

DESAIN SISTEM KONTROL PENANGGULANGAN KEMACETAN LALU LINTAS ADAPTIF BERBASIS PLC

Nursalim

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email: nursalim@staf.undana.ac.id

Info Artikel

Histori Artikel:
Diterima Feb 07, 2022
Direvisi Mar 29, 2022
Disetujui Apr 03, 2022

ABSTRACT

Traffic lights play an important role at every intersection in minimizing congestion, especially at intersections three and four. Today, the most common setting for traffic lights involves setting a fixed time. This pattern applies throughout the day, although the density of vehicles at each crossing is different. As a result, traffic jams on one side of the intersection are often unavoidable. Based on these problems, in this study an adaptive traffic light control system based on Programmable Logic Controller was built. In this test, the amber and green lights are set to about 3 and 5 seconds, respectively. During crowded situations, the duration of the green light is reduced to 10 seconds. It has been determined through testing that when the traffic light sensor detects a traffic jam, the green light will be on for 10 seconds, while under normal conditions it will be on for 5 seconds.

Keywords: Traffic Light, Traffic Light Adaptif, traffic light sensor, PLC Omron

ABSTRAK

Lampu lalu lintas atau traffic light sangat berperan penting mencegah terjadinya kemacetan setiap persimpangan jalan, terutama pada simpang tiga maupun simpang empat. Saat ini pengaturan nyala lampu lalu lintas yang biasa digunakan adalah dengan pengaturan durasi lampu dengan waktu yang tetap. Pengaturan ini berlaku disepanjang hari, walaupun tingkat kepadatan kendaraan tidak sama di setiap persimpangan. Hal inilah yang kemudian sering membuat kemacetan di satu sisi persimpangan menjadi tak terhindarkan. Berdasarkan masalah tersebut, maka pada penelitian ini di rancanglah suatu sistem pengaturan traffic light yang adaptif menggunakan PLC Omron. Pada pengujian ini, durasi lampu kuning dan hijau diatur sekitar 3 detik dan 5 detik. Sedangkan pada saat kondisi padat, maka durasi lampu hijau diatur menjadi 10 detik. Setelah melakukan pengujian, diketahui bahwa, pada saat sensor traffic light mendeteksi adanya kemacetan, maka lampu hijau menyala akan selama 10 detik, sedangkan pada saat kondisi normal maka lampu hijau akan menyala selama 5 detik.

Kata Kunci: Lampu lalu lintas, Traffic Light Adaptif, sensor kemacetan, PLC Omron

Penulis Korespondensi:

Nursalim,
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik,
Universitas Nusa Cendana,
Jalan Adisucipto – Penfui Kota Kupang.
Email: nursalim@staf.undana.ac.id



1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, meningkatnya jumlah kendaraan roda dua dan roda empat telah mengakibatkan peningkatan arus lalu lintas; Kondisi ini dapat menimbulkan kemacetan di daerah perkotaan yang memiliki banyak aktivitas [1-3]. Lampu lalu lintas atau traffic light, sangat

berperan penting mencegah terjadinya kemacetan yang terjadi di setiap persimpangan jalan yang disebabkan oleh pengguna jalan yang tidak tertib untuk mengikuti antrian [4-6]. Tujuan dari adanya lampu lalu lintas yaitu untuk mengatur lalu lintas agar terhindar dari kecelakaan [7-9]. Berdasarkan hal demikian maka salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi tingkat

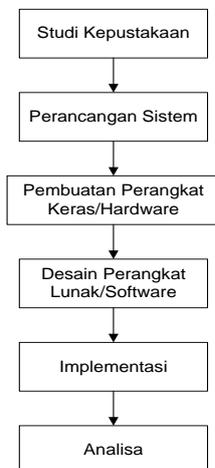
kemacetan yang terjadi antara lain dengan menerapkan sistem kendali lampu lalu lintas yang terintegrasi atau sistem kendali yang terhubung. Saat ini pengaturan nyala lampu lalu lintas yang diterapkan adalah dengan penetapan durasi nyala yang tetap untuk lampu merah, kuning maupun hijau [4, 10-13]. Pengaturan ini berlaku sepanjang hari sementara jumlah arus lalu lintas terus meningkat, sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat mengendalikan durasi nyala lampu lalu lintas, yang dapat disesuaikan dengan jumlah kepadatan kendaraan yang terjadi.

