

Sistem Jaringan Kontrol Menggunakan *Node Wireless* Gelombang Radio Pada Lampu Lalu Lintas

Anthony Halim¹, Indra Surjati² dan Eko Syamsuddin Harsito³

Abstract: Condition of increasing Jakarta's traffic, make traffic jams everywhere. Many traffic signs also do not working properly. Traffic lights are still not able to set up wirelessly and automatically. The design's aim to create a system that can manage the traffic lights wirelessly from one computer only. The design is also accompanied by information on the LCD display at every intersection. This system uses the network topology *ad hoc* and uses wireless nodes as a transceivers. *Ad hoc* network is used in this system to perform self-healing so that communication keeps running. This system took place at a T intersections and a five street intersections. At tests, the updated data were received by the microcontroller first, then waited for one cycle in order to change the time and the information so it did not interfere with road users. Designed system can adjust the length of the lights flash alternately at each intersection with both and can give the appearance of information on each LCD appropriate given input. *Ad-hoc* network topology used goes well. Proven with a feature to check the status of nodes on a computer, if one repeater is turned off, the data can still be sent to the destination.

Keywords: *Adhoc* network, traffic light, self healing, wireless node, information, control

Abstrak: Kondisi lalu lintas di Jakarta yang semakin padat membuat kemacetan dimana-mana. Rambu-rambu lalu lintas juga sudah banyak yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Pengaturan lampu lalu lintas masih belum dapat diatur secara nirkabel dan otomatis. Perancangan ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem yang dapat mengatur lampu lalu lintas secara nirkabel dari satu buah komputer saja. Perancangan ini juga disertai dengan tampilan informasi pada LCD di setiap persimpangan. Sistem ini menggunakan topologi jaringan *ad hoc* dan menggunakan *node wireless* sebagai *transceiver*. Jaringan *ad hoc* digunakan agar sistem ini dapat melakukan *self healing* agar komunikasi tetap berjalan. Sistem ini mengambil posisi di simpang tiga dan simpang lima. Pada saat pengujian, *update* data akan diterima oleh mikrokontroler terlebih dahulu, kemudian menunggu satu siklus agar pergantian waktu dan informasi tidak mengganggu pengguna jalan. Sistem yang dirancang dapat mengatur lamanya lampu menyala bergantian di setiap persimpangan dengan baik dan dapat memberikan tampilan informasi di tiap-tiap LCD sesuai *input* yang diberikan. Topologi jaringan *ad-hoc* yang digunakan berjalan dengan baik. Terbukti dengan terdapat fitur untuk mengecek status *node* pada komputer, bila salah satu *repeater* dimatikan maka data tetap dapat terkirim sampai tujuan.

Kata kunci: Jaringan *Adhoc*, lampu lalu lintas, *self healing*, *node wireless*, informasi, kontrol

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sekarang ini sudah mencapai tingkatan yang lebih tinggi, didukung dengan kebutuhan manusia akan sebuah informasi yang sangat cepat dan ringkas. Komunikasi kabel yang dulu sangat populer sekarang sudah berubah seiring dengan perkembangan jaman setelah ditemukan teknologi nirkabel atau biasa disebut juga *wireless*. Teknologi *wireless* pertama kali ditemukan oleh Nikolai Tesla pada tahun 1880 dan diperkenalkan oleh Guglielmo Marconi. Guglielmo Marconi berhasil mengirimkan berita radio melintasi Samudera Atlantik, dari Inggris ke Newfoundland pada tahun 1901. Teknologi *wireless* sekarang ini sudah semakin maju. Hampir semua komunikasi yang dilakukan sudah tidak menggunakan kabel, seperti contohnya mengakses internet, sekarang ini di tempat-tempat umum sudah tersedia *hot spot*, jadi tidak perlu menggunakan kabel LAN lagi untuk dapat terhubung ke jaringan internet. Begitu juga penggunaan *handphone* sebagai alat komunikasi dan transfer data.

Pengiriman data dengan menggunakan komunikasi *wireless* ada dua cara yaitu menggunakan teknik *Point to Point* (PTP) dan *mesh*. Teknik PTP berarti pengiriman data hanya terjadi antara satu pengirim dan satu penerima tanpa adanya *repeater* sebagai media komunikasi datanya. Lain halnya dengan teknik *mesh*, teknik *mesh* menggunakan banyak *node* sebagai *repeater* sehingga bila ada sebuah *node* yang mengalami gangguan, *node* yang lain dapat menggantikan tugasnya sebagai *repeater*. Pada teknik PTP hal ini tidak mungkin terjadi, apabila di tengah perjalanan komunikasi datanya sudah terganggu maka pada *end point* belum tentu akan mendapatkan apa yang dikirim. Contoh teknik PTP dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 memperlihatkan jaringan *mesh*.

Kondisi lalu lintas di Jakarta sekarang ini sudah sangat padat, hal ini belum didukung dengan tersedianya layanan rambu lalu lintas yang memadai. Kondisi lampu lalu lintas sekarang ini untuk pengaturan lampunya masih manual, yang berarti apabila ingin mengatur atau mengubah lamanya lampu menyala, petugas akan datang ke persimpangan tersebut lalu mengaturnya secara manual. Penempatan papan *display* juga belum terlihat ada di setiap persimpangan. Saat ini papan *display* yang digunakan sebagai media informasi kepada pengguna jalan baru terdapat di dua lokasi. Gambar 3 memperlihatkan papan *display* atau biasa disebut *Variable Message Sign* (VMS) yang terletak di jalan Hayam Wuruk.

