

PENGEMBANGAN SISTEM *TRAFFIC LIGHTS* BERDASARKAN KEPADATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN PLC

Pamor Gunoto, M. Irsyam dan Toni Kusuma Wijaya,

Dosen Tetap Prodi Teknik Elektro FT Universitas Riau Kepulauan (UNRIKA) Batam

ABSTRAK

Pengaturan lampu lalu lintas yang ada sekarang ini kebanyakan menggunakan sistem pengaturan waktu tetap di semua jalur, tanpa memperhatikan naik turunnya tingkat kepadatan kendaraan yang berpotensi menyebabkan kemacetan. Untuk itu dirancang suatu sistem lampu lalu lintas yang pengaturan waktunya berdasarkan tingkat kepadatan kendaraan yang melintas pada masing-masing jalur, sehingga masalah kemacetan di persimpangan yang terdapat lampu lalu lintas dapat teratasi. Perancangan ini menggunakan PLC(Programmeble Logic Controller) sebagai pengontrol. Proses kerja dari alat ini berupa pengiriman input dari sensor kepada PLC, kemudian PLC akan mengatur waktu nyala lampu berdasarkan masukan dari sensor tersebut. Sensor yang dipasang pada pertengahan ruas jalan ini, akan mendeteksi banyaknya kendaraan. Setiap jalur menggunakan 3 buah sensor yang posisinya sudah diatur sedemikian rupa, untuk mendeteksi kendaraan yang akan menentukan tingkat kepadatan. Alat yang dirancang ini dapat bekerja dengan baik, berdasarkan 4 pengelompokan kondisi tingkat kepadatan kendaraan dengan pendeteksian sensor. Keadaan kosong jika ketiga sensor tidak aktif, keadaan sepi kendaraan jika hanya sensor pertama aktif, keadaan normal jika dua sensor aktif dan keadaan padat jika ketiga sensor aktif.

Kata kunci : *Lampu lalu lintas,kepadatan kendaraan sensor,PLC.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini laju pertumbuhan kendaraan bermotor di kota Batam sangat pesat. Seiring dengan pertumbuhan kendaraan bermotor tersebut, maka akan berimbas kepada kepadatan lalu lintas kendaraan di jalan raya. Padatnya kendaraan bermotor yang melintas di jalan raya dapat mengakibatkan kemacetan, terutama di persimpangan jalan.

Kepadatan kendaraan di masing-masing jalur pada suatu persimpangan jalan berbeda-beda, sementara waktu nyala lampu lalu lintas berdurasi sama di masing-masing jalurnya. Hal ini dirasa tidak efektif, karena waktu nyala lampu lalu lintas tidak sesuai dengan tingkat kepadatan kendaraan yang melintas. Hal ini berpotensi mengakibatkan resiko kemacetan.

Untuk mengurangi resiko terjadinya kemacetan tersebut, maka perlu dirancang suatu sistem lampu lalu lintas yang bisa bekerja lebih efektif dan fleksibel di tiap persimpangan

jalan raya, dimana pengaturan lamanya waktu nyala lampu hijau haruslah tergantung kepada padatnya kendaraan yang melintas.

Untuk keadaan normal atau sepi kendaraan pada suatu jalur, durasi waktu nyala lampu hijau seharusnya lebih pendek/singkat. Jika suatu waktu terjadi kepadatan kendaraan yang mengakibatkan panjangnya antrian, maka diperlukan waktu nyala lampu hijau yang lebih lama, disesuaikan dengan panjangnya antrian kendaraan pada jalur tersebut. Maka akan terdapat pengaturan lampu lalu lintas yang berbeda-beda pada setiap jalurnya, sesuai dengan kepadatan kendaraan yang melintas.