Untuk dapat mengatasi kondisi tersebut, maka dibuatlah suatu sistem lampu lalu lintas yang diharapkan dapat mengatasi kemacetan berdasarkan kepadatan kendaraan pada setiap ruas jalan. Jadi, pada setiap ruas jalan akan mendapatkan waktu yang berbeda tergantung tingkat kepadatannya.

Penelitian ini akan merancang sebuah traffic light yang dapat menyala dengan waktu yang dapat disesuaikan, dimana ketentuan nyala lampu tersebut diatur menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) Omron. Durasi traffic light disesuaikan dengan tingkat kemacetan lalu lintas pada kondisi saat itu. Untuk mengetahui tingkat kemacetan yang terjadi, maka pada setiap simpang jalan, akan ditempatkan satu buah sensor untuk mengetahui kondisi kemacetan jalan.

2. METODE PENELITIAN

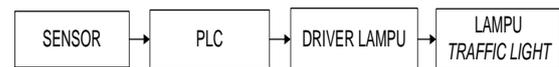
Untuk memudahkan penyelesaian penelitian sistem kontrol penanggulangan kemacetan lalu lintas pada traffic light ini, maka digunakan metode eksperimen dengan cara merancang dan membuat diagram tangga, untuk selanjutnya dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Berikut adalah merupakan diagram alur yang menunjukkan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

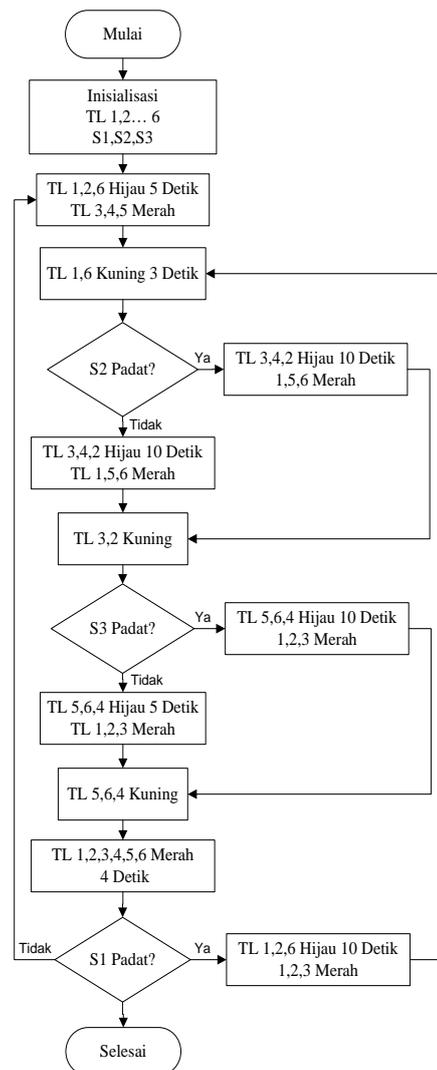
2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini terdiri dari blok diagram sistem dan flowchart cara kerja sistem lampu lalu lintas. Perancangan sistem kontrol traffic light dimulai dengan pembuatan blok diagram sistem yang bertujuan untuk memberikan gambaran hubungan antara sensor, PLC dan lampu. Adapun sensor yang digunakan untuk mendeteksi kemacetan di dalam perancangan sistem ini, adalah Light Dependen Resistor (LDR)[14, 15].



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Setelah membuat blok diagram, maka langkah selanjutnya adalah membuat diagram alur. Pembuatan diagram alur ini adalah merupakan suatu bagian yang penting di dalam penelitian ini. Di dalam Diagram alur, tahap demi tahap didesain agar perintah dapat diproses oleh PLC. Gambar 3 adalah merupakan diagram alur sistem kontrol traffic light di dalam penelitian ini.