KAJIAN PUSTAKA

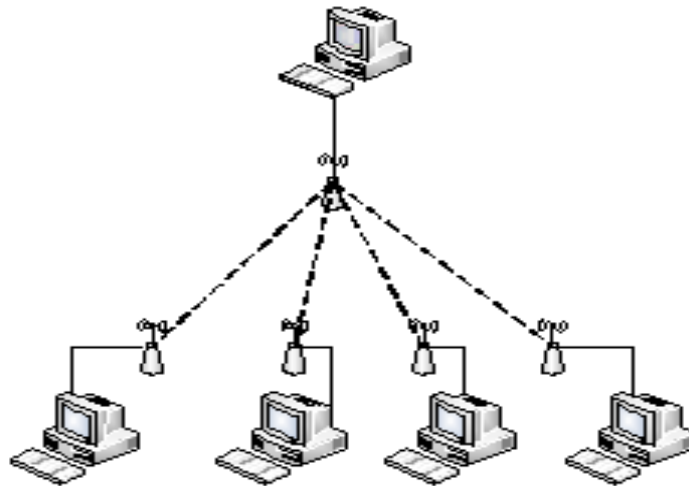
Alat yang dirancang adalah sebuah jaringan kontrol yang akan mengatur kinerja dari lampu lalu lintas pada dua buah simpang, yaitu simpang lima Grogol dan simpang tiga Jembatan Besi. Alat tersebut akan

¹ Jurusan Teknik Elektro Universitas Tarumanagara Jakarta

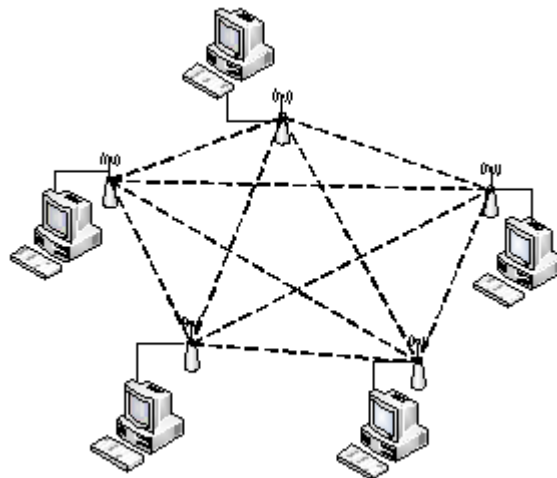
² Jurusan Teknik Elektro Universitas Trisakti Jakarta

³ BBPT

dilengkapi dengan LCD pada setiap simpang yang bertujuan untuk memberikan informasi bagi pengguna jalan yang sedang menunggu lampu lalu lintas. Pada perancangan ini digunakan lima buah *node wireless* yang bertugas sebagai *transceiver*. Satu buah *node* akan mengatur satu simpang, simpang lima atau simpang tiga, karena alat ini menggunakan dua buah simpang, maka diperlukan dua buah *node* untuk kedua simpang tersebut. Sedangkan tiga buah *node* yang lain akan digunakan sebagai *repeater*. Kelima *node wireless* berfungsi sebagai jalur pengiriman data dan dapat melakukan *self healing*. *Self healing* berarti bila ada sebuah *node* yang rusak, maka pengiriman data akan tetap berlangsung karena sistem akan mencari jalur lain secara otomatis[1]. Pengaturan dilakukan dengan membuat jalurnya terlebih dahulu lalu diprogram ke dalam mikrokontroler. Hal ini dapat terjadi karena topologi jaringan ad-hoc yang digunakan untuk perancangan alat ini.



■ Gambar 1. Topologi Jaringan PTP



■ Gambar 2. Topologi Jaringan Mesh

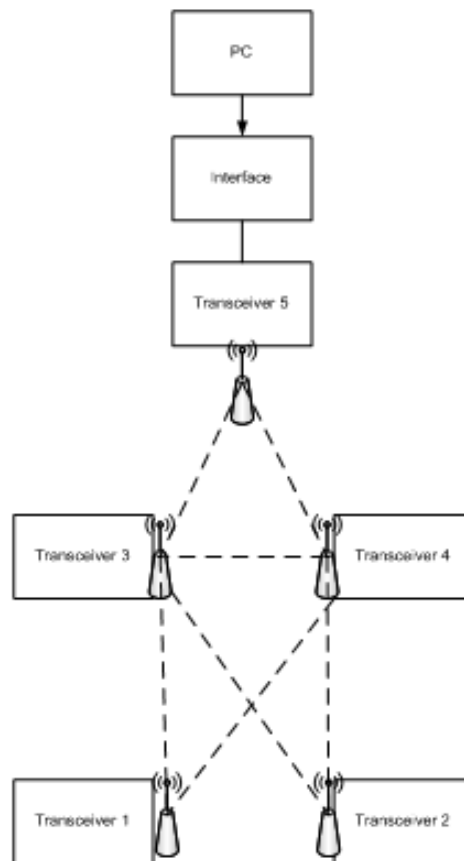


■ Gambar 3. VMS yang Terletak pada Jalan Hayam Wuruk

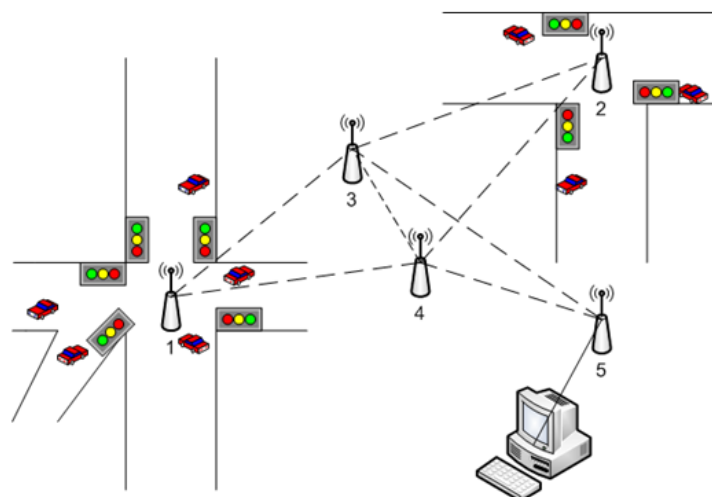
Satu buah komputer akan digunakan sebagai pemantau dan pengatur waktu dari seluruh lampu merah dan LCD di semua persimpangan. Pengaturan waktu lampu lalu lintas sudah diatur pada jam-jam tertentu sehingga akan otomatis berubah, sedangkan untuk LCD, pengaturan informasi yang ingin ditampilkan dapat diatur pada PC. *Node* yang terpasang pada setiap simpang akan terhubung dengan mikrokontroler. Mikrokontroler ini yang akan mengatur LCD dan LED. Data pengaturan waktu dan informasi yang akan ditampilkan di *display* disimpan dalam mikrokontroler.

Diagram Blok

Berdasarkan deskripsi konsep, maka dapat dibuat sebuah diagram blok yang mewakili keseluruhan sistem. Gambar 4 memperlihatkan diagram blok rancangan. Diagram blok tersebut memperlihatkan susunan sistem yang dirancang, dimana *node* atau *transceiver* nomor lima akan terhubung dengan *interface* yang tersambung ke PC sebagai pusat pengatur dan pemantau, sedangkan *node* yang lain akan mengatur LCD dan lampu lalu lintas di semua simpang. PC bertugas sebagai pengontrol dan pemantau setiap lampu lalu lintas yang ada pada setiap simpang, juga sebagai pengontrol pada tampilan LCD. Tampilan pada PC akan memperlihatkan kondisi lampu lalu lintas di setiap simpang yang ada. Contoh tampilan sistem dapat dilihat pada Gambar 5.



