

Desain Sistem Kontrol Traffic Light Adaptif pada Empat Persimpangan Berbasis PLC Omron CP1E

¹Eka Nurhidayat, Alfin Indra Septiana, Andhy Nursyah Putra, Ady Syaripudin,

²Dede Irawan Saputra

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jenderal Achmad Yani, Kota Cimahi, Indonesia

¹e-mail:ekanurhidayat09@gmail.com

² e-mail:dedeirawanputra@gmail.com

Abstrak—Lampu lalu lintas yang ada saat ini masih menggunakan waktu tetap sebagai pengendali nyala lampunya. Namun sistem ini memiliki kekurangan, salah satunya pada jam sibuk kendaraan harus menunggu lama disalah satu jalur. Sehingga diperlukan suatu sistem kontrol traffic light yang dapat memprioritaskan jalur yang lebih padat kendaraan. Kontrol traffic light adaptif bekerja dengan mendeteksi jumlah antrian kendaraan pada suatu jalur. Sistem ini bekerja dengan sensor yang mendeteksi panjang antrian kendaraan. Terdapat tiga sensor yang akan mendeteksi panjang antrian kendaraan pada setiap jalur. Jika antrian kendaraan mencapai sensor pertama maka waktu yang diberikan pada lampu hijau adalah 5 detik lebih lama dari waktu normal pada jalur tersebut. Jika antrian kendaraan mencapai sensor kedua maka waktu yang diberikan pada lampu hijau adalah 10 detik lebih lama dari waktu normal dan jika antrian kendaraan telah mencapai sensor ketiga sistem akan memberikan waktu nyala lampu hijau sangat lama yaitu 15 detik lebih lama dari waktu normal. Pada sistem kontrol traffic light adaptif ini terdapat dua buah sensor kemacetan yang diletakkan pada pertengahan jalur persimpang empat yang akan menghidupkan seluruh lampu merah jika terjadi hal yang tidak diinginkan seperti saat terjadinya kecelakaan di tengah persimpangan. Dengan sistem kontrol lampu lalu lintas adaptif ini waktu terlalu lama antrian kendaraan adalah 81 detik, jika seluruh sensor pada setiap jalur bekerja dan waktu tercepat adalah 45 detik yaitu waktu pada saat normal.

Kata Kunci: Lampu Lalu Lintas Adaptif, PLC Omron CP1E, Sensor Kemacetan.

Abstract—Traffic lights that are currently still use the fixed time as the controller lights. However, this system has shortcomings, one of which during rush hour the vehicle must wait long one path. So we need a traffic light control system that can prioritize the more crowded vehicles. Adaptive traffic light control works by detecting the number of queues of vehicles on a path. This system works with sensors that detect the length of the vehicle queue. There are three sensors that will detect the length of the queue of vehicles on each path. If the vehicle queue reaches the first sensor then the time given on the green light is 5 seconds longer than the normal time on the line. If the vehicle queue reaches the second sensor then the time given on the green light is 10 seconds longer than normal time and if the queue has reached the third sensor the system will give a very long green flame time 15 seconds longer than normal time. In this adaptive traffic light control system there are two congestion sensors placed in the middle of the four intersection lanes that will turn on all the red lights in the event of undesirable events such as the occurrence of an accident at the center of the intersection. With this adaptive traffic light control system the longest time of the vehicle queue is 81 seconds, if all the sensors on each track work and the fastest time is 45 seconds ie time at normal time.

Keywords: Adaptive Traffic Light, PLC Omron CP1E, Traffic Sensor.

1 Pendahuluan

Pada umumnya, traffic light menggunakan sistem waktu tetap. Kendaraan pada sebuah jalur dapat berjalan jika waktu yang diberikan telah mencapai batas waktu tunggu yang ditentukan. Sistem tersebut memiliki kekurangan, karena jumlah kendaraan yang melewati suatu jalur menuju persimpangan bervariasi terhadap waktu. Sehingga pada jam-jam sibuk kendaraan harus menunggu lama pada satu jalur, sementara jalur lain tidak dan bahkan kadang-kadang ada jalur yang tidak ada kendaraan sama sekali.

Untuk mengatasi hal ini diperlukan suatu sistem yang dapat memberikan waktu lebih lama pada suatu jalur menurut tingkat kepadatan kendaraan. Banyak sistem pengontrolan traffic light fleksibel yang telah dirancang. Salah satunya adalah pengendalian traffic light menggunakan media RF. Sistem komunikasi yang dibuat dengan komputer akan mengirimkan data sebagai perintah yang dilakukan ke mikrokontroler AT89C51 melalui media HT (Handy Talky). Data yang diterima oleh mikrokontroler merupakan data untuk mengatur mode pada nyala lampu traffic light [1].

Selain itu, telah ada sistem pengatur lampu lalu lintas yang dikendalikan dari jarak jauh. Sistem ini bekerja menggunakan kamera video untuk memonitor arus lalu lintas melalui gambar bergerak. Gambar tersebut akan dikirim oleh transmitter pada traffic light ke receiver dipusat pengendali melalui Ultra High Frequency (UHF). Operator akan mengubah lama nyala lampu pada traffic light sesuai dengan pengamatan yang dilakukan dari kamera video. Mikrokontroler mengeksekusi data dan mengirimkan konfirmasi berupa data yang sama ke komputer [2].

