

SISTEM KONTROL LAMPU LALU LINTAS UNTUK MOBIL DENGAN PRIORITAS KHUSUS BERBASIS WIRELESS

TRAFFIC LIGHT CONTROL SYSTEM FOR CARS WITH SPECIAL PRIORITY BASED WIRELESS

Sry Mai Della¹, Ir. Porman pangaribuan, M.T.², Agung Nugroho Jati, S.T., M.T.³
^{1,2}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
³Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹srimaidella@student.telkomuniversity.ac.id, ²porman@telkomuniversity.ac.id,
³agungnj@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Untuk mengurangi faktor mobil prioritas khusus tersebut terjebak dalam kemacetan yang disebabkan oleh lampu lalu lintas maka, dalam tugas akhir ini penulis merancang sistem lampu lalu lintas yang sejalur mobil dengan prioritas khusus menjadi berwarna hijau. Mobil dengan prioritas khusus adalah mobil yang masuk dalam kategori penting yang didapat dari Dinas Perhubungan.

Pertama lampu lalu lintas berjalan normal secara sekuensial, jika ada *interrupt* dari mobil prioritas khusus maka sistem akan melaksanakan proses tersebut terlebih dahulu sampai sinyal pada mobil prioritas khusus tersebut tidak terdeteksi lagi oleh lampu lalu lintas. Lampu lalu lintas dianggap sebagai server yang terdiri dari Arduino Mega sebagai kontroller untuk mengatur nyala lampu lalu lintas dan Modul Esp8266 sebagai penerima sinyal *wireless* dari *client* (mobil dengan prioritas khusus). Pada *client* terdapat Modul Esp8266 untuk mengirimkan sinyal kepada server.

Pada tugas akhir ini, lampu lalu lintas dapat mengetahui jika ada mobil prioritas khusus yang melintas. Dengan adanya sistem kontrol lampu lalu lintas untuk mobil dengan prioritas khusus berbasis *wireless* ini diharapkan akan memperkecil kemungkinan terjadinya kemacetan dipersimpangan jalan terhadap mobil prioritas.

Kata Kunci : *mobil dengan prioritas khusus, server, client, Esp8266, interrupt.*

Abstract

To reduce the particular priority car factor is trapped in congestion caused by traffic lights then, in this final task the author devised a traffic light system that is a line of special priority cars to be green in color. Cars with special priority are cars that enter the important category obtained from the Transportation office.

The first traffic light runs sequentially, if there is a interrupt from a special priority car then the system will execute the process first until the signal on the particular priority car is not detected anymore by the last lamp Cross. The traffic light is considered to be a server consisting of Arduino Mega as a controller for adjusting the traffic light and the Esp8266 module as a wireless signal receiver of the client (a car with special priority). In the client there is the Esp8266 module to send signals to the server.

On this final assignment, traffic lights can know if there is a special priority car crossing. With the traffic light control system for cars with a special priority of wireless basis It is expected to minimize the likelihood of road traffic congestion to priority cars.

Keywords: *car with special priority, server, client, Esp8266, interrupt*

1. Pendahuluan

Kemacetan dipersimpangan jalan salah satunya bisa disebabkan oleh faktor lampu pengatur lalu lintas. Meskipun tujuan lampu lalu lintas adalah untuk mengatur kendaraan, tetapi pada kenyataannya kemacetan sering terjadi di persimpangan jalan yang terdapat lampu lalu lintas. Hal ini terjadi karena lampu lalu lintas bekerja dengan pengaturan waktu yang sama pada setiap persimpangan tidak menyesuaikan dengan kondisi yang terjadi. Semakin meningkatnya kemacetan yang terjadi bisa menghambat mobil dengan prioritas khusus dalam melakukan tugasnya. Mobil dengan prioritas khusus adalah mobil yang masuk dalam kategori penting, yang