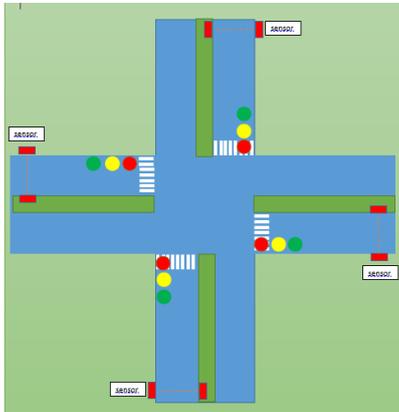


Gambar 3. Diagram Alur Sistem

2.2 Pembuatan Perangkat Keras/hardware

a. Pembuatan Miniatur

Pembuatan perangkat keras yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah terdiri dari perangkat mekanik. Perangkat mekanik pada penelitian ini digunakan untuk mendukung sistem dapat agar berjalan dengan baik dan dibuat Miniatur Simpang Empat jalan *traffic light* skala miniatur.

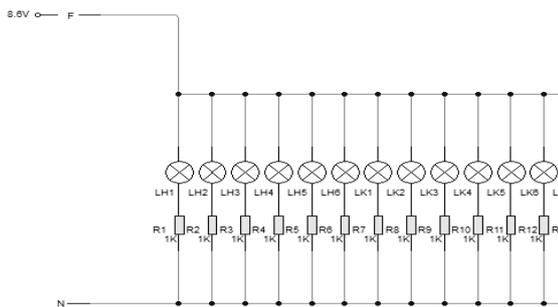


Gambar 4. Miniatur Simpang Empat

Pada Gambar 4, di setiap jalur terdapat sebuah lampu *traffic light* yang terdiri dari tiga buah lampu, yakni merah, kuning dan hijau. Selain itu juga, di tiap jalur memiliki satu buah sensor LDR (*Light Dependent Resistor*).

b. Driver Lampu

Pada pembuatan driver lampu, menggunakan 4 buah lampu led hijau, 4 buah lampu led kuning, 4 buah lampu led merah dan 12 buah resistor 1k. Karena tegangan keluaran yang digunakan adalah 8,6 volt maka digunakan resistor untuk menurunkan tegangan, sedangkan lampu led memiliki tegangan rata-rata kurang dari 3 volt maka dibuat *driver* lampu untuk menurunkan tegangan dari 8,6 volt ke 3 volt yang merupakan tegangan maksimum lampu untuk menyala.



Gambar 5. Driver Lampu LED

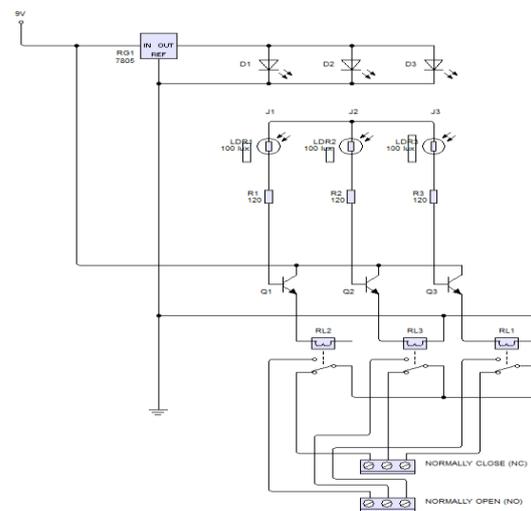
Pada penelitian ini lampu LED yang digunakan yaitu warna merah, hijau dan kuning. Dimana masing-masing LED mempunyai jatuh tegangan 1,8 Volt untuk LED merah, 2,4 Volt untuk LED kuning, 2,6 volt untuk LED hijau yang akan dinyalakan menggunakan sumber tegangan 8,6 volt maka harus mencari nilai resistor yang

dihubungkan secara seri dengan LED, arus yang dipakai yaitu 0-2 A.

1. untuk perhitungan LED Merah yaitu $R = (8,6 - 1,8) / 0,02 = 340 \text{ Ohm}$
2. untuk perhitungan LED Hijau yaitu $R = (8,6 - 2,6) / 0,02 = 300 \text{ Ohm}$
3. untuk perhitungan LED kuning yaitu $R = (8,6 - 2,4) / 0,02 = 310 \text{ Ohm}$

c. Sensor Kepadatan

Sensor kepadatan digunakan sebagai pendeteksi padatnya suatu jalur. Sensor kepadatan yang dimaksud yaitu menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) yang merupakan perangkat pendukung agar dapat berkomunikasi dengan PLC.