Penelitian pengontrolan traffic light menggunakan PLC yang pernah dilakukan adalah dengan sistem sensor yang dipasang pada badan jalan untuk mendeteksi ada tidaknya kendaraan. Sistem ini memiliki beberapa kondisi diantaranya kondisi normal yang memiliki phase dimana lampu merah dan hijau disetiap phase memiliki perbedaan waktu. Pada kondisi otomatis sistem bekerja dalam 4 kondisi yaitu: kondisi kosong, kondisi padat, kondisi prioritas, dan kondisi emergency [3].

Selanjutnya, sistem pengontrolan traffic light secara otomatis [4]. Sistem traffic light otomatis ini berbasis mikrokontroler AT89C51 sebagai pengontrol sistem utamanya. Sistem ini bekerja dengan menggunakan sensor yang dipasang disisi persimpangan jalan. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi banyaknya kendaraan yang mengantri pada persimpangan traffic light. Sistem ini juga dilengkapi dengan sensor yang mendeteksi kemacetan yang diakibatkan kecelakaan.

Sistem tersebut memiliki kelemahan, sinyal kontrol yang di keluarkan oleh mikrokontroler sangat lemah untuk bisa menghidupkan lampu traffic light yang sebenarnya. Oleh karena itu, penulis merancang suatu sistem kontrol traffic light adaptif berbasis PLC. Output dari PLC dapat langsung dihubungkan ke lampu traffic light sebenarnya.

Selanjutnya pada bagian 2 akan dijelaskan teori-teori pendukung dalam penulisan penelitian ini. Bagian 3 menjelaskan perancangan sistem traffic light adaptif yang digunakan pada penelitian ini. Hasil dan pembahasan disajikan pada bagian 4. Bagian 5 menampilkan kesimpulan.

2 PEMBAHASAN

2.1 Dasar Teori

Berikut akan disajikan beberapa teori pendukung dalam penelitian ini, seperti teori tentang traffic light dan PLC Omron.

a. Traffic Light

Traffic light adalah sebuah alat pengendali arus lalu lintas menggunakan lampu yang dipasang pada persimpangan jalan. Tujuannya untuk mengatur arus lalu lintas pada setiap persimpangan agar dapat berjalan secara teratur dan tidak saling bertabrakan.[5]

Lampu lalu lintas atau traffic light dikenal pertama kali pada tahun 1868. Sistem menggunakan gas yang dipasang di Westminster Inggris. Kemudian pada tahun 1918 di New York, dengan format merah, kuning, hijau yang dioperasikan secara manual. Pada tahun 1926 dilakukan operasi lampu secara semi otomatis di Wolverhampton Inggris. Secara garis besar traffic light digunakan sebagai pengatur arus lalu lintas, mencegah kemacetan di persimpangan, memberikan kesempatan kepada kendaraan lain/ pejalan kaki dan meminimalisasi konflik kendaraan [5].

Saat ini pengaturan lampu lalu lintas yang digunakan masih menggunakan sistem standalone. Dimana lama waktu nyala lampu hijau dan merah di atur secara konstan atau waktu tetap. Sehingga sistem ini tidak sesuai dengan kondisi yang terjadi pada lalu lintas yang volume kendaraan bervariasi setiap waktu. Sistem traffic light ini tidak bersifat adaptif [6]. Traffic light bersifat adaptif adalah waktu lamanya kendaraan menunggu dapat berubah sesuai dengan tingkat kepadatan pada masing-masing jalur [7].

b. PLC Omron CP1E

PLC Omron memiliki memori seperti internal relay, spesial relay, data memori dan komponen lainnya. Pengalamatan pada PLC Omron menggunakan bilangan heksadesimal, perhitungan di mulai dari 0 sampai F. Pada umumnya PLC Omron untuk alokasi alamat yang berhubungan langsung pada terminal input modul menggunakan awalan 0, sedangkan untuk alokasi alamat yang berhubungan langsung pada terminal output modul menggunakan awalan angka 100.

Omron CP1E merupakan salah satu jenis PLC buatan yang berbentuk modular. Komponen-komponen sistem S7-300 disusun dari beragam komponen modular. Adapun komponen-komponen tersebut meliputi :

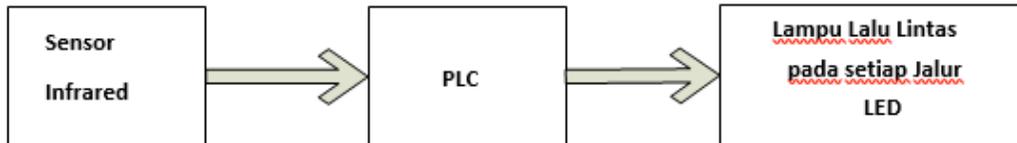
1. Peripheral USB port
2. Central processing unit (CPU)
3. Operation indicators
4. Power supply, ground, and input terminal block
5. Input indicators
6. Option board slot
7. Expansion I/O unit connector
8. Output indicators
9. External power supply and output terminal block

Pemrograman pada PLC Omron CP1E menggunakan bahasa pemrograman Ladder Diagram (LAD)[8].