■ Gambar 4. Diagram Blok Rancangan

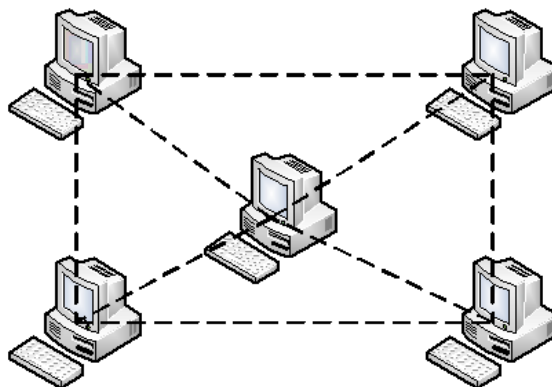


■ Gambar 5. Tampilan Sistem Keseluruhan

Jaringan Ad-Hoc

Jaringan ad-hoc merupakan bagian dari komunikasi *wireless*. Disebut ad-hoc karena jaringan ini tidak bergantung pada infrastruktur yang sudah ada, seperti *router* dalam jaringan kabel ataupun *access point* pada jaringan nirkabel. Jaringan ini menggunakan *wireless multihop* yang terdistribusi[2]. *Ad-Hoc* merupakan jaringan *wireless* sederhana dimana komunikasi terjadi diantara 2 perangkat atau lebih pada cakupan area tertentu tanpa harus memerlukan sebuah *access point* atau server. Setiap host cukup memiliki *transmitter* dan *receiver wireless* untuk berkomunikasi secara langsung satu sama lain. Kekurangan dari mode ini adalah komputer tidak bisa berkomunikasi dengan komputer pada jaringan yang menggunakan kabel. Selain itu, daerah jangkauan pada mode ini terbatas pada jarak antara kedua komputer tersebut. Contoh *mobile node* adalah *notebook*, *Personal Digital Assistant* (PDA) dan ponsel. Jaringan *ad-hoc* disebut juga dengan *spontaneous network* atau disebut *Mobile Ad hoc NETWORK* (MANET). Di dalam *ad-hoc*, setiap *node* bertugas dalam mencari jalur komunikasi data kepada *node* yang lain, penentuan *node* mana yang dipilih sudah diatur dari program yang sudah diatur pada mikrokontroler. Jaringan *ad-hoc* memiliki sifat desentralisasi, yang berarti setiap *node* bertugas sebagai kepala, sebagai pengirim data untuk dapat sampai ke *node* yang terakhir. Jaringan *ad-hoc* mudah untuk diterapkan, sehingga menjadikan jaringan ini cocok untuk diimplementasikan disaat jaringan terpusat tidak dapat lagi digunakan, seperti pada saat bencana alam atau sedang dalam keadaan darurat. Jaringan *ad-hoc* memiliki *node-node* yang tidak hanya berfungsi sebagai pengirim dan penerima informasi saja, tetapi juga berfungsi sebagai pendukung jaringan seperti *router*. *Routing protocol* sangat diperlukan di dalam jaringan ini karena setiap *node* akan memilih jalur mana yang akan digunakan untuk mengirimkan data sampai ke *node* yang dituju. Gambar 6 memperlihatkan contoh topologi jaringan *ad-hoc*. Keuntungan dari jaringan *ad-hoc* adalah:

1. Tidak membutuhkan dukungan *backbone* infrastruktur atau jaringan utama sehingga mudah diimplementasikan dan sangat berguna ketika infrastruktur tidak ada ataupun tidak berfungsi lagi
2. Dapat diatur ulang dalam bermacam-macam topologi, baik untuk jumlah pengguna yang kecil hingga pengguna yang banyak sesuai dengan aplikasi yang dibutuhkan



■ Gambar 6. Topologi Jaringan Ad-Hoc

Wireless Node

Node yang berfungsi sebagai *transmitter* bertugas untuk mengubah dan meng-*encode* suatu informasi dengan suatu cara sehingga menjadi sebuah sinyal elektromagnetik yang dapat ditransmisikan ke suatu sistem transmisi[3]. *Wireless node* dapat digunakan secara mudah, efektif dan secara nirkabel dapat menghubungkan daerah yang luas. Jaringan *wireless mesh* yang digunakan akan menghubungkan tiap-tiap *node* seakan akan tiap-tiap *node* tersebut saling berkomunikasi satu sama lain. *Node* merupakan radio transmitter yang berukuran kecil yang memiliki fungsi yang sama seperti *wireless router*. *Node* diatur oleh program yang mengajarkan cara untuk berkomunikasi dengan *node-node* yang lain. Informasi akan berjalan melewati *node-node* dari titik awal sampai titik akhir dengan bergerak seperti membuat sebuah loncatan. *Node* ini akan secara otomatis mencari jalan lain apabila *node* yang seharusnya dilewati ternyata rusak atau tidak berfungsi lagi sehingga butuh perbaikan. Teknik ini dinamakan *self healing* yang berarti memungkinkan mencari jalur komunikasi lain pada saat ada sebuah *node* yang rusak, jadi jalur komunikasi di jaringan ini akan terus berjalan. Frekuensi yang digunakan sudah diatur dalam Peraturan Pemerintah 29/PER/M.KOMINFO/07/2009. Teknik yang digunakan agar frekuensi ini tidak dapat diganggu oleh perangkat lain adalah dengan cara membedakan protokol yang digunakan. Frekuensi yang digunakan dapat sama pada tiap-tiap *transceiver*, hal ini mungkin dikarenakan *channel* yang digunakan di setiap *node* akan dibedakan agar tidak terjadi interferensi.

Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer dalam sebuah *chip* atau IC yang dapat bekerja bila terdapat program yang berisi instruksi-instruksi yang akan digunakan untuk menjalankan sistem tersebut.

