



## Sistem Monitoring Lampu Lalu-Lintas Berbasis Microcontroller Dengan GSM

Aleksander Purba<sup>1,\*</sup>, I Wayan Diana<sup>2</sup>, Rahayu Sulistyorini, dan Sasana Putra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung Jalan Sumantri Brojonegoro Nomor 1 Gedung Meneng Bandar Lampung 35135 Indonesia

\*E-mail korespondensi: aleksander.purba@eng.unila.ac.id

**Abstrak.** Tujuan penelitian ini adalah 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 integrasi smart monitoring traffic light di Provinsi Lampung yang bisa bermanfaat bagi instansi yang membutuhkan seperti Dinas Perhubungan, Direktorat Lalu-lintas (Kepolisian), Dinas Pekerjaan Umum, Bappeda. Selain itu diharapkan terwujud sistem monitoring dapat dikembangkan ke arah integrasi layanan traffic light monitoring system ke dalam layanan mobile application dalam waktu singkat.

**Kata kunci:** diagnose sendiri, SMS, lampu lalu-lintas

### PENDAHULUAN

Tidak dapat dipungkiri bahwa kemacetan dan kecelakaan lalu-lintas terutama di kota-kota besar semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan terus meningkatnya penggunaan kendaraan pribadi untuk memenuhi kebutuhan perjalanan masyarakat. Terdapat beberapa faktor yang dapat mengakibatkan terjadinya kemacetan dan kecelakaan, salah satu diantaranya adalah lemahnya model pengendalian sistem lampu lalu-lintas yang ada hingga kurangnya kesadaran dari pengguna kendaraan dalam mematuhi lampu lalu-lintas. Selain itu kesiapsediaan lampu lalu-lintas untuk selalu berfungsi secara mutlak merupakan syarat mutlak guna mengurangi angka kemacetan dan kecelakaan dalam berlalulintas. gangguan lampu lalu-lintas dapat diketahui dengan penerapan Area Traffic Control System (ATCS) yang diadopsi dari Australia. Selain tidak sesuai dengan karakteristik lalu-lintas di kota-kota besar, penerapan ATCS ini cukup mahal dan rentan terhadap gangguan seperti perilaku pengemudi serta ketidakstabilan pasokan aliran listrik.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari beberapa penelitian sebelumnya, baik dari sisi model transportasinya, juga dari sisi teknologi informasi. Kondisi yang ada saat ini, sering kali saat terjadi gangguan pada lampu lalu-lintas, adanya waktu tunda (delay) yang cukup signifikan bahkan lebih dari 24 jam antara waktu saat pertama kali lampu lalu-lintas rusak dengan waktu perbaikannya. Hal ini disebabkan oleh lamanya laporan gangguan yang diterima oleh pihak yang bertanggung jawab untuk segera memperbaiki gangguan lampu lalu-lintas. Kondisi ini berakibat aktifitas lalu-lintas di persimpangan akan kacau karena tanpa adanya pengaturan. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dihasilkannya sistem monitoring terhadap gangguan yang terjadi pada lampu lalu-lintas yang secara langsung dapat dipantau oleh Dinas Perhubungan dan instansi lainnya yang membutuhkan, sehingga masalah dapat cepat diperbaiki; ini berarti mempersingkat lamanya kemacetan yang disebabkan oleh gangguan lampu lalu-lintas. Aplikasi traffic light monitoring system yang dihasilkan diharapkan dapat mendukung pemerintah dalam memperlancar arus kendaraan serta pengurangan kecelakaan lalu-lintas, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas pelayanan transportasi pada masyarakat.

### METODE PENELITIAN

Bentuk pengaturan lalu-lintas yang dikembangkan untuk mengurangi jumlah konflik dan meningkatkan keamanan jalan adalah lampu pengatur lalu-lintas. Pengaturan lampu lalu-lintas dimaksudkan untuk mencegah arus lalu-lintas berjalan terus, dengan mengatur kesempatan untuk kendaraan berjalan setelah dihentikan dengan urutan tertentu pada arus lalu-lintas yang mengalami konflik. Setiap pemasangan lampu lalu-lintas bertujuan untuk mendapatkan gerakan lalu-lintas secara teratur, meningkatkan kapasitas pendekat (approach), mengurangi tingkat kecelakaan hingga titik tertentu. Di samping itu, mengkoordinasikan lampu lalu-lintas di bawah kondisi jarak antar simpang yang cukup ideal, sehingga aliran lalu-lintas tetap berjalan menerus pada kecepatan tertentu. Juga memutus arus lalu-lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyebrangan kendaraan lain atau pejalan kaki melintasi jalan utama (major road), serta sebagai pengendali pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan (Oglesby, 1993).