1.2 Permasalahan

Berkaitan dengan latar belakang tersebut diatas, masalah yang dapat dirumuskan adalah:

1. Bagaimana merancang sistem lampu lalu lintas yang lebih efektif, berdasarkan kepadatan kendaraan yang melintas di masing-masing jalurnya.
2. Bagaimana menentukan dan menyesuaikan tingkat kepadatan kendaraan dengan waktu nyala *Traffic Light*, sehingga terdapat perbedaan pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan keadaan sepi, sedang ataupun padat kendaraan yang melintas pada suatu jalur persimpangan jalan raya.

1.3 Tujuan Penelitian

Dari masalah yang ada tersebut diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk merancang sistem lampu lalu lintas yang lebih efektif, berdasarkan kepadatan kendaraan yang melintas di masing-masing jalurnya.
2. Untuk merancang *traffic light* dengan pengaturan penyalaan lampu hijau berdasarkan kepadatan kendaraan

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Traffic Light*/Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas adalah lampu yang mengendalikan arus [lalu lintas](#) yang terpasang di persimpangan [jalan](#), tempat penyeberangan [pejalan kaki](#) ([zebra cross](#)), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini yang menandakan kapan [kendaraan](#) harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai [arah](#). Pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus yang ada.

Lampu lalu lintas adalah suatu alat kendali (kontrol) dengan menggunakan lampu yang terpasang pada persimpangan dengan tujuan untuk mengatur arus lalu lintas. Pengaturan arus lalu lintas pada persimpangan pada dasarnya dimaksudkan untuk bagaimana pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan (*vehicle group movements*) dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus yang ada.



Gambar 1. Lampu lalu lintas

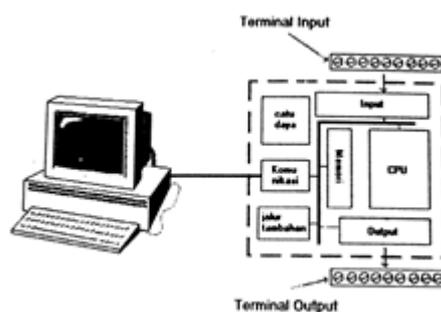
Lampu lalu lintas telah diadopsi di hampir semua kota di dunia ini. Lampu ini menggunakan warna yang diakui secara *universal*, untuk menandakan berhenti adalah warna merah, hati-hati yang ditandai dengan warna kuning, dan hijau yang berarti dapat berjalan.

2.2 PLC(*Programmable Logic Controller*)

PLC merupakan suatu mikrokontroler yang digunakan untuk keperluan industri. PLC dapat dikatakan sebagai suatu perangkat keras dan lunak yang dibuat untuk diaplikasikan dalam dunia industri.

Istilah PLC secara bahasa berarti pengontrolan logika yang dapat diprogram. PLC merupakan instrumen (alat) pengontrol berbasis mikroprosesor yang bisa diprogram karena memiliki memori sehingga bisa menyimpan perintah (instruksi) berupa logika guna mengendalikan mesin-mesin atau proses. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk memprogram PLC adalah diagram tangga (*ladder diagram*).

Secara umum PLC memiliki bagian-bagian yang sama dengan komputer maupun mikrokontroler, yaitu CPU, Memori dan I/O. Susunan komponen PLC dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Komponen PLC

Industri otomasi pada beberapa tahun lalu hanya menggunakan papan elektronik sebagai sistem kontrol. Penggunaan papan elektronik ini membutuhkan banyak sekali interkoneksi diantara relai untuk membuat agar sistem dapat bekerja. Dengan kata lain untuk menghubungkan relai-relai tersebut dibutuhkan kabel yang sangat banyak. Relai yang dibutuhkan dalam perancangan tersebut berjumlah ratusan dan skema yang dibuat dinamakan *Ladder Schematic*.