Mikrokontroler biasanya digunakan untuk beberapa kebutuhan seperti untuk memonitor, otomatisasi, penghitungan dan kebutuhan-kebutuhan lain dalam pengontrolan. Pengendali utama pada mikrokontroler adalah *Central Processing Unit* (CPU). Bagian dari CPU ini dibagi menjadi dua, yaitu *Control Unit* (CU) dan *Aritmetic Logic Unit* (ALU). Bagian *Control Unit* adalah bagian yang digunakan untuk pengontrolan pengambilan intruksi dan penterjemahan instruksi berdasarkan program yang ada, sedangkan bagian *Aritmetic Logic Unit* merupakan bagian yang berisi logika-logika dalam melaksanakan operasi-operasi penjumlahan, pengurangan, dan berbagai operasi lainnya.

Mikrokontroler juga memiliki memori yang berfungsi dalam menyimpan data. Terdapat dua jenis memori yang digunakan ALU untuk menyimpan data, yaitu *Random Access Memory* (RAM) dan *Read Only Memory* (ROM). RAM digunakan untuk menyimpan data secara sementara yang dibutuhkan ALU ketika melakukan pemrosesan, sedangkan ROM juga digunakan untuk menyimpan data, tetapi data yang disimpan pada ROM tidak akan berubah atau tetap. Mikrokontroler memiliki perbandingan ROM dan RAM-nya yang besar, artinya program kontrol disimpan dalam ROM (bisa *masked ROM* atau *flash PEROM*) yang ukurannya relatif lebih besar dan memori tidak akan hilang walaupun tidak diberikan tegangan sumber. Sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, termasuk register-register yang digunakan pada mikrokontroler yang bersangkutan. Sistem ini menggunakan mikrokontroler keluaran ATMEEL dengan tipe ATMEGA16. Mikrokontroler ini merupakan mikrokontroler 8 bit yang memiliki 16K *byte Flash Programmable and Erasable Read Only Memory* (PEROM). Penggunaan ATMEGA16 dalam perancangan ini didasari oleh jumlah *port* yang dimiliki ATMEGA16 mendukung kebutuhan I/O perancangan alat ini. Ketersediaan mikrokontroler jenis ATMEGA16 yang banyak ditemui di pasaran juga mendukung pemilihan mikrokontroler jenis ini.

Pada pembuatan alat ini mikrokontroler yang digunakan adalah tipe ATMEGA16. Mikrokontroler ini digunakan untuk mengolah *output* dari *transceiver*. Mikrokontroler akan mengeluarkan *output* yang akan diterima oleh *display* sebagai media informasi dan LED yang akan menyala layaknya lampu lalu lintas. Untuk merealisasikan hal ini dibutuhkan beberapa komponen elektronika yang dapat mendukung kerja dari mikrokontroler. Beberapa komponen elektronika yang digunakan adalah dua buah kapasitor 22 pikofarad dan satu buah osilator kristal dengan frekuensi 12 MHz. Kristal pada mikrokontroler merupakan kristal osilator. Fungsi kristal ini adalah sebagai *clock* bagi mikrokontroler. Kristal terhubung dengan XTAL1 dan XTAL2 pada mikrokontroler dan dihubungkan pula dengan dua buah kapasitor yang berfungsi sebagai resonator.

Interface

Interface merupakan sebuah komunikasi antara sebuah alat dengan komputer dapat dilakukan melalui beberapa *port* yang tersedia di komputer, antara lain *port serial*, *port parallel*, dan *port USB*. *Port serial* melakukan pengiriman data secara *bit per bit*, sehingga memerlukan waktu pengiriman yang lebih lama. *Port parallel* dapat mengirimkan hingga 8 *bit per second* sehingga memiliki kecepatan pengiriman yang lebih cepat, tetapi dengan jangkauan media kabel yang pendek serta kabel yang banyak. *Port USB* memiliki kecepatan pengiriman data yang tinggi. Kecepatan transfer data pada *hi-speed USB*, dapat mencapai 480Mb/s[4]. Keberadaan *port serial RS-232* pada komputer semakin berkurang, jika dahulu terdapat minimal dua buah *port serial* maka sekarang berkurang menjadi satu atau bahkan komputer-komputer tertentu semacam *netbook* atau *laptop* sudah tidak menyediakan *port RS-232*, karena dilihat dari segi teknologi, menggunakan *port RS-232* sudah dianggap tertinggal, maka dari itu alternatif lain selain menggunakan *RS-232* adalah menggunakan *USB to TTL (Transistor-Transistor Logic)*. *USB to TTL* menggunakan tegangan masukan sebesar 5V dan mempunyai tegangan keluaran sebesar 0V sampai 1.5V untuk logika *low* dan 3.5V sampai 5V untuk logika *high*. Penghubung komunikasi antara mikrokontroler dengan *node* menggunakan sambungan *USB to TTL*. Penggunaan *USB to TTL* dipilih karena PC yang digunakan sudah tidak memiliki *port RS232*, jadi sebagai pengganti akan digunakan *USB to TTL*.

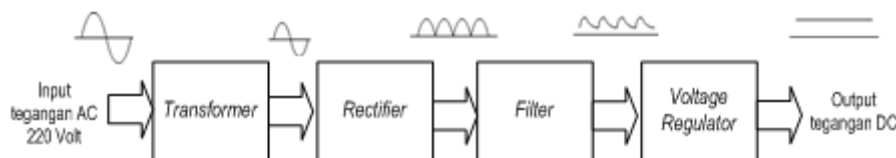
Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid crystal display (LCD) merupakan komponen elektronika untuk menampilkan karakter-karakter *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII) sederhana. LCD terdiri dari kristal cair *Twisted Nematic* (TN), sebuah elemen elektroda untuk menentukan *pixel*, dan *Integrated Circuit* (IC) untuk mengatur baris dan kolom. Menentukan posisi *pixel* dari LCD dilakukan dengan cara pembentukan jala-jala dan arus akan diberikan pada posisi *pixel* tertentu untuk mengubah *pixel* dari *white pixel* menjadi *black pixel*. LCD pada alat ini menggunakan LCD matriks 2x16 dikarenakan pada LCD matriks menggunakan dot matriks untuk menampilkan karakter yang dikerjakan oleh sistem. LCD yang digunakan pada perancangan ini berukuran matriks 2x16 yang terdiri dari 2 baris dan 16 kolom serta memiliki maksimal karakter sebanyak 32. LCD ini bekerja pada tegangan +5VDC sehingga mudah diaplikasikan dengan mikrokontroler. LCD pada perancangan ini menampilkan karakter dan penghitung mundur lamanya waktu dari setiap lampu lalu lintas pada setiap simpang. Penampilan karakter berguna agar pengguna jalan yang sedang menunggu lampu merah dapat mengetahui informasi terkini.