Lampu lalu-lintas terdiri atas lensa merah, kuning dan hijau yang terpisah dan berdiameter 8 atau 12 inci, 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). Setiap pemasangan lampu lalu-lintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi yang tersebut seperti berikut ini:

- Mendapatkan gerakan lalu lintas yang teratur.
- Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada perempatan jalan.
- Mengurangi frekuensi jenis kecelakaan tertentu.
- Mengoordinasikan lalu lintas di bawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalu lintas tetap berjalan terus-menerus pada kecepatan tertentu.
- Memutuskan arus lalu lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberang kendaraan lain atau pejalan kaki.
- Sebagai pengendali pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan (Clarkson, 1993).

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 sebuah 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).

### Area Traffic Control System (ATCS)

*Area Traffic Control System* atau yang lebih dikenal dengan istilah ATCS adalah suatu sistem pengendalian lalu lintas berbasis teknologi informasi pada suatu kawasan yang bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja jaringan jalan melalui optimasi dan koordinasi pengaturan lampu lalu lintas di setiap persimpangan. ATCS terdiri dari beberapa sistem utama yaitu server dan workstation, yang berfungsi sebagai pusat operasional untuk memonitor dan mengontrol kondisi lalu lintas dari seluruh persimpangan dalam satu kawasan (Gambar 1).



Gambar 1. Mekanisme *store* dan *forward*

Dalam aplikasinya di lapangan terdapat beberapa fungsi ATCS antara lain:

- Mengatur waktu sinyal di persimpangan secara responsif dan terkoordinasi.
- Dalam keadaan tertentu, memberikan waktu hijau pada kendaraan yang memiliki prioritas (Pemadam Kendaraan, Ambulance, VVIP, Konvoi,).
- Menyampaikan informasi kondisi lalu lintas dan alternatif lintasan.
- Menyediakan rekaman data lalu lintas, kejadian kecelakaan, dan kejadian lainnya di persimpangan

Sedangkan manfaat ATCS yang dapat dirasakan masyarakat pengguna jalan antara lain:

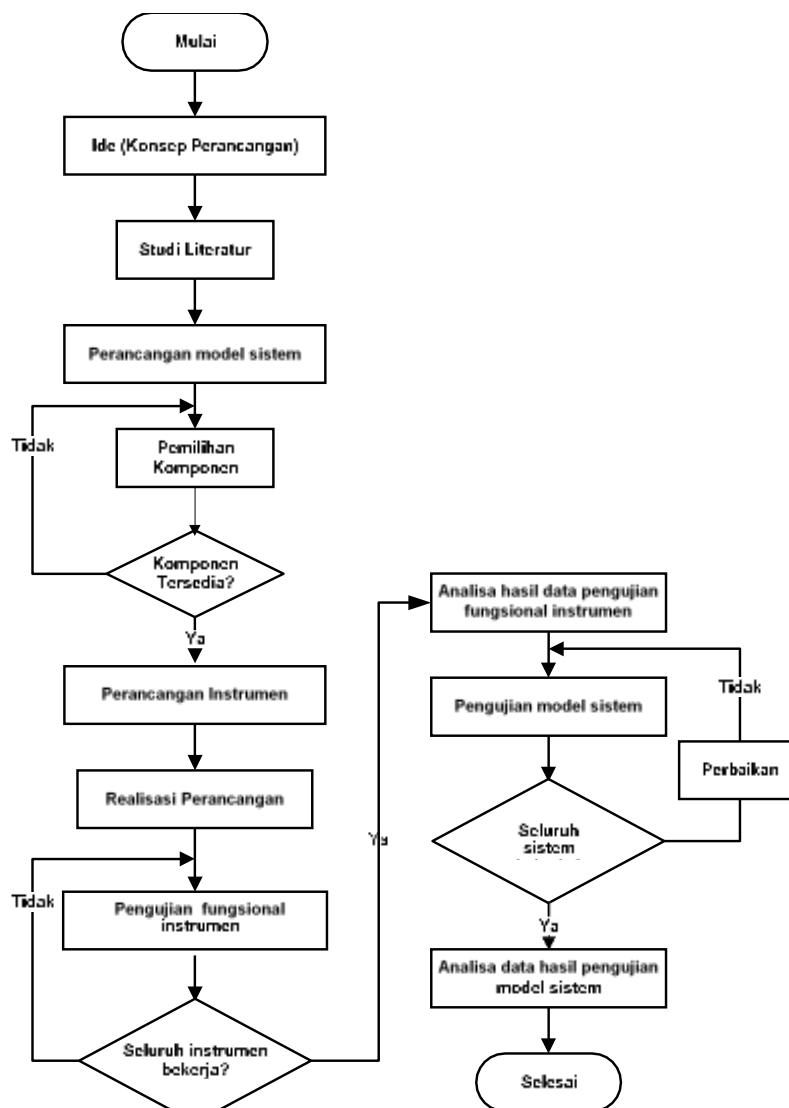
- Terciptanya optimasi kinerja jaringan jalan.
- Mewujudkan sistem lalu lintas dan angkutan jalan yang aman, selamat dan berwawasan lingkungan.
- Mengurangi jumlah dan beban petugas pengatur lalu lintas di persimpangan.

