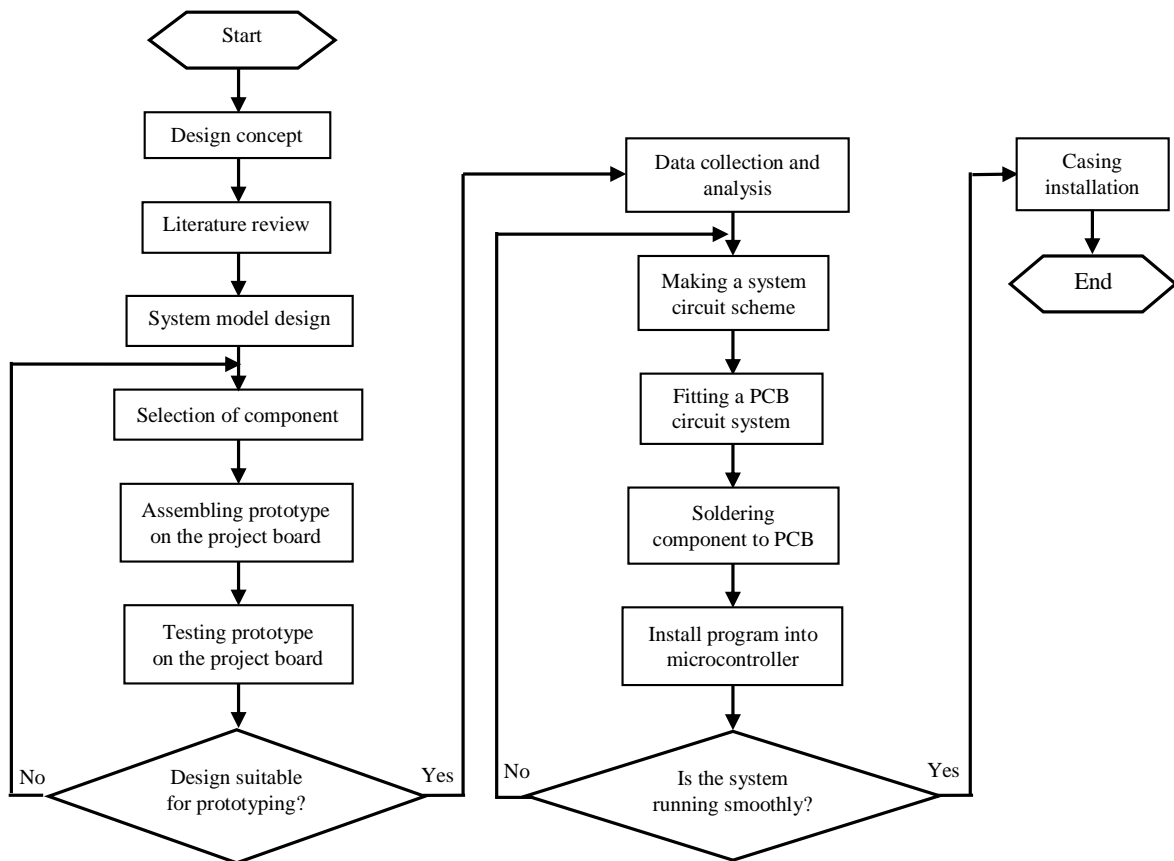


Fig. 1 Design circuit flow chart



### 3. RESULT AND DISCUSSION

Each traffic signal display is equipped with a form of light sensor, positioned in a way, in order to detect beams from the traffic signal. This is then processed by the logic gate and microcontroller to be diagnosed, based on the rational state, guard time and verification of the programming anomaly scenario. Furthermore, the microcontroller recognizes the anomaly and immediately turns all traffic signal display (red, yellow and green) off. Meanwhile, during the termination process, the microcontroller instructs the A6 GSM module to dispatch an SMS, at certain time intervals, according to the program (e.g., once every hour) as developed previously in context of documents identification in a library system [10]. Therefore,

the emergency light flashes periodically, serving as a visual marker, which indicates that the signal is under repair. Hence, mobile or smartphones can be used as an SMS receiver by entering the recipient's number from the traffic signal in the microcontroller program.