B. Perancangan Sistem

1. Blok Diagram Sistem

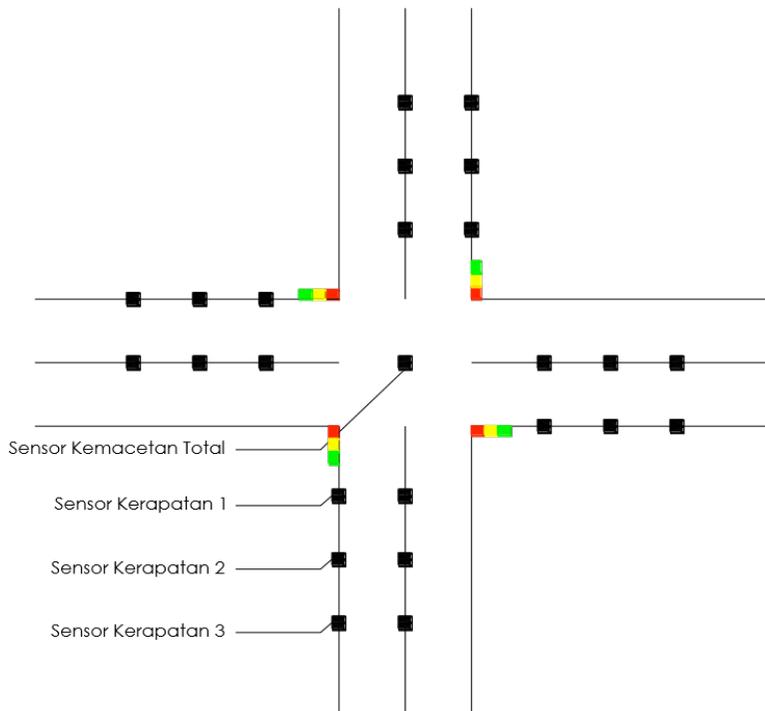
Gambar 1 merupakan blok diagram jalannya sistem. Sensor inframerah akan mendeteksi adanya kendaraan disetiap jalur. Output dari sensor kemudian akan dikirimkan ke PLC dan untuk mengolah data yang kemudian diteruskan ke setiap jalur dan mengatur penyalaan LED sebagai penanda lampu lalu.



Gambar 1 blok diagram perancangan sistem

2. Perancangan Sistem Kerja

Adapun sketsa perancangan sistem yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar tersebut memperlihatkan semua sensor yang dipasang pada setiap jalur. Setiap jalur dipasang tiga buah sensor. Sistem juga dilengkapi dengan sensor di tengahnya persimpangan untuk mendeteksi kemacetan total di persimpangan.

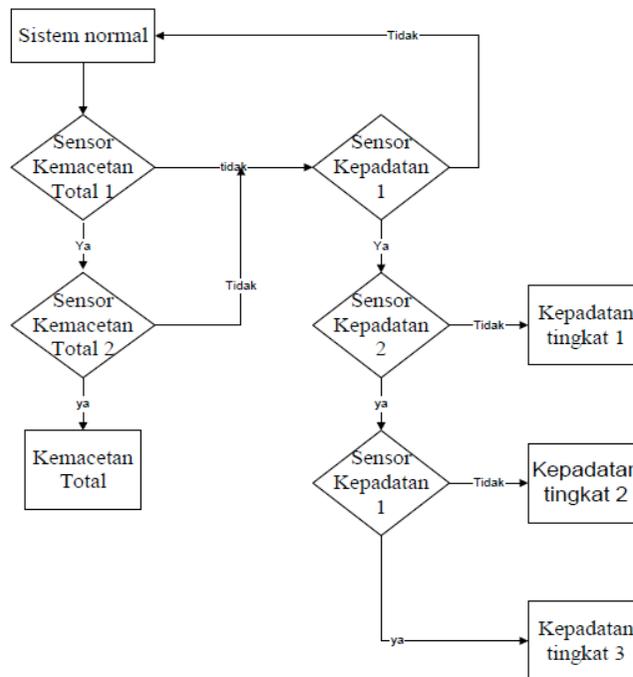


Gambar 2 sketsa perencanaan traffic light adaptif

Deskripsi pengaturan traffic light dapat dilihat pada diagram Gambar 3 Pengaturan traffic light dibagi dalam tiga tingkatan, yaitu sistem normal, sistem sensor (sistem kepadatan) pada jalur dan kemacetan total. Jika sistem beroperasi pada keadaan normal, maka tidak ada prioritas terhadap jalur-jalur tertentu. Ketika sistem beroperasi pada mode kemacetan

total, semua jalur ditutup. Artinya semua kendaraan tidak diperbolehkan melewati persimpangan.