Ladder Schematic menampilkan *switch*, sensor, motor, dan relai. Semua piranti elektronik tersebut dihubungkan menjadi satu. Salah satu masalah yang mungkin timbul adalah jika salah satu relai rusak maka secara otomatis proses produksi akan berhenti dan hanya akan dapat dijalankan lagi jika relai tersebut telah selesai diperbaiki. Hal ini akan menyebabkan terjadinya ketidak-efesienan waktu produksi. Terkait dengan masalah ini maka munculah suatu piranti elektronika yang dapat mengatasi semua masalah tersebut, yaitu yang dinamakan dengan PLC (*Programmable Logic Controller*). Hanya dengan mengeksekusi program yang tersimpan dalam memori, PLC dapat memonitor status dari suatu sistem berdasarkan sinyal input yang masuk pada PLC.

2.3 PLC CPM1A

PLC CPM1A adalah PLC keluaran pabrikan Omron. PLC ini terdapat berbagai macam jenis dan seri, tergantung kepada jumlah input dan outputnya. Salah satunya adalah PLC CPM1A 40 I/O yang memiliki 24 input dan 16 output. Penggunaan komputer dan *console* digunakan untuk mendownload program diagram tangga ke dalam memori PLC melalui kabel serial. Setelah program tersimpan didalam memori maka kabel serial dapat dilepas. Gambar 3 adalah konfigurasi PLC CPM1A 40 I/O.



Gambar 3. PLC Omron CPM1A 40 I/O

Ada beberapa hal yang membedakan PLC dengan PC, yaitu :

1. PLC dirancang untuk mampu bertahan terhadap lingkungan luar.
2. Antar muka bagi input dan output kontroller.
3. Mudah untuk diprogram, yaitu operasi logika dan pensaklaran

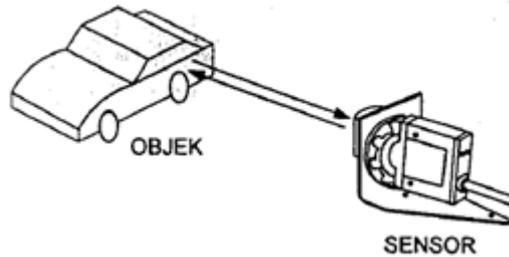
3. PERANCANGAN ALAT

3.1 Perangkat Keras

Dalam melakukan perancangan terhadap penelitian ini, beberapa perangkat keras yang dipergunakan adalah sensor inframerah (*infrared*), PLC Omron CPM1A sebagai komponen utama, dan komputer/*console* yang dipergunakan untuk memasukkan program.

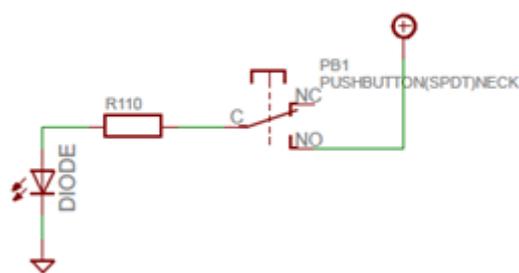
3.1.1 Sensor Inframerah

Sensor inframerah merupakan salah satu sensor fotoelektrik. Sensor fotoelektrik adalah peralatan elektronik yang bereaksi atas suatu perubahan intensitas cahaya yang menimpanya