datanya didapat dari Dinas Perhubungan Berdasarkan hal tersebut, maka dirancang suatu sistem dengan judul “Sistem Kontrol Lampu Lalu Lintas Untuk Mobil Dengan Prioritas Khusus Berbasis *Wireless*”. Sistem ini dapat mengatur lampu lalu lintas yang sejalan mobil dengan prioritas khusus menjadi berwarna hijau sehingga kendaraan yang berada di depan dapat melintas dan mobil dengan prioritas khusus tersebut dapat melintas secara lancar tanpa hambatan. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan sinyal *wireless* dari mobil prioritas khusus untuk mengontrol lampu lalu lintas. Teknologi ini sangat bermanfaat dalam menyelesaikan masalah tersebut dan mobil prioritas dapat bekerja maksimal dalam melakukan tugasnya. Sistem pengendalian lampu lalu lintas oleh sistem *wireless* berupa sinyal Esp8266 dari mobil prioritas dideteksi oleh Esp8266 yang terpasang di server *traffic light* kemudian akan diolah oleh modul mikrokontroler Arduino Mega pada server dan selanjutnya memberi aksi terhadap *traffic light*, seperti lampu merah akan otomatis berganti menjadi lampu hijau selama server tetap membaca sinyal dari mobil prioritas. Proses ini hanya dimanfaatkan untuk mempermudah dan mempercepat jalur mobil prioritas khusus agar terhindar dari kemacetan dan menciptakan kenyamanan dalam pelayanan untuk masyarakat. Pertama lampu lalu lintas berjalan normal secara sekuensial, jika ada *interrupt* dari mobil prioritas khusus maka sistem akan melaksanakan proses tersebut terlebih dahulu sampai sinyal pada mobil prioritas khusus tersebut tidak terdeteksi lagi oleh lampu lalu lintas. Sistem ini dapat bekerja sesuai dengan tingkatan prioritas.

2. Dasar Teori

2.1 Sistem kontrol Lalu Lintas

Penggunaan lampu lalu lintas sudah banyak digunakan di persimpangan jalan, namun kepadatan arus lalu lintas tidak selalu merata di setiap persimpangan sehingga pada jalur tertentu terjadi kemacetan sedangkan jalur lain sepi, samanya durasi pada setiap lampu lalu lintas membuat jalur yang mengalami kemacetan semakin meningkat. Masalah tersebut sudah dibahas dalam salah satu penelitian diantaranya oleh Manto (2010) yaitu membuat perangkat pengatur timer lampu lalu lintas berdasarkan antrian kendaraan dengan memanfaatkan sensor dan *counter*. Pengurangan kemacetan pada persimpangan jalan berdasarkan panjang antrian juga dibahas oleh Zulfikar (2011) dalam penelitian perancangan pengontrolan *traffic light* otomatis yang memanfaatkan mikrokontroler AT89C51 sebagai pengatur sistem kontrol dengan masukan dari sensor inframerah. Penelitian sebelumnya banyak membahas mengenai mengurangi kemacetan di persimpangan jalan berdasarkan antrian banyak kendaraan. Apabila dalam suatu kondisi dimana pada setiap jalur mengalami kemacetan yang tinggi dan pada saat yang sama mobil dengan prioritas khusus melintas maka mobil prioritas khusus akan terjebak dalam kemacetan sehingga dibutuhkan sistem untuk membuat mobil prioritas tersebut melintas tanpa hambatan. Berdasarkan referensi yang telah dikumpulkan, penulis membuat “Sistem Kontrol Lampu Lalu Lintas Untuk Mobil dengan Prioritas Khusus Berbasis *Wireless*”. Perbedaan dengan penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya adalah pada sistem ini menggunakan sistem *wireless*.

2.2 Modul Wireless

Wireless Sensor Network (WSN) adalah teknologi terbaru yang memanfaatkan embedded sistem dan seperangkat node sensor untuk melakukan sistem monitoring atau pengiriman data secara nirkabel. Pada sebagian sistem memerlukan serial komunikasi yang bersifat real time, ada banyak kendala yang bisa terjadi saat melakukan komunikasi real time yaitu :

- I. Sistem wireless rentan terhadap noise sehingga komunikasi delay sulit untuk diperkirakan.
- II. Kebanyakan WSN memerlukan daya yang berasal dari baterai, sehingga perlu dipertimbangkan penggunaan energi yang berlebihan.

Contoh modul transceiver diantaranya adalah nRF24L01, Xbee dan Modul Wifi ESP8266.

2.3 Modul Kompas

Kompas memberikan rujukan arah tertentu, sehingga sangat membantu dalam bidang navigasi. Arah mata angin yang ditunjukkannya adalah utara, selatan, timur, dan barat. Dalam pengerjaan tugas akhir ini digunakan Modul Kompas HMC5883L untuk mengetahui arah datang mobil. HMC5883L adalah sebuah sensor yang digunakan untuk menunjukkan arah mata angin, atau bisa juga disebut sebagai kompas digital. Sensor ini menggunakan komponen utama berupa IC HMC5883L yang merupakan IC kompas digital 3 axis yang memiliki interface berupa 2 pin I2C

2.4 Modul Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah chip yang didalamnya sudah terdapat mikroprocessor, I/O, memory bahkan ADC. Biasanya digunakan untuk pengontrolan otomatis dan manual pada perangkat elektronika [4].