Sistem kepadatan (sistem sensor) dibagi menjadi tiga sub sistem, yaitu kepadatan tingkat 1, kepadatan tingkat 2 dan kepadatan tingkat 3. Tiga buah sensor yang dipasang pada masing-masing jalur digunakan untuk menentukan tingkat kepadatan kendaraan yang mengantri.



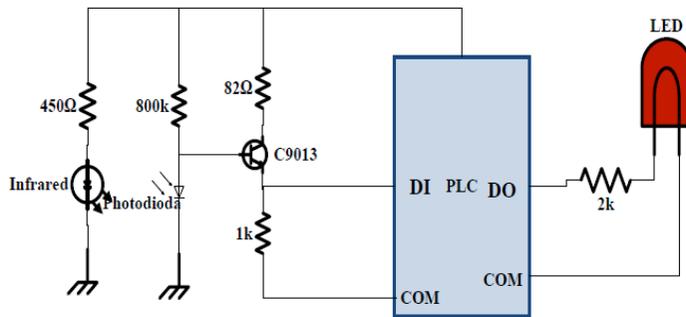
Gambar 3 diagram alir jalannya pengaturan traffic light

3. Perancangan Perangkat Keras

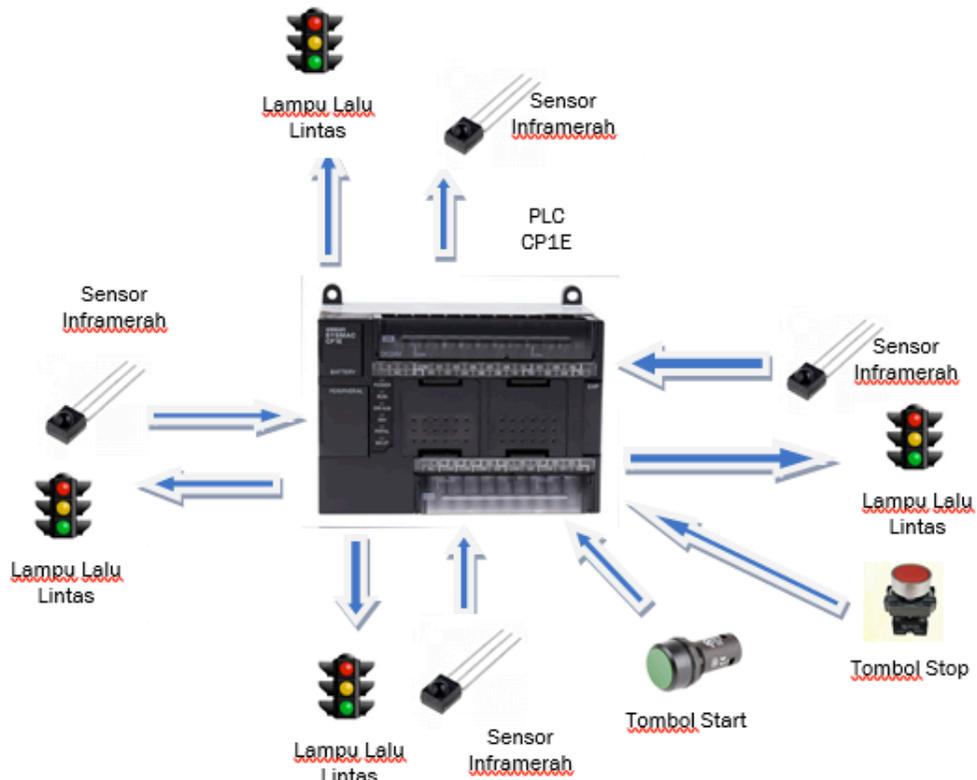
Pada sistem ini, PLC Omron digunakan sebagai perangkat utama pengendalian lampu lalu lintas. Sistem ini memiliki 14 sensor pengatur kepadatan lalu lintas, yaitu 12 sensor pada keempat jalur dan 2 pada pertengahan traffic light serta 12 lampu traffic light.

Gambar 4 memperlihatkan rangkaian hubungan sensor, lampu LED dengan PLC. Sumber tegangan berasal dari power supply PLC. Khusus pada rangkaian infrared di gunakan IC regulator LM7805 untuk menurunkan tegangan sumber 24 Volt DC menjadi 5 Volt DC.

Sistem bekerja bila antara infrared dan photodiode terhalang kendaraan. C9013 berfungsi sebagai saklar, jika rangkaian infrared bekerja C9013 akan mengirimkan sinyal ke PLC. Jika tidak ada sinyal dari rangkaian infrared, maka PLC akan menjalankan sistem normal, jika PLC menerima sinyal dari infrared, PLC akan menjalankan sistem kepadatan atau kemacetan total. LED berfungsi sebagai indikator Traffic Light. DI (digital input) dan DO (digital output) digunakan sebagai penghubung antara hardware ke software/ program.