Switching mode power supply (SMPS) with DC 12V 10A voltage was used as the main source. This voltage was chosen to supply the relay and a series of LED lights on the traffic display and emergency flash. In addition, step-down DC to DC buck converter was also applied by reducing the DC 12 Volt voltage from SMPS to DC 5V 3A, which was further used to supply logical state, guard time, data latch, reflected light sensor, GSM A6 module, and the microcontroller as shown in Fig. 2.

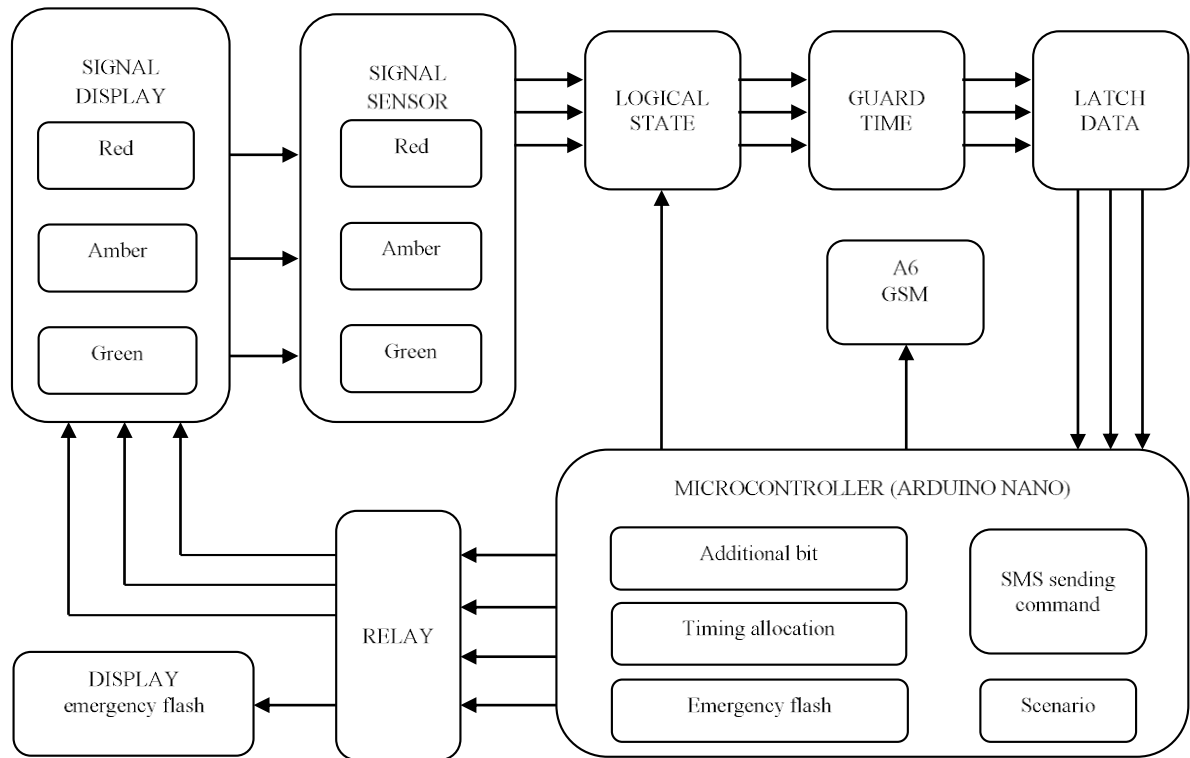


Fig. 2 Devices diagram block

Referring to Fig. 2, a design of electronic series consists of some blocks:

1. The traffic signal display block consists of the combination of a series of light emitted diode (LED) illuminations (red, amber and green), and placed between them are three light dependent resistor sensors (LDRs), used to detect reflections produced by LEDs and other reflectors.

2. The emergency flash display block

consists of a combination of LED beams, functioning as visual markers, and the main traffic signal, during the repair process.