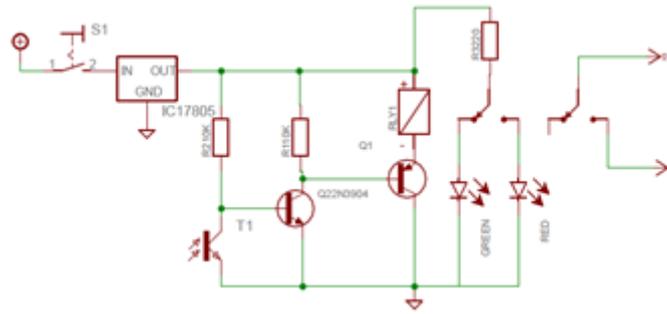


Gambar 4. Prinsip kerja dari sensor inframerah

Sensor inframerah dipergunakan untuk mendeteksi panjang antrian kendaraan pada setiap jalur di persimpangan jalan. Jadi sensor inframerah digunakan untuk mendeteksi seberapa banyak kepadatan kendaraan pada suatu jalur. Beberapa sensor inframerah ditempatkan pada setiap jalur dan proses pendektasian kendaraan dilakukan yaitu jika kendaraan yang menghalangi sinar yang dipancarkan sumber. Penggunaan sensor ini memiliki beberapa keuntungan yaitu mudah diperoleh di pasaran dan juga memiliki harga yang relatif murah jika dibandingkan dengan penggunaan sensor jenis lain. Gambar 5 yaitu rangkaian pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*)



(a). Rangkain pemancar



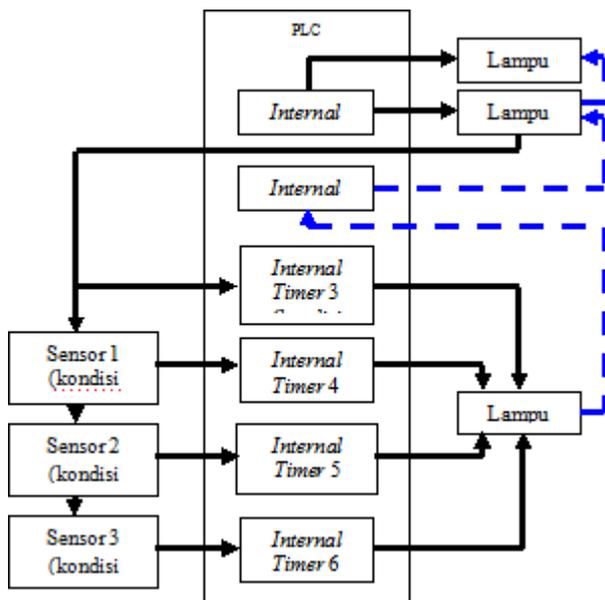
(b). Rangkaian penerima

Gambar 5. Rangkaian pemancar dan penerima

3.2 Blok Diagram Dan Flow Chart

Gambar berikut adalah blok diagram secara umum rancangan sistem *traffic light* berdasarkan kepadatan kendaraan berbasis PLC pada satu jalur.

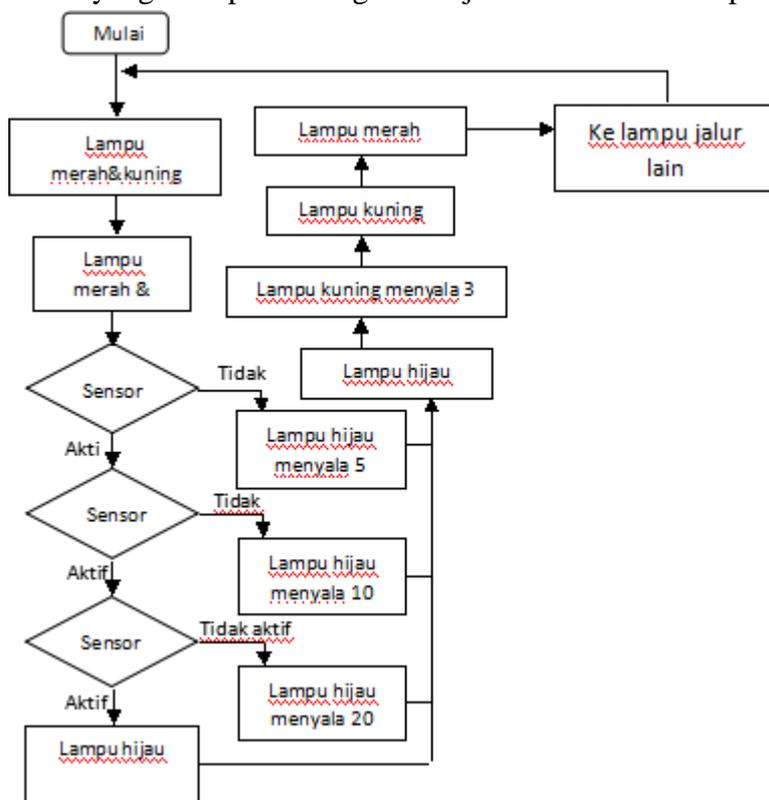
Dalam menentukan kondisi kepadatan kendaraan, perancangan alat ini menggunakan tiga buah sensor untuk mewakili empat kondisi kepadatan pada masing-masing jalur. Satu sensor aktif menandakan kondisi sepi, dua sensor aktif menandakan kondisi normal, tiga sensor aktif untuk menandakan kondisi padat dan jika ketiga sensor tidak aktif menandakan kondisi tidak ada kendaraan (kosong) pada jalur tersebut. Kondisi ketiga sensor tersebut yang akan menentukan durasi waktu nyala lampu hijau. Durasi nyala lampu hijau akan lebih lama jika keadaan padat kendaraan dan akan lebih sebentar jika keadaan sepi kendaraan