Gambar 4 rangkaian sistem pada suatu jalur



Gambar 5 Perangkat keras sistem lampu lalu lintas

4. Perancangan Perangkat Lunak

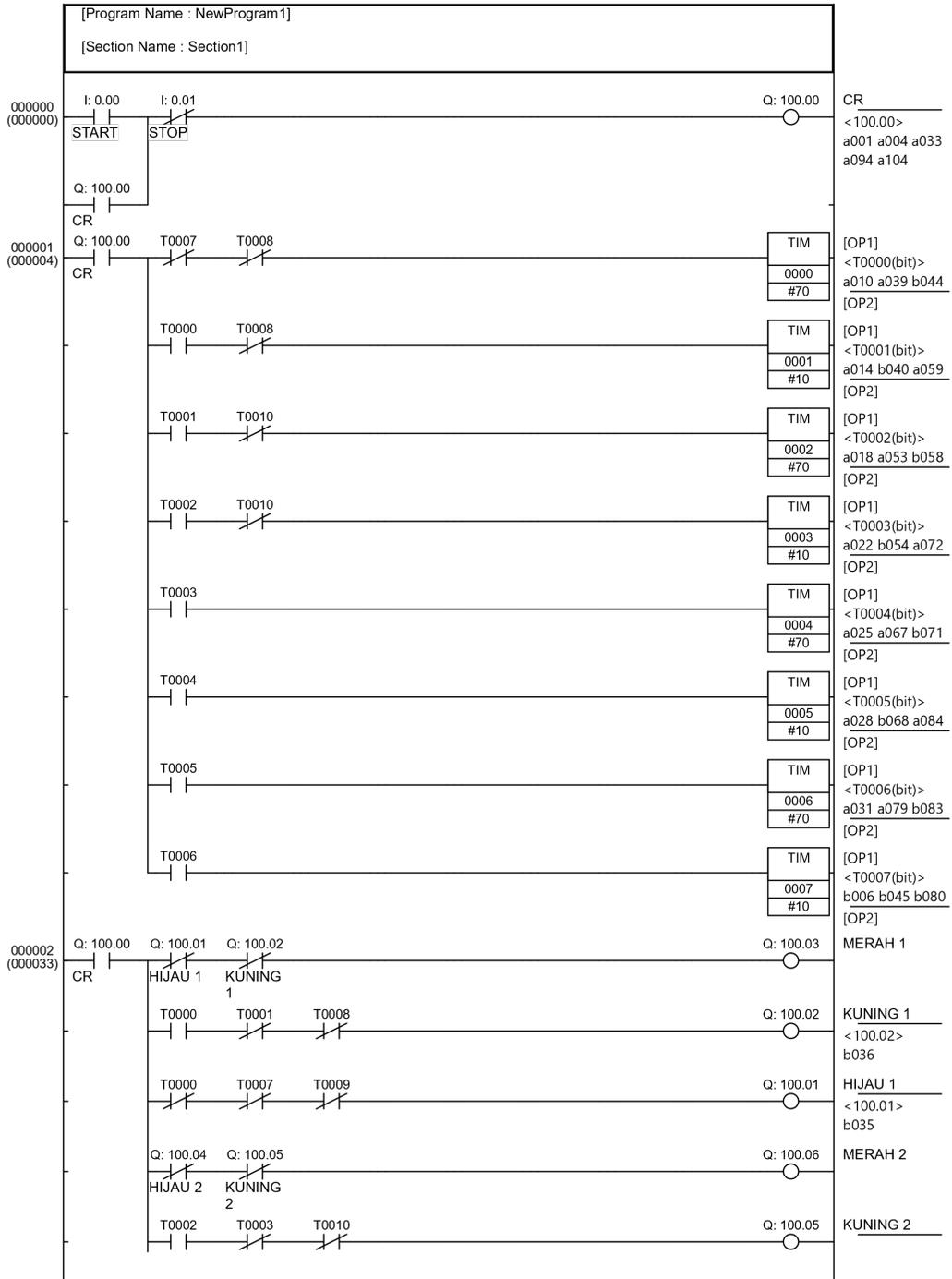
Perancangan program pengaturan traffic light sistem normal dimulai dengan lampu merah menyala pada semua jalur beberapa detik. Kemudian, lampu hijau menyala (lampu merah pada jalur tersebut padam) pada salah satu jalur. Setelah lampu hijau mati, maka lampu kuning akan menyala. Akhirnya lampu merah akan hidup kembali, setelah lampu kuning padam. Kemudian sistem akan berulang pada jalur berikutnya.