3. Reflection sensor block. The readings of each LDR (red, amber, and green) are entered into three voltage comparator circuits. Therefore, if it obtains reflected light, the sensor produces a LOW logic, and on the contrary, a HIGH logic is emitted in the absence of reflected light.

4. The logical state block is an electronic

path, which uses an integrated circuit (IC) type CD4028 (BCD to decimal decoder), designed to identify different bits of each sequence of statement traffic signals, in cases of anomaly. Furthermore, the input pin of this IC is a 4-bit binary number (from 0000 to 1111), while the output pin is represented by 10 digits (Y0 to Y9). The following are some identity bits designed for each traffic signal anomaly statement:

4.1. the red display is given the 0101-bit, characterized by pin Y5.

4.2. the amber demonstration specifies the 0011-bit, represented by pin Y3.

4.3. the green exhibition is allotted the 0111-bit, denoted by pin Y7.

5. Guard time block: Anomalous data Y5, Y3, and Y7 cannot be considered valid when in the guard time series, which was allotted a time period of 1 second in this study. For example, if Y5 sends an under-1 second-anomalous signal, it is not considered an anomaly and vice versa.

6. Latch data block: After the validity of the anomaly signal has been considered, the block is then locked (latch). This is further processed by the microcontroller, at the end of a cycle of traffic signal.

7. Microcontroller block: This is divided into five sub-blocks with their respective functions, including:

7.1. timing traffic signal functions as a time allocator per cycle.

7.2. Provision of additional bit function for CD4028 IC input (logical statement block), in determining bit during an anomaly.

7.3. Anomaly data verification scenario, through the process of matching results of processing data latch blocks with anomalous scenarios, which have been programmed in the microcontroller.

7.4. SMS sending command, when a change in

the traffic signal anomaly was considered a malfunction (through the verification process) to be forwarded as news to the A6 GSM module block.

7.5. emergency flash: This sub-block works by flashing, depicting a sign that the main traffic signal is under maintenance.

8. The GSM block A6 module works by sending SMS on the processing results, from the microcontroller to the operator. This occurs because the unit has been recognized by the Arduino library, therefore, it is easily programmed in the IDE, with the AT command instruction set.

9. Relay block is a series, consisting of 4 types of transmissions, while the ULN2803A IC and opto-coupler turns ON or OFF the traffic signal display and emergency flash. These conditions for the four types of relay, follow the order of the microcontroller sub-block timing functions.

The traffic signal cycle in this study followed the sequence as shown in Fig 3.

1. Red OFF, Amber ON, Green OFF;
2. Red ON, Amber OFF, Green OFF;
3. Red ON, Amber ON, Green OFF;
4. Red OFF, Amber OFF, Green ON;
5. The second cycle (restarts from Red OFF, Amber ON and Green OFF).

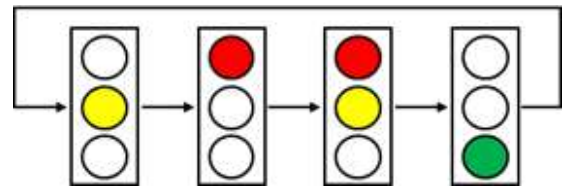


Fig. 3 Traffic signal cycle

Hence, the implementation of a monitoring system completely as combined work of Fig. 1 and Fig. 2 respectively, shown in the Fig. 4 below.