Gambar 6. Blok Diagram satu jalur sistem *traffic light* berdasarkan kepadatan kendaraan berbasis PLC

Pengaturan durasi waktu nyala masing-masing kondisi memanfaatkan *internal timer* yang ada pada PLC

Urutan kerja dari blok diagram diatas, secara terperinci dijelaskan pada *flowchart* dibawah ini yang merupakan langkah kerja alat dari awal sampai akhir.



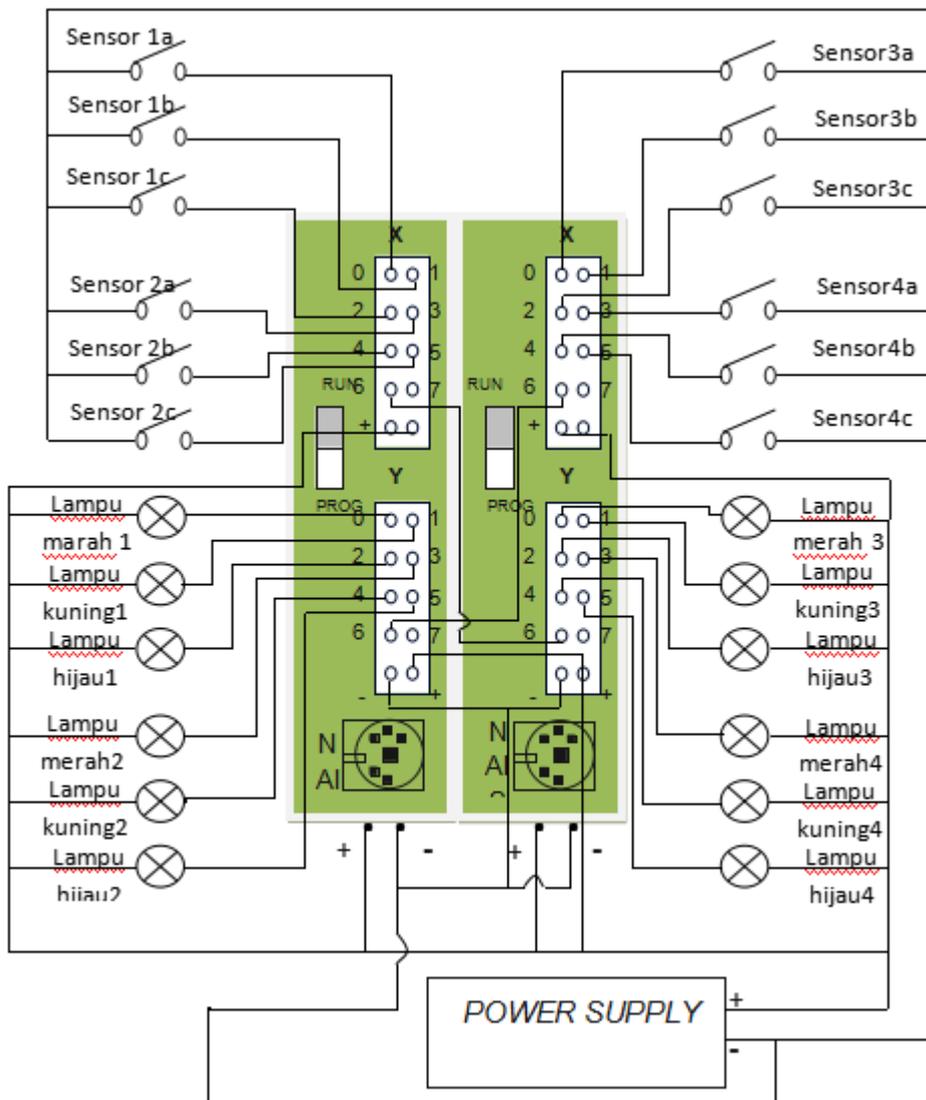
Gambar 7. *Flowchart* satu jalur perancangan *traffic light*