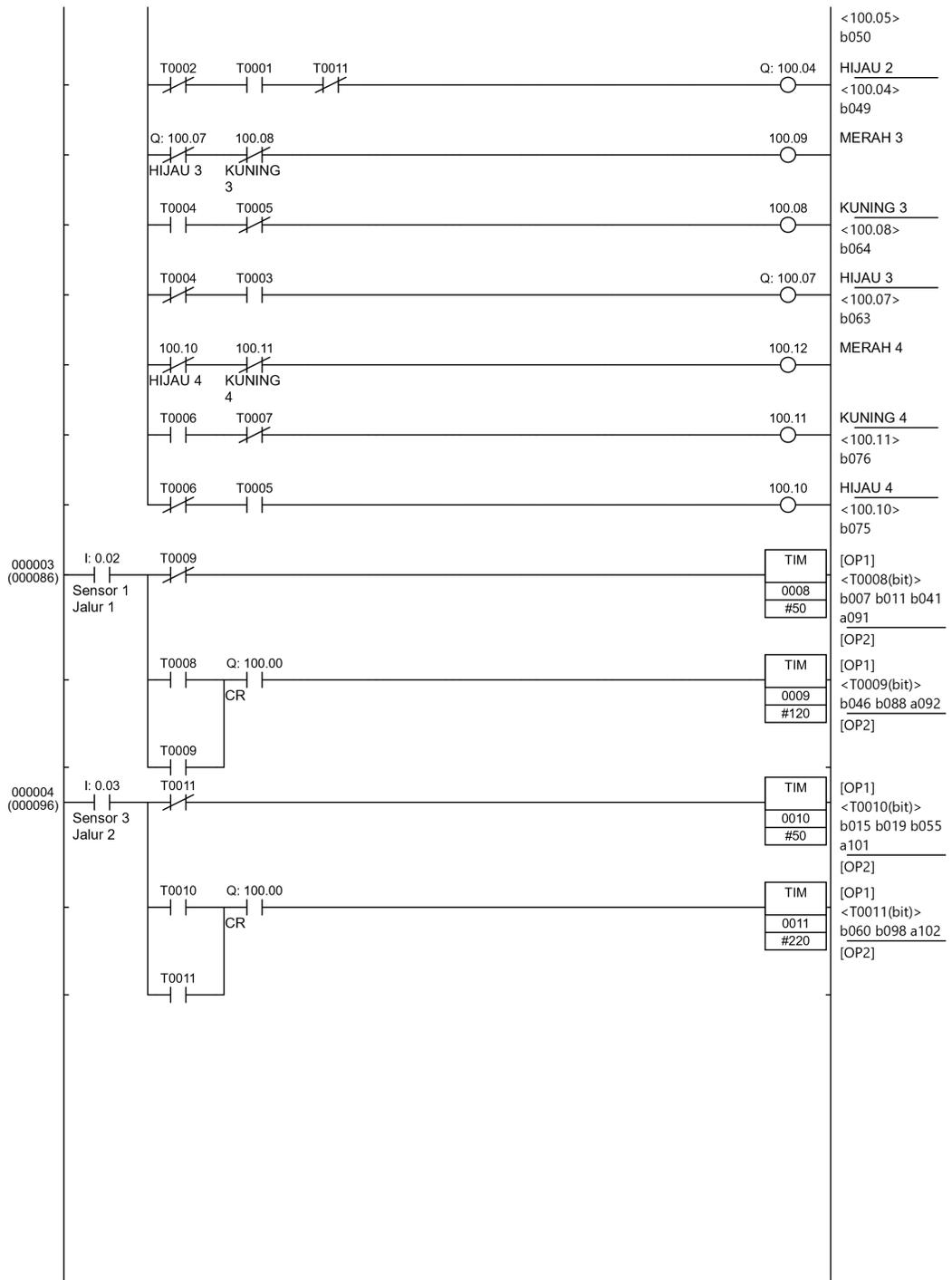
Pada sistem kepadatan, lampu hijau pada jalur-jalur yang antrian kendaraannya mencapai sensor akan hidup lebih lama sesuai dengan jumlah sensor yang aktif. Sedangkan pada

sistem kemacetan total akan menghidupkan seluruh lampu merah pada semua jalur. Tabel 1 menunjukkan waktu yang diprogram untuk setiap sistem.