LCD 2 x 16 mempunyai dua cara *interfacing* yaitu *interface* 8 bit dan *interface* 4 bit. Rangkaian yang digunakan pada alat ini adalah rangkaian *interface* 8 bit. Jumlah pin yang harus dikontrol pada *interface* ini adalah sebanyak 11 pin. Dimana terdiri dari 8 pin data LCD dan 3 pin kontrol LCD (LCD RS, LCD RW dan LCD EN).

Catu Daya

Modul catu daya dalam perancangan alat ini berfungsi untuk memberikan tegangan listrik *Direct Current* (DC) pada seluruh sistem. Besar tegangan keluaran yang dibutuhkan dalam perancangan sistem ini adalah 5 V_{DC}. Tegangan masukan yang digunakan berasal dari dua sumber, yaitu sumber tegangan PLN 220 volt dan tegangan baterai 9 volt. Transformator *step down* digunakan untuk menurunkan tegangan *Alternating Current* (AC) 220 volt pada jaringan listrik sampai dengan 5 volt. Tegangan yang keluar dari transformator *step down* masih berupa tegangan AC, sehingga perlu disearahkan dengan menggunakan dioda penyearah atau *rectifier*. Tegangan DC yang keluar dari *rectifier* berbentuk setengah gelombang atau gelombang penuh kemudian disaring dengan *filter* untuk meratakan gelombang tersebut, tetapi tegangan keluaran yang sudah di *filter*, masih terdapat *ripple* (berbentuk gelombang riak). IC regulator berfungsi untuk menghilangkan *ripple* sekaligus untuk menstabilkan tegangan keluaran pada catu daya, sehingga nilai tegangan keluaran tidak naik atau turun saat diberikan beban. Tegangan keluaran pada catu daya ini berupa tegangan *Direct Current* (DC), Gambar 7 menunjukkan diagram blok catu daya.



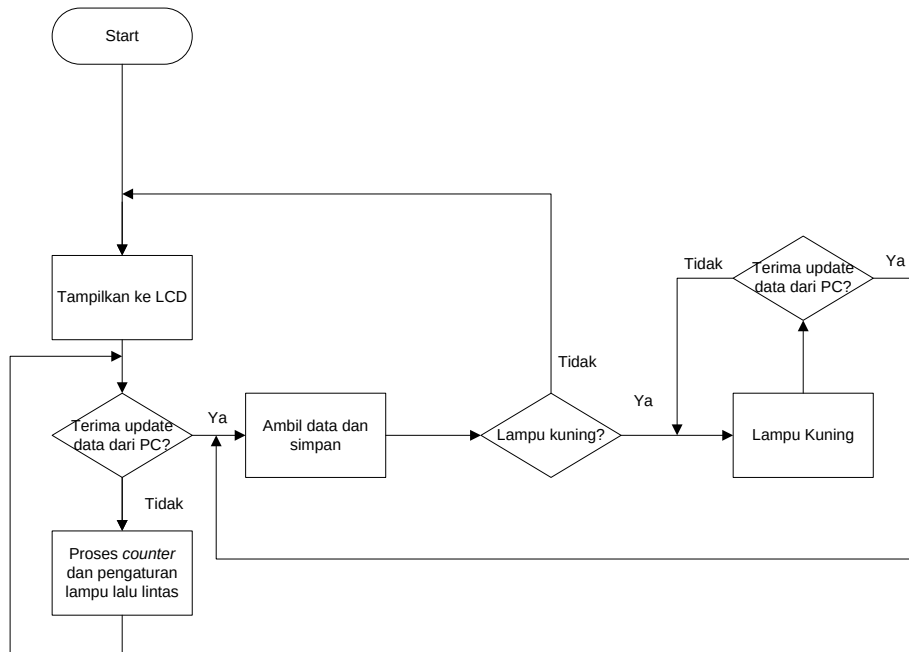
■ Gambar 7. Diagram Blok Catu Daya

IC yang digunakan untuk catu daya adalah IC *voltage regulator* merupakan sebuah komponen yang digunakan untuk menurunkan tegangan DC dari tegangan yang lebih tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah dan stabil yang sesuai dengan spesifikasi IC yang digunakan. Masukan tegangan yang dibutuhkan mikrokontroler dan komponen lainnya pada perancangan alat ini sebesar 5Volt. Pada perancangan ini penulis menggunakan IC *voltage regulator* LM7805 karena menghasilkan tegangan *output* sebesar 5 volt DC dikarenakan modul-modul pada perancangan alat ini bekerja dengan tegangan + 5V_{DC}. Gambar 3.3 menunjukkan bentuk fisik dari IC LM7805. Sistem ini menggunakan catu daya sebesar 5 volt DC untuk sumber tegangan mikrokontroler, LCD, LED, dan *transceiver*. Catu daya yang akan digunakan sebanyak enam buah, dengan perincian tiga buah catu daya akan digunakan di dua simpang yang ada. Tiga buah catu daya ini akan mendapatkan sumber tegangan dari PLN. Tiga buah catu daya yang lain digunakan pada *repeater*, menggunakan baterai 9V yang diturunkan dengan regulator sehingga menjadi 5V.