Pada *flowchart* terlihat lampu kuning akan menyala dua kali, sebelum dan sesudah lampu hijau menyala. Namun terdapat perbedaan nyala lampu kuning pada dua kondisi tersebut. Sebelum lampu hijau menyala, lampu kuning menyala bersama lampu merah. Sedangkan setelah lampu hijau, lampu kuning menyala duluan, kemudian disusul nyala lampu merah. Nyala lampu hijau tergantung kepada kondisi ketiga sensor yang menandakan kondisi kepadatan jalan.

3.3 *Wiring Diagram*

Wiring diagram perlu dirancang dan digambar untuk mempermudah dalam proses perangkaian alat. Dengan kata lain *wiring diagram* merupakan pedoman atau acuan dalam proses perangkaian alat maupun untuk proses *trouble shooting*/perbaikan.

Pada perancangan ini penggunaan PLC merk OMRON CPM1A yang mempunyai 24 input dan 16 output dan yang dipakai untuk sistem traffic light ini adalah 12 input dan 12 output. Gambar dibawah ini merupakan *wiring diagram* lengkap 4 jalur rancangan sistem *traffic light* berdasarkan kepadatan kendaraan.

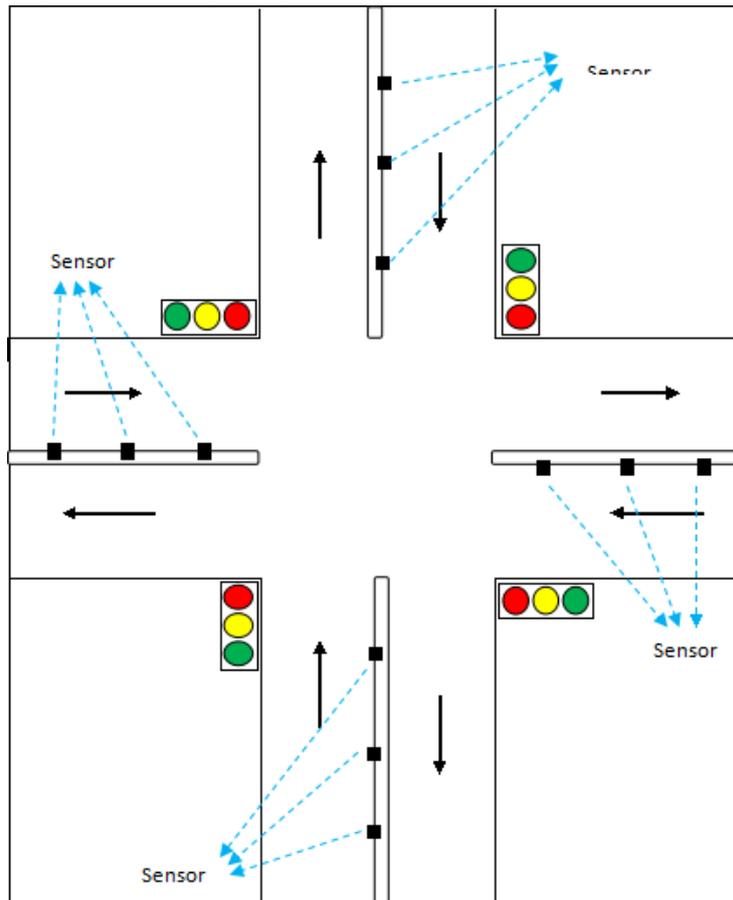


Gambar 8. *Wiring diagram* perancangan *Traffic Light* berdasarkan kepadatan kendaraan

3.4 *Prototype Traffic Light*

Prototype dibuat untuk mensimulasikan hasil rancangan. Untuk itu pemilihan bahan-bahan yang digunakan, disesuaikan dengan keperluan simulasi.

Ditiap-tiap jalur terdapat satu set *Traffic Light*, yang terdiri dari lampu merah, kuning dan hijau. Tiga buah sensor yang sudah diatur jaraknya, dipasang pada masing-masing jalur, untuk menentukan tingkat kepadatan. Sensor-sensor ditempatkan di tengah-tengah ruas jalan pada setiap jalur, seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 9. Sketsa *prototype* perancangan *traffic light*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kepadatan Kendaraan