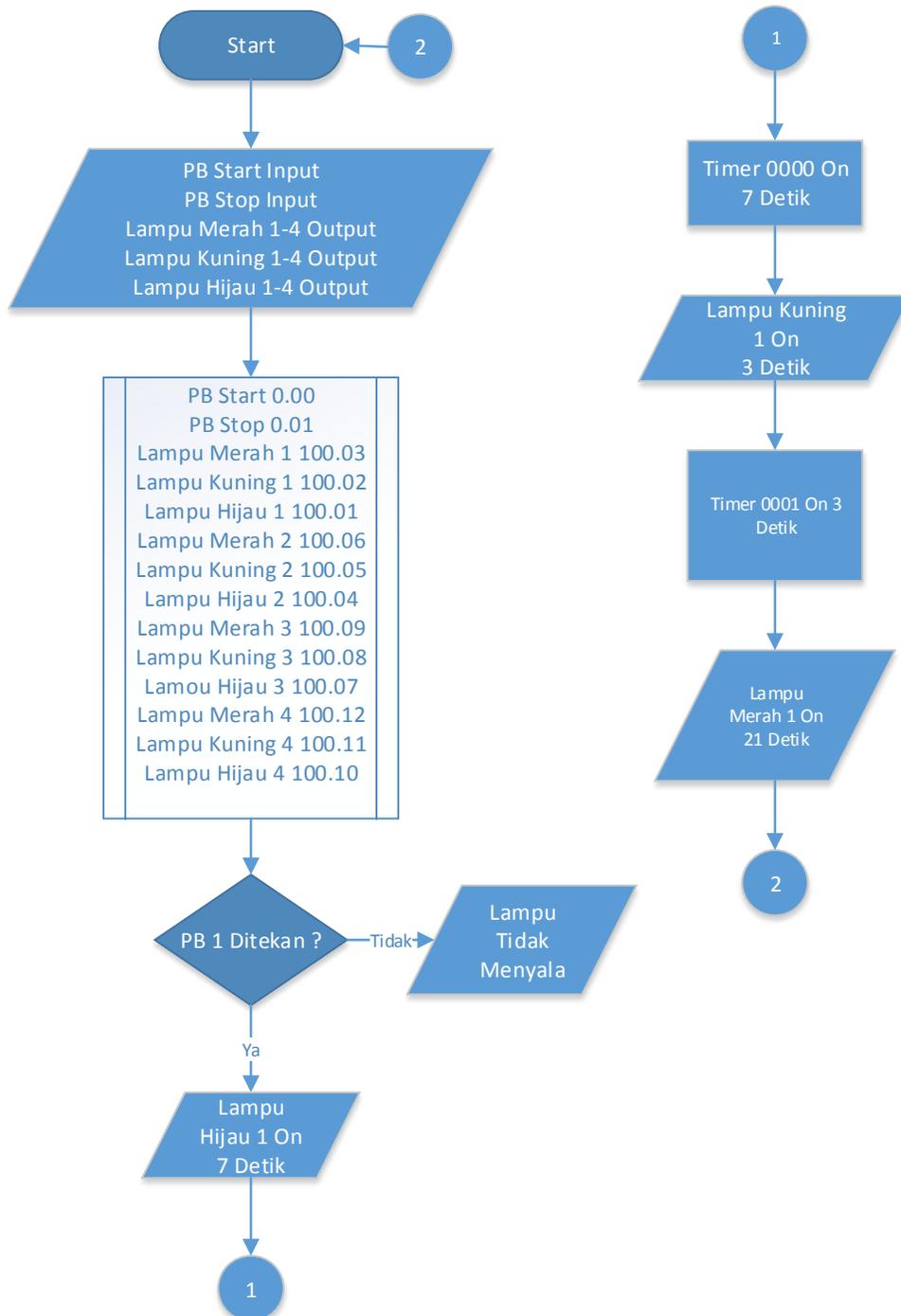
Tabel 1 rancangan waktu pengaturan traffic light

Lampu	Waktu yang dialokasikan				
	Normal	Sistem Kepadatan			Kemacetan Total
		Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor Kemacetan
Merah	7 Detik	-	-	-	Tidak terbatas
Kuning	1 Detik	-	-	-	-
Hijau	7 Detik	12 Detik	17 Detik	22 Detik	-





Gambar 6 diagram ladder traffic light



Gambar 7 diagram alir jalannya traffic light pada pada jalur 1

Pada sistem normal, lampu merah akan menyala selama 7 detik, lampu hijau selama 7 detik dan lampu kuning selama 1 detik. Setelahnya sistem akan mematikan lampu merah dan menghidupkan lampu hijau pada jalur berikutnya.

Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa pada sistem kepadatan, lampu hijau menyala lebih lama. Jika hanya sensor 1 yang aktif, maka waktu penyalaan lampu hijau bertambah selama 5 detik. Jika sensor 1 dan sensor 2 yang aktif, waktu tambahan adalah 10 detik dan jika semua sensor pada suatu jalur aktif akan membuat lampu hijau menyala lebih lama lagi (15 detik).

Sistem kepadatan bergantung pada jumlah sensor yang aktif. Berikut adalah kriteria pengaktifan suatu sensor.

1. Sensor 1 akan aktif bila terhalang kendaraan secara berterusan selama 5 detik atau lebih.
2. Sensor 2 akan aktif jika kendaraan telah menghalangi sensor selama 5 detik berterusan dan sensor 1 masih aktif.
3. Sensor 3 akan aktif jika kendaraan telah menghalangi sensor selama dari 5 detik berterusan dan sensor 1 serta sensor 2 masih aktif.

Jika Sensor kemacetan total aktif, akan menghidupkan semua lampu merah. Sensor ini akan bekerja apabila ada kendaraan berhenti pada pertengahan persimpangan sehingga menghalangi kedua sensor yang dipasang pada pertengahan simpang selama 1 menit berterusan. Sensor tersebut akan non aktif kembali jika tidak lagi terhalang secara berterusan selama 30 detik.

C. Hasil Dan Pembahasan

1. Perhitungan Waktu Tunggu Sistem Normal

Jika sistem sedang beroperasi secara normal, maka lamanya waktu tunggu dari sebuah kendaraan yang mengantri adalah sebagai berikut:

$3 \times \text{Time hijau} + 3 \times \text{Time kuning} + 4 \times \text{Time merah}$ bersamaan

$3 \times 7 \text{ detik} + 3 \times 1 \text{ detik} + 4 \times 7 \text{ detik} = 45 \text{ detik}$

Dari perhitungan diatas dapat terlihat lamanya waktu kendaraan menunggu giliran lampu hijau adalah selama 45 detik pada saat sistem normal bekerja.