2.4.1. Arduino Uno

Dalam sistem yang akan dirancang ini Arduino Uno dipasang pada *client2* sebagai pengolah informasi dan akan dihungkan dengan Modul Kompas dan Modul *Wireless*.

2.4.2. Arduino Mega

Arduino Mega digunakan sebagai kontroller pada server. Arduino Mega terhubung kepada lampu lalu lintas dan kepada Esp8266 sebagai penerima sinyal dari mobil *client*.

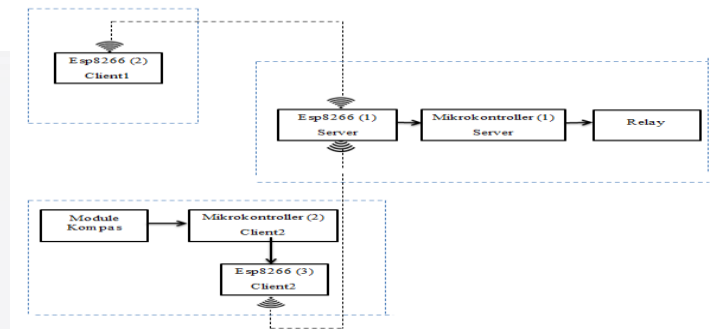
2.5 Catu Daya

Catu daya atau *power supply* merupakan perangkat yang sangat penting karena merupakan sumber tegangan dari semua perangkat elektronika. Pasa sistem ini catu daya lampu lalu lintas berasal dari listrik PLN melalui perantara adaptor..

3. Perancangan Sistem

3.1 Blok Diagram Sistem

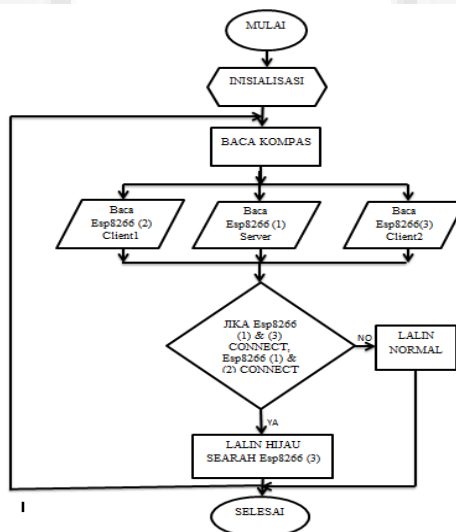
Perancangan blok diagram sistem adalah sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem

Pada sistem kontrol lampu lalu lintas untuk mobil dengan prioritas khusus berbasis *wireless* ini terdapat 3 (tiga) sistem yang ditempatkan pada tempat yang berbeda. Data hasil dari Esp8266 2 (dua) dan Esp8266 3 (tiga) nantinya akan dikirim ke Esp8266 1 (satu) yang berperan sebagai server.

3.2 Diagram Alir



Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem *Switching*

4. Hasil Percobaan dan Analisa

4.1 Pengujian Sistem Lampu Lalu Lintas keadaan Normal

Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali, dengan mengamati perubahan tiap warna lampu lalu lintas. Berikut merupakan tabel hasil pengujian lalu lintas keadaan normal :

Tabel 4.1 Hasil Perngujian Lampu Lalu Lintas Keadaan Normal

Waktu	Durasi	North	East	South	West
19.20.00	20 dtk	Hijau	Merah	Merah	Merah
19.20.20	6 dtk	Kuning	Merah	Merah	Merah
19.20.26	20 dtk	Merah	Hijau	Merah	Merah
19.20.46	6 dtk	Merah	Kuning	Merah	Merah
19.21.06	20 dtk	Merah	Merah	Hijau	Merah
19.21.26	6 dtk	Merah	Merah	Kuning	Merah
19.21.32	20 dtk	Merah	Merah	Merah	Hijau
19.21.52	6 dtk	Merah	Merah	Merah	Kuning
19.21.58	20 dtk	Hijau	Merah	Merah	Merah
19.22.18	6 dtk	Kuning	Merah	Merah	Merah
19.22.24	20 dtk	Merah	Hijau	Merah	Merah
19.22.44	6 dtk	Merah	Kuning	Merah	Merah
19.22.50	20 dtk	Merah	Merah	Hijau	Merah
19.23.10	6 dtk	Merah	Merah	Kuning	Merah