Pengambilan data kepadatan kendaraan dilakukan jam-jam sibuk saat pergi dan pulang yaitu pagi hari pada pukul 06.30 – 08.00 dan sore hari pada pukul 17.00 – 19.00. Data ini diambil untuk mengetahui kondisi kepadatan kendaraan di persimpangan jalan secara real. Dimana saat ini pengaturan yang dilakukan berdasarkan waktu lampu hijau menyala. Saat pagi hari lampu hijau menyala selama 16 detik dan pada sore hari lampu hijau menyala selama 20 detik. Adapun data pengamatan dilakukan pada pagi hari dan sore hari.

Sebelum dilakukan pengambilan data, pertama ditentukan dahulu kondisi pada setiap jalur berdasarkan panjang antrian kendaraan yang berhenti. Ditentukan kondisi panjang antrian kendaraan yaitu **Kosong** (0 meter), **Sepi** (0-4 meter), **Normal** (4-8 meter) dan **Padat** (8-12 meter). Tabel data pengamatan kepadatan kendaraan bermotor seperti dibawah ini :
Tabel 1. Data kepadatan kendaraan bermotor

Pukul : 06.30 – 08.00

Posisi Traffic Light	Pukul 06.30-06.45	Pukul 06.45-07.00	Pukul 07.00-07.15	Pukul 07.15-07.30	Pukul 07.30-07.45	Pukul 07.45-08.00
Jalur 1	Sepi	Sepi	Padat	Padat	Padat	Padat
Jalur 2	Sepi	Sepi	Padat	Padat	Normal	Normal
Jalur 3	Sepi	Sepi	Sepi	Sepi	Normal	Normal
Jalur 4	Sepi	Sepi	Normal	Padat	Padat	Normal

Pukul : 17.00 – 19.00

Posisi Traffic Light	Pukul 17.00-17.15	Pukul 17.15-17.30	Pukul 17.30-17.45	Pukul 17.45-18.00	Pukul 18.00-18.15	Pukul 18.15-18.30	Pukul 18.30-18.45	Pukul 18.45-19.00
Jalur 1	Normal	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat	Normal	Normal
Jalur 2	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat	Normal	Normal
Jalur 3	Normal							
Jalur 4	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Sepi	Sepi

4.2 Data Durasi Lampu Hijau Menyala

Pada setiap jalur ditempatkan tiga buah sensor, kondisi setiap sensor mempengaruhi nyala lampu hijau pada jalur tersebut. Kondisi dari ketiga sensor tersebut yang akan menentukan kepadatan kendaraan. Sensor-sensor ini akan memberikan sinyal ke PLC sebagai pengontrol untuk menentukan durasi nyala lampu hijau pada masing-masing jalur. Berikut adalah tabel kondisi sensor pada setiap kondisi kepadatan dan hubungannya dengan durasi nyala lampu hijau.