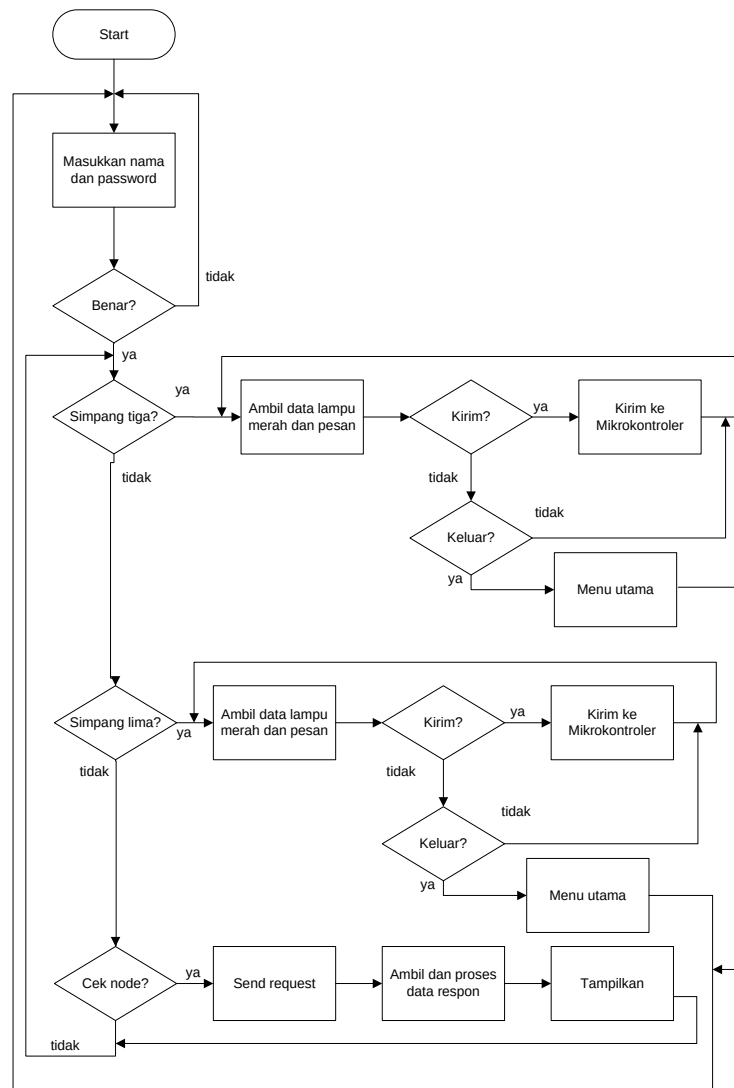
Realisasi Rancangan Sistem

Realisasi rancangan keseluruhan sistem pada alat pengontrolan jaringan lampu lalu lintas ini dilakukan dengan menggabungkan seluruh modul yang ada. Agar sistem ini berjalan dengan baik, maka sudah ada kondisi pertama dari lampu lalu lintas yang sudah disimpan di dalam memori mikrokontroler. Penggabungan modul mikrokontroler dengan modul *node* dilakukan dengan cara menggabungkan *port* pada mikrokontroler ke modul *wireless node*, lalu modul LED yang menunjukkan simulasi lampu merah dihubungkan dengan mikrokontroler, lalu modul LCD juga dihubungkan dengan mikrokontroler agar dapat menampilkan informasi yang diinginkan. Modul LED dan modul LCD dihubungkan menggunakan kabel ke mikrokontroler. Diagram alir dari mikrokontroler yang mengatur di simpangan dapat dilihat pada Gambar 8 pada keadaan baru pertama dinyalakan, sistem akan bekerja pada keadaan *default* dimana keadaan tersebut sudah tersimpan di dalam mikrokontroler. Keadaan tersebut dapat diubah dengan menggunakan sebuah komputer yang sudah terdapat program yang dapat mengatur kondisi waktu lampu lalu lintas dan tampilan informasi yang ada pada *display*. Diagram alir pada PC dapat dilihat pada Gambar 8.

PC yang digunakan sebagai pengatur dan pemantau sistem ini juga memiliki diagram alir yang menjelaskan proses *update* data dari PC. Gambar 9 memperlihatkan diagram alir pada PC. Pada saat dinyalakan, PC akan meminta untuk memasukkan nama dan *password*, lalu setelah itu, pengguna dapat memilih lokasi yang diinginkan ataupun mengecek status dari *node*. Pada PC sudah terdapat pengaturan waktu untuk tiap-tiap simpangan. Tampilan pada masing-masing *display* juga dapat diatur pada PC. Apabila ada perubahan pada suatu simpangan lampu lalu lintas, maka dari PC akan langsung mengirimkan data pengaturan tersebut ke *node* yang dituju, lalu dari *node* yang terhubung ke mikrokontroler akan langsung merubah tampilan *display* maupun lamanya *counter* pada lampu lalu lintas tersebut.



■ **Gambar 8.** Diagram Alir Mikrokontroler pada Simpanan



■ **Gambar 9.** Diagram Alir pada PC

Tampilan awal dari *software* dapat dilihat pada Gambar 10 memperlihatkan tampilan paling awal pada saat *software* dijalankan. Pengguna akan diminta untuk memasukkan nama dan *password*.

■ Gambar 10. Tampilan Awal

Tampilan untuk memilih lokasi daerah dan wilayah dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12. Tampilan ini memungkinkan pengguna untuk memilih lokasi dan nama jalan yang ingin diatur lampu lalu lintasnya.

■ Gambar 11. Tampilan Pilihan Daerah

■ Gambar 12. Tampilan Pilihan Wilayah

Perancangan ini menggunakan dua buah simpang yaitu simpang lima Grogol dan simpang tiga Jembatan Besi. Tampilan program untuk mengatur kedua simpang ini dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14. Terdapat 4 buah *preset* yang sudah tersimpan dalam program ini. Pada pukul delapan pagi sampai pukul satu siang, pukul satu siang sampai lima sore, pukul lima sore sampai delapan pagi, dan peringatan yang menunjukkan lampu kuning akan berkedip.

PRESET 1					
	GROGOL R	GROGOL D	ROXY	MUWARDI	DAAN MOGOT
MERAH	20	30	21	30	21
KUNING	2	2	2	2	2
HIJAU	21	10	20	11	20

08:00 - 13:00 | 13:00 - 17:00 | 17:00 - 08:00 | Peringatan

GROGOL R	Gunakan Sabuk	SEND
GROGOL D	Pakailah Helm	
ROXY	Hati-Hati	
MUWARDI	Banyak Genangan	
DAAN MOGOT	Taatilah Rambu	

BACK

■ Gambar 13. Tampilan Pengaturan di Simpang Lima

■ Gambar 14. Tampilan Pengaturan di Simpang Tiga

Pengecekan *node* juga dapat dilakukan di komputer, tampilan pengecekan *node* dapat dilihat pada Gambar 15. Pengecekan *node* ini berguna untuk melihat apakah ada *node* yang sudah tidak berfungsi sehingga *node* tersebut tidak dapat digunakan sebagai jalur komunikasi data.