Gambar 6. Rangkaian Sensor Kepadatan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik secara kualitatif maupun kuantitatif. Bab ini terdiri dari 2 bagian yaitu hasil penelitian dan pembahasan hasil penelitian. durasi

3.1 Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini, sistem yang dibangun adalah sistem pengontrolan lampu lalu lintas berdasarkan tingkat kepadatan. Untuk mendeteksi adanya kepadatan di setiap jalur digunakan sensor LDR. Pada sistem ini digunakan 1 unit PLC (*Programmable Logic Controller*), yang berfungsi sebagai kontroller pemrosesan program. Input pada PLC adalah sensor, sedangkan output-nya adalah lampu traffic light. Lampu yang digunakan adalah lampu led merah, kuning dan hijau.

Penyalan lampu traffic light akan sesuai dengan urutan yang sudah dibuat pada diagram ladder dan

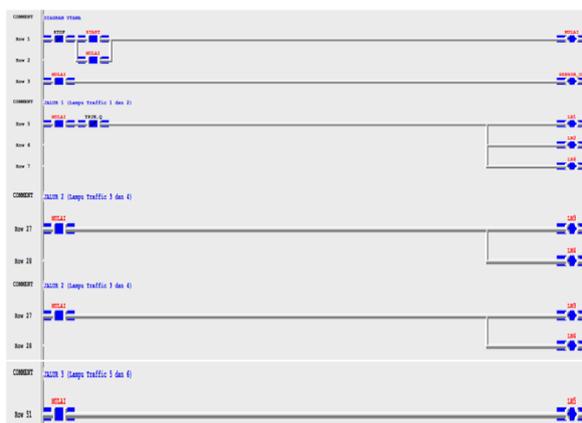
pengontrolan lampu traffic light dikendalikan oleh PLC (Programmable Logic Controller), sedangkan sensor LDR ketika mendeteksi adanya kepadatan maka sensor akan mengirim sinyal ke PLC dan kemudian diproses, sinyal yang dihasilkan berupa sinyal analog. Untuk mengetahui hasil dari sistem yang dibangun maka dilakukan pengujian sistem pada miniatur traffic light. Miniatur traffic light yang dibuat terdiri 3 jalur, tiap jalur terdapat 6 buah lampu led merah, kuning, hijau dan tiap jalur juga terdapat 1 buah sensor LDR yang dipasang pada sisi jalan.

3.1.1 Pengujian Program

Pada proses pengujian program ini dilakukan dengan cara simulasi menggunakan software CX Programmer. Pada simulasi ini, program akan diberikan masukan dengan alamat-alamat input sensor yang telah dibuat pada program. Hasil masukan tersebut juga akan tampak langsung pada simulasi berupa nyala lampu sesuai dengan alamat-alamat output yang ada pada program. Pada tahap ini dilakukan pengujian program yang terdiri dari pengujian diagram utama, pengujian sub rutin jalur 1, jalur 2, jalur 3, jalur 4, pengujian sub rutin sensor, dan pengujian sistem secara keseluruhan.

A. Pengujian Diagram Utama

Gambar 6 memperlihatkan pengujian yang dilakukan terhadap diagram utama dengan kondisi pada saat kontak NO START diaktifkan maka arus mengalir menuju koil MULAI dan selanjutnya koil MULAI akan ber penguatan dan menarik semua kontak bantu NO MULAI sehingga sub rutin jalur 1, jalur 2, jalur 3 akan menjadi aktif. Koil dan kontak bantu MULAI akan tetap dalam kondisi aktif walaupun kontak NO START kembali menjadi tidak aktif karena arus mengalir melalui kontak bantu MULAI pada row 2 yang berfungsi sebagai pengunci koil MULAI.