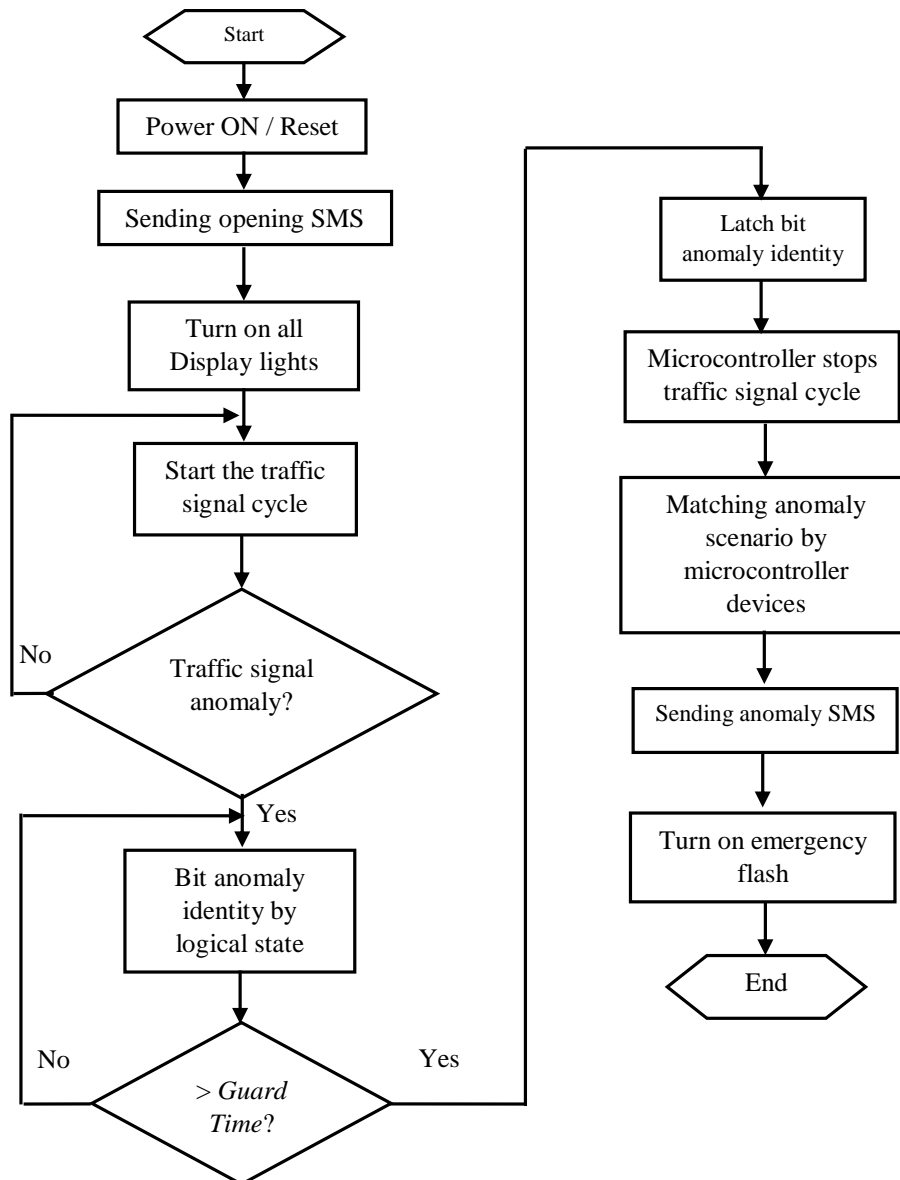


Fig. 4 Flow chart of signal monitoring system

#### 4. CONCLUSION

This research highlights the ability to autonomously diagnose traffic signal device systems, especially in its work function, with the intent to detect interference on the device, and provide report via short message service (SMS) to a monitoring unit. Furthermore, this can be placed in any area covered by the Global System for Mobile Communication (GSM) wireless communication service. Meanwhile, a microcontroller was used to process data from the interference detection result, and processing the SMS content, therefore, it is able to quickly inform the types of traffic signal disruptions. Hence, it is possible to utilize this

development in building an integrated traffic signal monitoring system services, in the form of mobile applications.

#### 5. ACKNOWLEDGMENTS

Authors would like to express our special thanks of gratitude to Ministry of Research and Higher Education of Republic of Indonesia through DRPM (Penelitian Terapan) for providing research funds during 2017 – 2019.

#### 6. REFERENCES

- [1] Boston Transportation Department. The benefits of retiming/rephasing traffic signals in the Back Bay, 2010.