■ Gambar 15. Tampilan Status *Node* di Komputer

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Modul *Hardware*

Pengujian dan analisis modul *hardware* pada rancangan ini adalah modul catu daya, modul mikrokontroler, modul LCD, dan modul LED. Pengujian terakhir yang akan dilakukan yaitu dengan melakukan pengujian alat secara keseluruhan. Peralatan yang digunakan untuk mendukung pengujian modul-modul tersebut adalah multimeter digital XL830L, *project board*, *netbook* dengan spesifikasi *processor* Intel Atom 450 1.66 Ghz, RAM 2 GB, dan sistem operasi Microsoft Windows 7 Starter dan *downloader* Atmel

Modul Catu Daya

Pengujian terhadap modul catu daya bertujuan untuk mengetahui tegangan keluaran modul catu daya apakah sudah sesuai dengan spesifikasi rancangan yang dibutuhkan dan untuk mengetahui rangkaian modul catu daya ini dapat menghasilkan tegangan keluaran yang stabil atau tidak. Modul catu daya yang digunakan ada dua jenis yaitu, yang menggunakan tegangan PLN sebagai sumber tegangan, dan modul catu daya yang lainnya menggunakan tegangan baterai 9 Volt. Pengujian modul catu daya dilakukan dengan dua cara, yaitu tanpa menggunakan beban dan dengan menggunakan beban. Pengukuran tanpa beban adalah mengukur tegangan keluaran langsung dari modul catu daya. Hasil pengukuran modul catu daya tanpa beban yang didapat dengan menggunakan multimeter digital adalah tegangan keluarannya sebesar 5 Volt. Pengukuran dengan menggunakan beban juga dilakukan dalam pengujian ini.

Pengujian pertama catu daya dengan sumber tegangan 220 V_{AC} dilakukan tanpa menggunakan beban. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan multimeter ke *output* dari catu daya. Hasil pengujian tanpa beban dapat dilihat pada Tabel 1. Pengujian kedua catu daya dilakukan dengan menghubungkan beban yang dipasang pada keluaran dari modul catu daya dan kemudian dihubungkan dengan multimeter. Beban resistor menggunakan beban yang bervariasi yang dimulai dari 100 ohm sampai 500 ohm. Hasil pengujian modul catu daya dengan tegangan masukan PLN dan tegangan baterai dapat dilihat pada Tabel 2.

■ **Tabel 1** Hasil pengujian modul catu daya tanpa beban

Pengukuran ke-	Tegangan catu daya (PLN 220V)	Tegangan keluaran	Tegangan catu daya (baterai 9V)	Tegangan Keluaran
1	5	4,94	5	4,94
2	5	4,94	5	4,94
3	5	4,95	5	4,94
4	5	4,94	5	4,95
5	5	4,96	5	4,96

■ **Tabel 2** Hasil pengujian modul catu daya dengan beban

Nilai beban (ohm)	Tegangan catu daya 5 V (PLN 220V)	Tegangan Output (Volt)	Tegangan catu daya (baterai 9V)	Tegangan Keluaran
100	5	4,93	5	4,92
200	5	4,93	5	4,93
300	5	4,94	5	4,93
400	5	4,95	5	4,94
500	5	4,96	5	4,94

Berdasarkan pengujian modul catu daya yang dilakukan, perhitungan untuk mendapatkan tegangan rata-rata dan toleransi dari output catu daya 5 V menggunakan rumus:

$$V \text{ rata-rata} = \frac{\text{Jumlah nilai tegangan hasil pengujian (Volt)}}{\text{Jumlah pengujian yang dilakukan}}$$

$$\% \text{ Toleransi Tegangan} = \frac{V \text{ referensi} - V \text{ rata-rata}}{V \text{ referensi}} \times 100\%$$

Nilai perhitungan tegangan rata-rata dan toleransi dari pengujian catu daya yang berasal dari:

- Tegangan baterai PLN 220V tanpa beban adalah

$$V \text{ rata-rata} = \frac{4,94 + 4,94 + 4,95 + 4,94 + 4,96}{5} = 4,946 \text{ Volt}$$

$$\% \text{ Toleransi Tegangan} = \frac{5 - 4,946}{5} \times 100 \% = 1,08 \%$$

- Tegangan baterai 9V tanpa beban adalah

$$V \text{ rata-rata} = \frac{4,94 + 4,94 + 4,94 + 4,95 + 4,96}{5} = 4,946 \text{ Volt}$$

$$\% \text{ Toleransi Tegangan} = \frac{5 - 4,946}{5} \times 100 \% = 1,08 \%$$

- Tegangan PLN 220V dengan beban adalah

$$V \text{ rata-rata} = \frac{4,93 + 4,93 + 4,94 + 4,95 + 4,96}{5} = 4,942 \text{ Volt}$$

$$\% \text{ Toleransi Tegangan} = \frac{5 - 4,942}{5} \times 100 \% = 1,16 \%$$

- Tegangan baterai 9V dengan beban adalah

$$V \text{ rata-rata} = \frac{4,92 + 4,93 + 4,93 + 4,94 + 4,94}{5} = 4,932 \text{ Volt}$$

$$\% \text{ Toleransi Tegangan} = \frac{5 - 4,932}{5} \times 100 \% = 1,36 \%$$

Hasil pengujian yang didapat menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara tegangan yang terukur dengan tegangan yang diinginkan, tetapi perbedaan tersebut tidak cukup jauh atau masih berada dalam kriteria yang sesuai. Perbedaan tersebut terjadi karena faktor toleransi dari komponen yang digunakan, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa modul catu daya ini dapat bekerja dengan baik untuk digunakan dalam sistem ini.

Modul Mikrokontroler

Pengujian mikrokontroler bertujuan untuk memastikan apakah mikrokontroler yang digunakan berfungsi dengan baik dan *port* I/O bekerja dengan baik. Pengujian modul mikrokontroler dilakukan dengan cara memasukan atau *men-download* program sederhana untuk menyalakan LED secara berurutan ke dalam mikrokontroler. Program yang dirancang akan membuat LED yang terhubung ke *port* C0, menyala pertama kali lalu LED bergantian menyala ke *port* C2. LED akan menyala selang-seling sampai ke LED di *port* C6, lalu akan berbalik menyalakan LED pada *port* C7 yang akan mundur sampai *port* C1. Pengujian ini memastikan bahwa mikrokontroler dan *port* I/O berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara memasukan program untuk menyalakan LED secara bolak balik ke dalam mikrokontroler dapat dilihat hasilnya pada Tabel 3. Berdasarkan pengujian yang dilakukan modul mikrokontroler dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler bekerja dengan baik, yaitu ditunjukkan dengan LED yang dipasang pada *output* menyala sesuai dengan program yang dimasukkan ke dalam mikrokontroler.