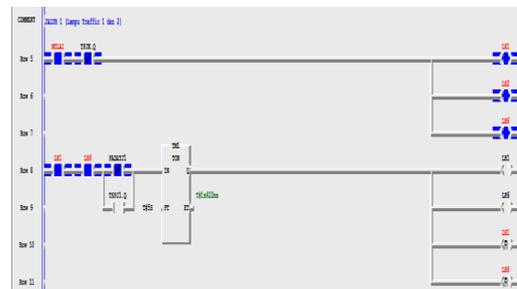


Gambar 6. Pengujian Diagram Tangga Utama

B. Pengujian sub rutin Jalur 1

Kondisi Saat Lampu Hijau Menyala

Pada pengujian ini saat kontak NO MULAI aktif dan arus mengalir ke koil LH1, LH2, LH6 sehingga koil tersebut menjadi aktif. Bersamaan dengan itu kontak NO LH1, LH6 ter aliri arus dan TM1 menjadi aktif dan mulai menghitung selama 5 detik.

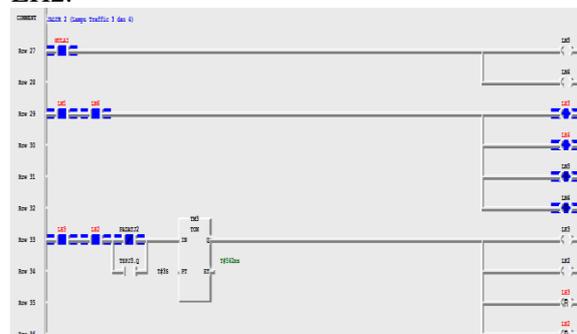


Gambar 7. Pengujian Saat Lampu Hijau Menyala

C. Pengujian Sub rutin Jalur 2

Kondisi Saat Lampu Hijau Menyala

Pada pengujian ini diawali dengan kondisi dimana ketika kontak NO MULAI aktif maka koil LM3, LM4 juga aktif. Setelah itu ketika kontak NO LM1, LM6 aktif maka koil LH3, LH4 aktif dan koil RESET juga aktif untuk menonaktifkan LM3, LM4 yang sebelumnya sedang aktif. Ketika kontak NO LH3, LH2 ter-aliri arus dan aktif maka TM3 juga akan aktif dan mulai menghitung selama 5 detik, waktu tersebut merupakan lama nyala LH3 dan LH2.



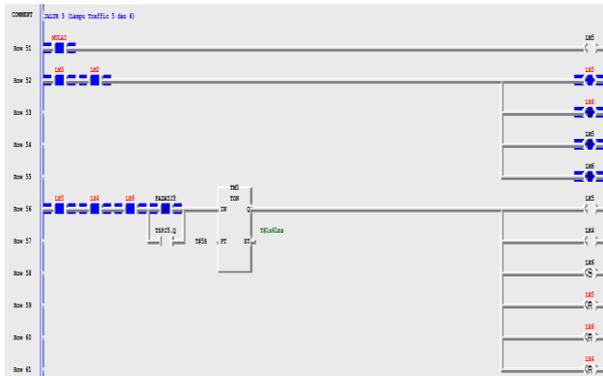
Gambar 8. Pengujian Saat Lampu Hijau Menyala

d. Pengujian Sub rutin Jalur 3

Kondisi Saat Lampu Hijau Menyala

Kondisi ini diawali saat kontak NO MULAI aktif maka koil LM5 aktif. Ketika kontak NO LM3, LM2 ter-aliri arus dan aktif maka koil LH5 aktif, koil latch aktif dan mengaktifkan kembali LH6 yang sebelumnya tidak aktif. Bersamaan dengan koil RESET aktif dan menonaktifkan LM5, LM6 yang sebelumnya aktif. Saat kontak NO LH5, LH4, LH6 teraliri arus dan aktif maka TM5 aktif dan mulai menghitung selama 5 detik. Waktu tersebut

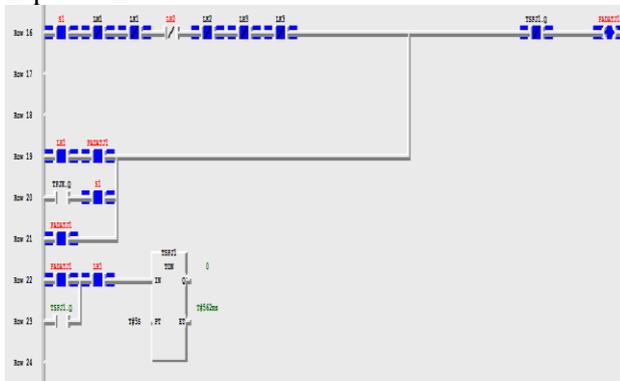
merupakan lama nyala lampu hijau pada jalur 3. Kondisi ini dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Saat Lampu Hijau Menyala