- [2] [http://www.cityofboston.gov/images\\_documents/The%20Benefits%20of%20Traffic%20Signal%20Retiming%20Report\\_tcm3-18554.pdf](http://www.cityofboston.gov/images_documents/The%20Benefits%20of%20Traffic%20Signal%20Retiming%20Report_tcm3-18554.pdf)
- [3] Sivarao, S. K. Subramanian, M. Ezro and T. J. S. Anand, Electrical & Mechanical Fault Alert Traffic Signal System Using Wireless Technology, *International J. of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS*, Vol.10, No.4, 2010, pp.15-18.
- [4] M. Z. A. Marzuki, A. Ahmad, S. Buyamin, K. H. Abas and S. Hj. M. Said, Fault Monitoring System for Traffic signal, *J. of Teknologi (Science and Engineering)*, Vol.73, No.6, 2015, pp. 59-64.
- [5] X. Tang and S. Wang, A Low Hardware Overhead Self-Diagnosis Technique Using Reed-Solomon Codes for Self-Repairing Chips, *J. of IEEE Transactions on Computers*, Vol.59, Issue 10, 2010, pp. 1309-1319.
- [6] P. I. Okwu, E. S. Mbonu, C. G. Ezekwe and C. U. Ajuzie, Quick Prototyping of Real Time Monitoring System Using Proteus Development Tool: A Case for Self Diagnostic Traffic Signal System, *African J. of Computing & ICT*, Vol.6, No.5, 2013, pp. 147-154.
- [7] P. Aleksander, S. Rahayu, S. R. Ageng and I. Agung, Developing Monitoring System of Traffic Signal Using Microcontroller Device by SMS of GSM Network, *Conference Proceeding*, in Proc. 1st of Nat. Conf. on SINTA FT UNILA, 2018, pp. 273-277.
- [8] F. K. Rasha, Traffic Light Control System Using Microcontroller, *AL-Qadisiyah J. of Pure Science*, Vol.23, No.2, 2018, pp. 269-280.
- [9] T. A. Kareem and M. K. Jabbar, Design and Implementation Smart Traffic Light Using GSM and IR, *Iraqi Journal for Computers and Informatics*, Vol.44, No.2, 2018, pp. 1-5.
- [10] R. Santha Kumar, Dr. K. Kaliyaperumal. Applications of GSM Technology for Documents Identification In A Library System, *International J. of Academic Library and Information Science*, Vol. 2 No.1, 2014, pp. 1-6.

**SEE-Bangkok 2019**



**5th International Conference on  
Science, Engineering and Environment**

**Nov. 11-13, 2019**

**Swissotel Bangkok Thailand**



## SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr.Eng ALEKSANDER PURBA S.T, M.T

Alamat : Jln Alam Lembayung No 10 Way Halim Permai, B. Lampung 35135

berdasarkan Surat Keputusan Nomor 7/E/KPT/2019 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 860/UN26.21/PN/2019 mendapatkan Anggaran Penelitian PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING LAMPU LALU LINTAS BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN SMS JARINGAN GSM sebesar 60,123,000 .

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	Jumlah
01	<b>Bahan</b> Sistem blok transmitter	9,742,000
02	<b>Pengumpulan Data</b> Data geometri, lingkungan jalan, pola pengaturan lampu sinyal pengatur lalu-lintas pada delapan (8) persimpangan bersama Dinas Perhubungan Propinsi Lampung	17,067,000
03	<b>Analisis Data (Termasuk Sewa Peralatan)</b> Analisis kinerja lampu pengatur lalu-lintas dan pengetesan unjuk kerja alat sistem monitoring dari microcontroller menjadi pesan singkat (SMS) saat terjadi gangguan (mal-functioning)	13,727,000
04	<b>Pelaporan, Luaran Wajib dan Luaran Tambahan</b> Laporan akhir penelitian, proof-reading, fee jurnal, konferensi The 5th International Conference on Science, Engineering and Environment, Bangkok, Thailand (11-13 November 2019), presentasi laporan akhir di Surabaya (13-14 November 2019)	19,587,000
<b>Jumlah</b>		<b>60.123.000</b>

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan penelitian dimaksud.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.



Bandar Lampung, 20 - 12 - 2020  
Ketua,

(Dr.Eng ALEKSANDER PURBA, S.T, M.T)  
NIP/NIK 196811072000121001