Dari tabel IV-1 dapat diketahui bahwa lama nyala lampu hijau pada setiap jalur yaitu 20 detik kemudian dilanjutkan lampu kuning 3 detik dan lampu merah 69 detik. Pada saat pertama traffic light dinyalakan diawali dengan nyala lampu hijau pada jalur north side sedangkan lampu merah menyala pada jalur lainnya. setelah lampu hijau menyala selama 20 detik kemudian lampu kuning pada north side menyala selama 3 detik dilanjutkan lampu hijau pada jalur east side dan lampu merah menyala pada jalur lainnya. Selanjutnya lampu kuning pada jalur east side akan menyala selama 3 detik dan nyala lampu hijau dilanjutkan pada jalur south side selama 20 detik sedangkan untuk jalur lainnya menyala lampu merah. Setelah itu lampu kuning pada jalur south side menyala selama 3 detik dan lampu hijau menyala pada jalur west side selama 20 detik sedangkan jalur lainnya menyala lampu merah, dilanjutkan nyala lampu kuning 3 detik pada jalur tersebut lalu merah. Kemudian program traffic light akan mengulang kembali dari awal yaitu dimulai dari jalur north side.

4.2 Pengujian Sistem Lampu Lalu Lintas Ada Client2

Cara pengujian yang dilakukan untuk sistem kontrol lampu lalu lintas yang terdapat interrupt dari mobil prioritas khusus Client2 adalah menjalankan sistem lampu lalu lintas selama 5 menit kemudian disaat bersamaan sistem pada mobil client2 dinyalakan. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan mengamati perubahan tiap warna lampu lalu lintas. Berikut merupakan tabel hasil pengujian lalu lintas yang terdapat *client2* :

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Lampu Lalu Lintas Terdapat Client2

Waktu	Durasi	Arah Kompas	North	East	South	West	Ket
19.40.00	20 dtk	Off	Hijau	Merah	Merah	Merah	Normal
19.40.20	6 dtk	Off	Kuning	Merah	Merah	Merah	Normal
19.40.26	20 dtk	Off	Merah	Hijau	Merah	Merah	Normal
19.40.46	6 dtk	Off	Merah	Kuning	Merah	Merah	Normal
19.40.52	10 dtk	Off	Merah	Merah	Hijau	Merah	Normal
19.41.02	9 dtk	East	Merah	Hijau	Merah	Merah	Lalin hijau searah datangnya client
19.41.11	6 dtk	Off	Merah	Merah	Kuning	Merah	Normal
19.41.17	20 dtk	Off	Merah	Merah	Merah	Hijau	Normal
19.41.37	6 dtk	Off	Merah	Merah	Merah	Kuning	Normal
19.41.43	5 dtk	Off	Hijau	Merah	Merah	Merah	Normal
19.41.48	14 dtk	South	Merah	Merah	Hijau	Merah	Lalin hijau searah datangnya client
19.42.02	6 dtk	Off	Kuning	Merah	Merah	Merah	Normal
19.42.08	20 dtk	Off	Merah	Hijau	Merah	Merah	Normal

Dari tabel IV-2 di atas setelah melakukan percobaan 5 menit terhadap lampu lalu lintas yang terdapat *client2* maka dapat diketahui bahwa lampu lalu lintas yang pada awalnya berjalan normal akan memproses *interrupt* sampai sinyal dari mobil *client2* tersebut tidak terdeteksi lagi oleh server. Server akan membaca dari arah mana mobil *client* dan langsung merubah lampu berwarna hijau sesuai arah datangnya mobil. Kemudian setelah proses *interrupt* selesai maka lampu lalu lintas akan kembali berjalan berjalan normal sesuai keadaan sebelum terdapat *interrupt*.