3.2 Pengujian Sub rutin Sensor Pengujian Saat Kondisi Padat (Jalur 1)

Ketika kontak NO S1 aktif maka akan mengalirkan arus ke kontak NC LM1, LK1, LH2, LK2, LH3, LK3, TSPJ1.Q sehingga koil PADATJ1 aktif. Proses pendeteksian kepadatan oleh TPJK.Q dimana saat S1 sedang aktif maka TSPJ1 akan mulai menghitung selama 5 detik, kemudian dilanjutkan perhitungan oleh TM1 selama 5 detik. Pada proses ini terjadi penambahan waktu antara TSPJ1 dan TM1 yakni selama 10 detik. Waktu tersebut merupakan lama nyala lampu hijau saat terjadi kepadatan.

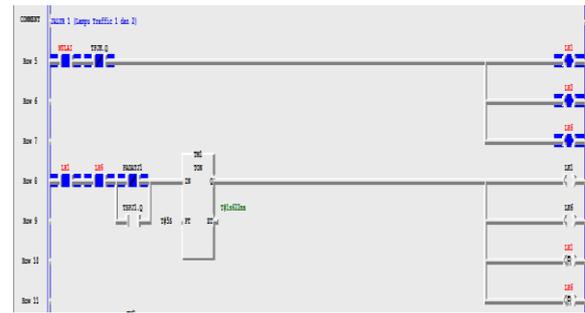


Gambar 10. Pengujian Sub rutin Sensor

F. Pengujian Sub rutin Jalur 4

Pengujian ini diawali dengan mengaktifkan kontak NO MULAI sehingga koil LM5 aktif. Ketika kontak NO LM4, LM3 teraliri arus dan aktif maka koil LH6 aktif, koil latch aktif dan mengaktifkan kembali LH7 yang sebelumnya tidak aktif. Bersamaan dengan koil RESET aktif dan menonaktifkan LM6, LM7 yang sebelumnya aktif. Saat kontak NO LH6, LH5, LH7 teraliri arus dan aktif maka TM6 aktif dan mulai menghitung selama 5 detik. Waktu tersebut merupakan lama nyala

lampu hijau pada jalur 4. Kondisi ini dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Pengujian Saat Lampu Hijau Menyala

Pembahasan Hasil Penelitian

4.1 Pengujian Lampu Traffic Light

Pada pengujian ini, tiap jalur memiliki 1 buah traffic light bagian kiri yang terdapat 3 buah lampu yang terdiri dari lampu merah, kuning, dan hijau. Variasi nyala lampu lalu lintas dengan kondisi sebagai berikut:

- 1) Jalur 1
 Saat kondisi hijau
 Lampu traffic 2, 3, 4 merah
 Saat kondisi kuning
 Lampu traffic 2, 3, 4 merah
 Saat kondisi merah
 Lampu traffic 2, 3, 4 hijau
- 2) Jalur 2
 Saat kondisi hijau
 Lampu traffic 1, 3, 4 merah
 Saat kondisi kuning
 Lampu traffic 1, 3, 4 merah
 Saat kondisi merah
 Lampu traffic 1, 3, 4 hijau
- 3) Jalur 3
 Saat kondisi hijau
 Lampu traffic 1, 2, 4 merah
 Saat kondisi kuning
 Lampu traffic 1, 2, 4 merah
 Saat kondisi merah
 Lampu traffic 1, 2, 4 Hijau
- 4) Jalur 4
 Saat kondisi hijau
 Lampu traffic 1, 2, 3 merah
 Saat kondisi kuning
 Lampu traffic 1, 2, 3 merah
 Saat kondisi merah
 Lampu traffic 1, 2, 3 Hijau