2. Perkiraan Waktu Tunggu Sistem Kepadatan

Pada mode kepadatan, ketika sebuah sensor pada suatu jalur atau lebih aktif, maka waktu tunggu kendaraan akan bertambah lama. Waktu tambahan yang diberikan jika hanya sebuah sensor yang aktif adalah 5 detik.

Jika hanya sebuah sensor yang aktif (dalam hal ini sensor 1 pada jalur mana saja), maka waktu tunggu akan bertambah selama lima detik menjadi 50 detik. Waktu tunggu paling lama dicapai ketika kondisi semua sensor pada jalur selain jalur pengantri aktif. Ini akan memberikan tambahan waktu selama $3 \times 12 \text{ detik} = 36 \text{ detik}$, atau total waktu tunggu adalah $45 \text{ detik} + 36 \text{ detik} = 81 \text{ detik}$.

Waktu tunggu dari suatu kendaraan akan berbeda tergantung kepada jalur pengantri dan jumlah sensor yang aktif pada jalur-jalur selain jalur pengantri. Berikut adalah contoh estimasi perhitungan lamanya waktu tunggu.

Kondisi jalur 1, sensor 1 aktif
Kondisi jalur 2, sensor 1 dan sensor 2 aktif
Kondisi jalur 3, tidak ada sensor yang aktif
Kondisi jalur 4, sensor 1, sensor 2 dan sensor 3 aktif

Waktu tunggu kendaraan:

Pada jalur 1 = 45 detik + 5 x 5 detik = 70 detik

Pada jalur 2 = 45 detik + 4 x 5 detik = 65 detik

Pada jalur 3 = 45 detik + 6 x 5 detik = 75 detik

Pada jalur 4 = 45 detik + 3 x 5 detik = 60 detik

3. Waktu Tunggu Sistem Kemacetan Total

Ketika sistem ini bekerja, semua lampu merah akan menyala. Artinya semua kendaraan yang mengantri tidak diperbolehkan melewati persimpangan. Kendaraan baru boleh melewati persimpangan ketika sistem ini non aktif (kembali ke sistem normal atau sistem kepadatan).

Lamanya waktu tunggu kendaraan ketika sistem kemacetan total aktif tidak ditentukan. Hal tersebut tergantung kepada kondisi kemacetan di persimpangan. Jika oleh suatu hal (misal terjadi tabrakan kendaraan) kemacetan baru teratasi setelah satu jam, maka selama itu pula kendaraan harus menunggu.

Dalam desain ini tidak menggunakan jenis-jenis lampu yang sesungguhnya digunakan pada traffic light yang telah dipakai. Lampu yang digunakan adalah LED, hal ini untuk memudahkan pengujian hardware. Selain itu, penggunaan lampu sesungguhnya tidak akan mengubah desain program yang telah dirancang.

3 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini adalah:

1. Sistem kontrol traffic light adaptif dirancang bekerja berdasarkan sensor-sensor yang terpasang pada jalur-jalur dan persimpangan.
2. Sistem dirancang untuk beroperasi pada tiga kondisi, yaitu: sistem normal, sistem kepadatan dan sistem kemacetan total.
3. Waktu tunggu minimal kendaraan pada suatu jalur adalah 45 detik dan waktu tunggu maksimum kendaraan pada suatu jalur adalah 81 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tjia May On, Mardjoko Pono Budi, Martanto Nato, *Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Secara Sentral dari Jarak Jauh*, Jurnal Teknik Elektro, Vol. 9, No. 27, 71-78, Oktober 2007
- [2] Handry Khoswanto, Lim Resmana, Ling Budy Lie Sin, *Traffic Light Controller Menggunakan Media RF*, Jurnal Teknik Elektro, Vol.5, No.1, 25-31, 2005
- [3] Afit Al-Farit, Rachmadi, M. Febrian Masum, M. Anwar, Wibowo Adi, Jatmika Wisna, 12 November 2011, *Implementasi Prototipe Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Terdistribusi Dengan Optimasi Pengenalan Dan Penjejakan Kendaraan Berbasis Pemrosesan Video*, KNS & I11-039
- [4] Zulfikar, Tarmizi dan Agus Adria, *Perancangan Pengontrolan Traffic Light Otomatis*, Jurnal Rekayasa Elektrika Vol. 9, No. 3, April 2011

- [5] Andalia, Susiana, *Perancangan Prototif Traffic Light Berbasis Mikrokontroler AT89S52*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara, Medan, 2005
- [6] Kurniawan, Iwan Y. S., 2012, *Prototype Traffic Light Adaptif untuk Pertigaan Ruas Jalan Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Omron*, Jurusan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, 2012
- [7] Wicaksono, Handy, *Programmable Logic Controller: Teori, Pemograman dan Aplikasi Otomatis Sistem*, *Graha Ilmu*, Yogyakarta, 2009
- [8] OMRON Corporation, 2009. SYSMAC CP1L/CP1E Introduction Manual.OMRON.