4.3 Pengujian Sistem Lampu Lalu Lintas Ada Client1

Cara pengujian yang dilakukan untuk sistem kontrol lampu lalu lintas yang terdapat *interrupt* dari mobil prioritas khusus *Client1* adalah menjalankan sistem lampu lalu lintas selama 5 menit kemudian disaat bersamaan sistem pada mobil *client1* dinyalakan. Dengan mengamati tiap saat lampu berganti warna dan berapa lama memproses sistem *interrupt* tersebut, kemudian mencatat parameter yang diperlukan. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan mengamati perubahan tiap warna lampu lalu lintas. Berikut merupakan tabel hasil pengujian lalu lintas yang terdapat *client1* :

Tabel 0-2 Hasil Pengujian Lampu Lalu Lintas Terdapat Client1

Waktu	Durasi	North	East	South	West	Ket
20.01.00	20 dtk	Hijau	Merah	Merah	Merah	Normal
20.01.20	6 dtk	Kuning	Merah	Merah	Merah	Normal

Waktu	Durasi	North	East	South	West	Ket
20.01.26	20 dtk	Merah	Hijau	Merah	Merah	Normal
20.01.46	6 dtk	Merah	Kuning	Merah	Merah	Normal
20.01.52	20 dtk	Merah	Merah	Hijau	Merah	Normal
20.02.11	6 dtk	Merah	Merah	Kuning	Merah	Normal
20.02.17	20 dtk	Merah	Merah	Merah	Hijau	Normal
20.02.37	6 dtk	Merah	Merah	Merah	Kuning	Normal
20.02.43	5 dtk	Hijau	Merah	Merah	Merah	Normal
20.02.48	14 dtk	Merah	Merah	Hijau	Merah	Lalin hijau searah datangnya <i>client1</i>
20.03.02	6 dtk	Kuning	Merah	Merah	Merah	Normal
20.03.08	20 dtk	Merah	Hijau	Merah	Merah	Normal

Dari Tabel IV-3 di atas setelah melakukan percobaan 7 menit terhadap lampu lalu lintas yang terdapat *client1* maka dapat diketahui bahwa lampu lalu lintas yang pada awalnya berjalan normal akan memproses *interrupt* sampai sinyal dari mobil *client1* tersebut tidak terdeteksi lagi oleh server. Pada kondisi ini *client1* diprogram selalu datang dari arah selatan, sehingga jika sinyal *client1* aktif maka server akan membaca dan langsung merubah lampu lalu lintas arah selatan menjadi hijau. Kemudian setelah proses *interrupt* selesai maka lampu lalu lintas akan kembali berjalan normal sesuai keadaan sebelum terdapat *interrupt*.

4.4 Pengujian Keseluruhan Sistem Lampu Lalu Lintas

Cara pengujian yang dilakukan untuk sistem kontrol lampu lalu lintas yang terdapat *interrupt* dari mobil prioritas khusus *Client1* dan *Client2* adalah menjalankan sistem lampu lalu lintas keseluruhan selama 5 menit kemudian disaat bersamaan sistem pada mobil *client1* dan *Client2* dinyalakan. Dengan mengamati tiap saat lampu berganti warna dan berapa lama memproses sistem *interrupt* tersebut, kemudian mencatat parameter yang diperlukan. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan mengamati perubahan tiap warna lampu lalu lintas. Berikut merupakan tabel hasil pengujian lalu lintas yang terdapat *client1* dan *client2* :

Tabel 0-3 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Waktu	Durasi	Client 1	Client 2/Arah Kompas	North	East	South	West	Ket
20.15.00	20 dtk	OFF	OFF	Hijau	Merah	Merah	Merah	Normal
20.15.20	6 dtk	OFF	OFF	Kuning	Merah	Merah	Merah	Normal
20.15.26	20 dtk	OFF	OFF	Merah	Hijau	Merah	Merah	Normal
20.15.46	3 dtk	OFF	OFF	Merah	Kuning	Merah	Merah	Normal

20.15.49	25 dtk	OFF	ON / East	Merah	HIJAU	Merah	Merah	Lalin hijau searah datangnya <i>client2</i>
20.16.14	40dtk	ON	ON / East	Merah	Merah	HIJAU	Merah	Lalin hijau searah datangnya <i>client1</i>
20.16.54	20dtk	OFF	ON / East	Merah	HIJAU	Merah	Merah	Lalin hijau searah datangnya <i>client2</i>
20.17.14	3 dtk	OFF	OFF	Merah	Kuning	Merah	Merah	Normal
20.17.17	20 dtk	OFF	OFF	Merah	Merah	Hijau	Merah	Normal
20.17.37	6 dtk	OFF	OFF	Merah	Merah	Kuning	Merah	Normal
20.17.43	65dtk	ON	OFF	Merah	Merah	HIJAU	Merah	Lalin hijau searah datangnya <i>client1</i>
20.18.48	25dtk	ON	ON / North	Merah	Merah	HIJAU	Merah	Lalin hijau searah datangnya <i>client1</i>
20.19.13	20 dtk	OFF	OFF	Merah	Merah	Merah	Hijau	Normal