### Short Message Service (SMS)

*Short Message Service* 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. SMS adalah data tipe

*asynchronous message* yang pengiriman datanya dilakukan dengan mekanisme protokol *store and forward* (lihat Gambar 1). Hal ini berarti bahwa pengirim dan penerima SMS tidak perlu berada dalam status berhubungan (*connected/ online*) 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 (SMS-Center) yang kemudian bertanggung jawab untuk mengirimkan pesan tersebut (*forward*) ke nomor telepon tujuan (Setiawan, 2004).

Keuntungan mekanisme *store and forward* pada SMS adalah, penerima tidak perlu dalam status online ketika ada pengirim yang bermaksud mengirimkan pesan kepadanya, karena pesan akan dikirim oleh pengirim ke SMSC yang kemudian dapat menunggu untuk meneruskan pesan tersebut ke penerima ketika sipenerima siap dan dalam status online di lain waktu. Ketika pesan SMS telah terkirim dan diterima oleh SMSC, pengirim akan menerima pesan singkat (konfirmasi) bahwa pesan telah terkirim (*message sent*). Hal inilah yang menjadi kelebihan SMS dan populer sebagai layanan praktis dari sistem telekomunikasi bergerak. Tahapan yang dilakukan dalam perancangan alat secara berurutan adalah seperti terlihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Langkah kerja sistem monitoring lampu lalu-lintas

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara garis besar, sistem ini dibagi menjadi dua bagian utama. Bagian pertama disebut *station*, yang terdiri dari simulator, *microcontroller* (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. *Microcontroller* akan mendiagnosa kondisi lampu lalu lintas yang sedang beroperasi. Beberapa skenario kerusakan yang mungkin terjadi pada saat lampu lalu- lintas beroperasi akan diprogramkan pada *microcontroller* ini. Apabila terjadi skenario kerusakan yang bersesuaian, maka *microcontroller* akan memerintahkan modul GSM SIM800L untuk mengirimkan informasi dalam bentuk SMS tentang kerusakan yang sedang terjadi ke bagian *server*. 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, misalnya: 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.

Pada prinsipnya, sistem simulator ini dibuat untuk menggantikan peran lampu pengatur 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 dan atau ketidaknormalan yang mungkin terjadi pada setiap lampu lalu-lintas di persimpangan jalan. Selanjutnya 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 3. Arduino UNO



Gambar 4. Modul GSM SIM800L



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 microcontroller disimpan sebuah program yang dapat mendeteksi kondisi tidak normal yang terjadi pada lampu lalu-lintas dan secara otomatis microcontroller akan meng-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.

### KESIMPULAN

Kajian pada tahap ini lebih fokus pada menyiapkan semua peralatan yang dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan ini, studi literatur serta melakukan koordinasi dengan instansi terkait. Untuk melakukan kegiatan pembuatan sistem monitoring lampu pengatur lalu-lintas dan pengenalan pembuatannya serta sosialisasi penerapan sistem pemantau. Tim peneliti melakukan kunjungan ke lokasi untuk menentukan tempat (lokasi) pemasangan sistem monitoring lampu lalu-lintas, yaitu di beberapa persimpangan yang terletak di jalan utama di kota Bandar Lampung. Alat monitoring dapat bekerja dengan baik walau masih dibutuhkan penyempurnaan pada beberapa komponen pendukung. Di samping itu pengujian lanjut terkait sensitivitas alat perlu dilakukan namun dimungkinkan dikembangkan sistem monitoring pemantau lampu pengatur lalu-lintas dengan skala penuh di Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Lampung sebelum diujicoba dengan skala penuh di lapangan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian makalahnya. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Hibah Penelitian Dosen Senior Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah menyediakan dukungan pendanaan pada tahun anggaran 2018/2019.

### DAFTAR PUSTAKA

- Boston Transportation Department. (2010) *The benefits of retiming/rephasing traffic signals in the Back Bay*.
- Budi, S., Imam A.T., Farid, T., Agung, D., and Heni, R. (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. O., and R. Gary Hicks, R.G. (1993) *Teknik Jalan Raya*. PT Erlangga. Jakarta
- Hobbs, F.D. (1995) *Perencanaan dan Teknik Lalu-lintas*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Repelianto, A.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, A.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, A. (2004) *Perancangan dan Implementasi Sistem Pengendali Rumah Berbasis SMS Menggunakan Bahasa Pemrograman Mikro C*. Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung.
- Sigro, S. (2007) *Rancang Bangun Pengendalian Lampu Lalu-Lintas Jarak Jauh Menggunakan Gelombang Radio FM Berbasis PC*. (Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung).
- Tamin, O.Z. (2008) *Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa Transportasi: Teori, Contoh Soal, dan Aplikasi*. Penerbit ITB, Bandung.
- [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)