4. KESIMPULAN

1. Pengujian dengan menggunakan LDR sebagai sensor kemacetan dapat dihasilkan bahwa perangkat mampu mendeteksi kepadatan pada tiap-tiap jalur, dan mengirimkannya ke PLC, untuk selanjutnya dijalankan sesuai dengan perintah-perintah pada program.
2. Ketika terjadi kemacetan, lampu hijau menyala sekitar 10 detik sesuai dengan settingannya Sedangkan ketika normal, lampu hijau menyala sekitar 5 menit.
3. Untuk durasi lampu merah, disetting menyesuaikan dengan durasi lampu hijau di persimpangan sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Wijanarko and M. A. Ridlo, "Faktor-Faktor Pendorong Penyebab Terjadinya Kemacetan Studi Kasus: Kawasan Sukun Banyumanik Kota Semarang," *Jurnal Planologi*, vol. 14, no. 1, pp. 63-74, 2019.
- [2] L. S. Hsb, P. Hariani, and J. S. Hsb, "City Smart Transportation Sebagai Strategi Medan Menuju Smart City," *Jurnal Pembangunan Perkotaan*, vol. 5, no. 2, pp. 50-58, 2017.
- [3] D. A. Rizki, E. Rustiadi, and S. Soma, "Penentuan Pusat-pusat kegiatan baru sebagai Alternatif untuk mengurangi Kemacetan Kota Bogor," *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, vol. 1, no. 3, pp. 287-297, 2017.
- [4] F. Rahman, "Pembangunan Sistem Pengontrol Lampu Lalu Lintas Dengan Arsitektur Terbuka," 2019.
- [5] R. Darmawan, "Studi Kasus Sistem Lampu Lalu Lintas Persimpangan Menggunakan Metode Adaptif Neuro Fuzzy," *Jurnal ESIT (E-Bisnis, Sistem Informasi, Teknologi Informasi)*, vol. 12, no. 1, 2022.
- [6] A. D. Nafisah, "Efektivitas penggunaan intelligent transport system dalam menanggulangi kemacetan oleh Dinas Perhubungan Kota Malang perspektif Masalah Mursalah," *Al-Balad: Journal of Constitutional Law*, vol. 2, no. 1, 2020.
- [7] Y. LIA, "Analisa Kemacetan Lalu Lintas Jalan Setiabudi Semarang," *SKRIPSI*, 2019.
- [8] O. Baktiarto, "Evaluasi Kemacetan Terhadap Gangguan Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan Model Transmisi Sel," *SONDIR*, vol. 2, no. 2, pp. 1-8, 2018.
- [9] I. M. Parwita, "Optimalisasi satuan lalu lintas Polres Gresik dalam menanggulangi kecelakaan lalu lintas akibat pelanggaran muatan," *Jurnal Sosiologi Dialektika*, vol. 14, no. 1, pp. 44-51, 2019.
- [10] E. Nurhidayat, A. I. Septiana, A. N. Putra, A. Syaripudin, and D. I. Saputra, "Desain Sistem Kontrol Traffic Light Adaptif pada Empat Persimpangan Berbasis PLC Omron CP1E," *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 10, no. 1, p. 485835, 2018.
- [11] E. E. Prasetyo, O. Wahyunggoro, and S. Sulisty, "Desain Pengatur Lampu Lalu Lintas Adaptif dengan Kendali Logika Fuzzy," *SEMNAS TEKNOLOGI ONLINE*, vol. 3, no. 1, pp. 3-7-1, 2015.
- [12] S. Jatmika and I. Andiko, "Simulasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Data Image Processing Kepadatan Kendaraan Berbasis Mikrokontroler Atmega16," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA*, vol. 8, no. 2, 2014.
- [13] F. Jordan Kw, "Perancangan Miniatur Pengendali Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Panjang Antrian Kendaraan Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)," Universitas Mataram, 2018.
- [14] H. Leidiyana, M. Faisal, and P. Purnamawati, "Perancangan Alat Timer Traffic Light Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535 Berdasarkan Antrian Jumlah Kendaraan," *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, vol. 5, no. 1, 2018.
- [15] D. P. Rivai and B. Santoso, "Model Rekayasa Traffic Light Menggunakan Arduino," *Jurnal Cosphi*, vol. 3, no. 1, 2019.