Dari Tabel IV-4 di atas setelah melakukan percobaan 5 menit terhadap lampu lalu lintas yang terdapat *client1* dan *client2* maka dapat diketahui bahwa lampu lalu lintas yang pada awalnya berjalan normal akan memproses *interrupt* sampai sinyal mobil *client* tidak terdeteksi lagi oleh server. Pada kondisi ini dapat dilihat jika saat server menjalankan *interrupt* dari mobil *client2* dan secara bersamaan terdapat *client1* maka server akan langsung menjalankan *interrupt* dari *client1* sampai sinyal dari mobil *client1* hilang. Kemudian setelah proses *interrupt* dari mobil *client1* selesai maka lampu lalu lintas akan kembali menjalankan proses *interrupt* dari *client2* sampai sinyal dari mobil *client2* tersebut hilang, lalu selanjutnya lampu lalu lintas akan kembali berjalan normal sesuai keadaan sebelum terdapat *interrupt*. Percobaan ini membuktikan bahwa mobil *client1* lebih prioritas dari mobil *client2*.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan proses perancangan, pengujian dan analisa maka dapat dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kontrol lampu lalu lintas telah berhasil dibuat dengan memanfaatkan modul *wireless* Esp8266 sebagai pengirim dan penerima sinyal, modul mikrokontroller Arduino Mega serta Arduino Uno sebagai kontroller pengolah data dan Modul kompas HMC5883L sebagai pendeteksi arah mobil.

2. Sistem kontrol lampu lalu lintas berhasil melewati mobil prioritas khusus dengan menyalakan lampu hijau pada jalur yang dilalui mobil prioritas khusus dan lampu lalu lintas pada jalur lainnya menyala lampu merah sampai sinyal dari mobil prioritas di *Off* kan.
3. Lama nyala lampu hijau pada setiap jalur yaitu 20 detik kemudian dilanjutkan lampu kuning 3 detik dan lampu merah 69 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Taufik,Rahmat.Supriyono,Sukarman. 2008. Rancang Bangun Simulasi Kendali Lampu Lalu Lintas dengan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler. ISSN: 1978-0176
- [2] Rudericus Andika Pramudya,Mahmud Imrona,Fhira Nhita. 2015. Perancangan Pengaturan Durasi Lampu Lalu Lintas Adaptif. ISSN: 2460-3295
- [3] Jurnal “Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture”ITS.2016
- [4] Jurnal “Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture”ITS.2016
- [5] Taufik,Rahmat.2008. Rancang Bangun Simulasi Kendali Lampu Lalu Lintas dengan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler. ISSN:1693-752x
- [6] Jurnal “Perancangan Smart Traffic Light Berbasisi Mikrokontroler” ITP.2014
- [7] Shobrima.Upik Jamil,Primananda.Rakhmadhany,Maulana.Rizal.2018. Analis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24L01,Xbee dan Wifi ESP8266 pada Wireless Sensor Network. ISSN: 2548-964x
- [8] Kaidir,Abdul.2018.*Programing Wireless untuk Arduino*.Penerbit Andi.
- [9] Grokhotkov.Ivan.2017.*ESP8266 Arduino Core Documentation*.
- [10]Putra, Yansyah, dkk. 2015. Rancang Bangun Sistem Data Logger Pergerakan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler Atmega 328P.<http://snete.unsyiah.ac.id/2015/prosiding/Naskah%2013.pdf>
- [11]Heryanto, Wisnu.2008.Mikrokontroler.
- [12]Wikipedia.2019. Arduino di <https://id.wikipedia.org> (diakses 20 Juli 2019)
- [13]Belajar Pemrograman.2013.Arduino Uno di <http://belajar-dasar-pemrograman.blogspot.com> (diakses 20 juli 2019)
- [14]Arifin,Jauhari.Zulita,Leni Natalia.Hermawansyah.2016. Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. ISSN : 1858 – 2680
- [15]Manto. 2010. Perangkat Pengatur Timer Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Antrian Kendaraan.Departemen Elektro FTUI. www.ee.ui.ac.id (diakses 21 Juli, 2019)
- [16]Zulfikar, Tarmizi, dan Agus Adria. 2011. *Perancangan Pengontrolan Traffic Light Otomatis*.Jurnal Rekayasa Elektrika. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE/article/view/161> (diakses 21 Juli, 2019)