■ Tabel 3 Hasil pengujian modul mikrokontroler

LED Waktu ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
1	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
2	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
3	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
4	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
5	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
6	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
7	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
8	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
9	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
10	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
11	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
12	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
13	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
14	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON

Modul LCD

Pengujian modul ini dilakukan untuk mengetahui apakah LCD pada modul ini dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan memasukkan program untuk menampilkan Nama dan NIM dari penulis. Program yang dibuat untuk melakukan pengujian modul LCD dapat dilihat pada Lampiran 13. Rangkaian pengujian modul LCD dapat dilihat pada Gambar 16. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, pada LCD terdapat tampilan ” ANTHONY HALIM ” pada baris pertama dan ” 525080006 ” pada baris kedua yang sesuai dengan program yang dijalankan. Pengujian ini memastikan bahwa modul LCD dapat bekerja dengan baik.



■ Gambar 16. Hasil Pengujian Modul LCD

Hasil Pengujian dan Analisis Sistem

Pengujian secara keseluruhan ini bertujuan untuk mengetahui sistem yang dirancang telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian sistem pada alat yang dirancang secara keseluruhan dilakukan dengan cara

menggabungkan seluruh modul, baik modul yang dirancang maupun modul yang tidak dirancang. Pengujian dimulai dengan menyalakan seluruh catu daya agar sistem beroperasi. Setelah itu, proses *counter* dan informasi pada tiap-tiap LCD akan berjalan pada kondisi *default* yang sudah disimpan di dalam memori mikrokontroler. Setelah semua LCD dan PC sudah menyala, maka pengaturan *counter* dan isi dari LCD dapat diatur pada program dari PC. Pengujian juga dilakukan pada saat kedua *node repeater* sedang menyala dan salah satu *node* dimatikan. Pada saat kedua *node* menyala maka pengiriman data akan melewati salah satu *node* yang berfungsi sebagai *repeater*. Apabila sebuah *repeater* tersebut dimatikan, maka jalur akan berpindah ke *node* yang menyala agar komunikasi datanya tetap berjalan dan tidak putus ditengah. Tampilan pengaturan *counter* dan pengaturan isi informasi apa yang akan ditampilkan pada LCD dapat dimasukan dengan mudah oleh *user* pada PC. *User* hanya perlu memilih daerah kemudian nama jalan untuk memilih simpang mana yang ingin diubah informasinya atau lamanya *counter*. Tampilan awalprogram dapat dilihat pada Gambar 17 dan pemilihan lokasi dapat dilihat pada Gambar 18. Tampilan pengaturan tiap–tiap simpang dapat dilihat pada Gambar 19 dan Gambar 20. Pesan dapat diisikan informasi sampai 16 karakter dikarenakan LCD yang digunakan adalah LCD 2x16.

Form1

NAMA: anthony

PASSWORD: *****

OK KELUAR

■ Gambar 17. Tampilan Awal Program

Form2

DAERAH JAKARTA BARAT

WILAYAH GROGOL

OK KELUAR

■ Gambar 18. Tampilan Pemilihan Lokasi

Form4

JEMBATAN BESI

Pluit Grogol

PRESET 1

	GROGOL	PLUIT	TOL
MERAH	10	10	10
KUNING	2	2	2
HIJAU	10	10	10

08:00 - 13:00 13:00 - 17:00 17:00 - 08:00 Peringatan

PRESET:

GROGOL Pluit Tersendat

PLUIT Grogol Macet

TOL Hati - Hati

SEND

BACK

■ Gambar 19. Tampilan Pengaturan di Simpang Tiga

Hasil pengujian yang didapat, sistem dapat bekerja dengan baik dan lancar, yaitu ditunjukkan dengan pengiriman data yang berisi informasi untuk ditampilkan pada LCD dapat diterima dengan baik oleh *node* yang berada di tujuan. Pengaturan *counter* juga berfungsi dengan baik. Pengujian test *node* dapat dilihat pada Gambar 21. Gambar 22 memperlihatkan kondisi pada semua *node* dinyalakan, sedangkan Gambar 23 memperlihatkan kondisi pada saat kedua *repeater* dimatikan. Sistem *ad hoc* dapat dilihat dengan mematikan fungsi dari sebuah *node*. Hasil test *node* memperlihatkan apabila salah satu *repeater* mati, maka *repeater* lain akan menggantikannya.

GROGOL

PRESET 1

	GROGOL R	GROGOL D	ROXY	MUWARDI	DAAN MOGOT
MERAH	20	30	21	30	21
KUNING	2	2	2	2	2
HIJAU	21	10	20	11	20

08:00 - 13:00 13:00 - 17:00 17:00 - 08:00 Peringatan

GROGOL R: Roxy Padat
 GROGOL D: Pluit Tersendat
 ROXY: Daan Mogot Padat
 MUWARDI: Padat Merayap
 DAAN MOGOT: Taatilah Rambu!

SEND

BACK

■ Gambar 20. Tampilan Pengaturan di Simpang Lima

CEK NODE

NODE	STATUS
SIMPANG 5	ON
SIMPANG 3	ON
NODE B	ON
NODE A	ON

CEK KELUAR

■ Gambar 21. Tampilan Test Node

CEK NODE

NODE	STATUS
SIMPANG 5	ON
SIMPANG 3	ON
NODE B	OFF
NODE A	OFF

CEK KELUAR

■ Gambar 22. Tampilan Test Node Saat Kedua Repeater dimatikan

CEK NODE

NODE	STATUS
SIMPANG 5	ON
SIMPANG 3	ON
NODE B	ON
NODE A	OFF

CEK KELUAR

■ Gambar 23. Tampilan Test Node Saat Salah Satu Repeater dimatikan

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian, sistem yang dirancang dapat mengatur lamanya lampu menyala bergantian di setiap persimpangan dengan baik dan dapat memberikan tampilan informasi di tiap-tiap LCD sesuai *input* yang diberikan. Topologi jaringan ad-hoc yang digunakan berjalan dengan baik. Terbukti dengan terdapat fitur untuk mengecek status *node* pada komputer, bila salah satu *repeater* dimatikan maka data tetap dapat terkirim sampai tujuan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Tamara, *Guide to Telecommunication Technology*, Massachusetts: Course Technology, 2003, ch: 10, pp. 509.
- [2] Mulyanta Edi, *Pengenalan Protokol Jaringan Wireless Komputer*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2005 hal 124.
- [3] W. Stallings, *Data and Computer Communications, Seventh Edition*. Canada: Pearson Prentice Hall. 2004, ch 1, hal 11.
- [4] Thompson. Robert B, *PC Hardware in a Nutshell, Third Edition*. USA: O'Reily Media, Inc, 2003, ch 24, pp. 690.