Tabel 2. Durasi nyala lampu hijau berdasarkan kondisi sensor

Kondisi kepadatan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Durasi nyala lampu hijau

				(detik)
Kosong	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	5
Sepi	<i>on</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	10
Normal	<i>on</i>	<i>on</i>	<i>off</i>	20
Padat	<i>on</i>	<i>on</i>	<i>on</i>	40

Pada tabel diatas dijelaskan posisi sensor pada setiap kondisi kepadatan kendaraan. Variasi posisi sensor-sensor tersebut akan mempengaruhi durasi nyala lampu hijau.

Jika dilakukan pengujian pada keempat jalurnya, maka akan sangat berpengaruh kepada durasi nyala lampu merah pada setiap jalur. Karena ke empat jalur merupakan satu siklus yang saling berkaitan. Siklus nyala lampu jalur kedua akan mulai bekerja setelah siklus nyala lampu jalur pertama selesai. Kemudian siklus nyala lampu jalur ketiga juga akan mulai bekerja setelah siklus nyala lampu jalur kedua selesai, demikian seterusnya. Dengan kata lain, lampu jalur berikutnya tidak akan mulai bekerja, jika lampu jalur sebelumnya belum selesai.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem pengaturan lampu lalu lintas dapat dirancang lebih efektif dan bekerja berdasarkan kepadatan kendaraan dengan mendeteksi panjangnya antrian kendaraan yang berada pada satu jalur perempatan jalan
2. Posisi sensor diatur jaraknya berdasarkan kondisi kepadatan kendaraan yang berada di suatu jalur.
3. Durasi nyala lampu lalu lintas dapat ditentukan dan disesuaikan dengan tingkat kepadatan kendaraan dengan cara, mengatur durasi nyala lampu lalu lintas berdasarkan *timer* menggunakan PLC Omron CPM1A. Kerja dari timer-timer yang terdapat pada PLC ini, ditentukan oleh kondisi sensor-sensor yang menjadi *input* dari PLC tersebut. Sehingga terdapat perbedaan pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan keadaan sepi, normal ataupun padat kendaraan yang melintas pada suatu jalur persimpangan jalan raya.

5.2 Saran

Untuk lebih efektif dalam penentuan lamanya waktu lampu hijau menyala maka ditentukan berdasarkan luasan antrian kendaraan yang berhenti di tiap-tiap jalur

DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan I, 2008, *Programmable Logic Control (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*, Andi Offset Yogyakarta.
- Husanto dan Thomas, 2007, *PLC (Programmable Logic Control) FP Sigma*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Muhammad Arshad Khattak, 2011, *PLC Based Intelligent Traffic Control System*, International Journal of Electrical & Computer Sciences IJECS-IJENS, Vol : 11 No. 06.
- Rahmat Wahyu W, Liza Afriyanti, 2009, *Aplikasi Fuzzy Inference System (FIS) Metode Tsukamoto Pada Simulasi Traffic Light Menggunakan JAVA*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, Yogyakarta, 20 Juni 2009.
- Djodi Antono, 2012, *Lampu Pengantar Rambu Lalu Lintas Portable dengan Menggunakan Kendali Logika Terprogram*, Jurnal JTET, Vol.1 No.3, Desember 2012
- Alit Swamardika, I.B, 2005, *Simulasi Kontrol Lampu Lalu Lintas Sistem Detektor dengan Menggunakan PLC untuk Persimpangan jalan Waribag-WR.Supratman Denpasar*, Jurnal Teknologi Elektro, Vol. 4 No.2, Desember 2005.
- FeiZhong, Jutao Wang, Xudong Cheng, 2013, *Application of Intelligent Traffic Control Based on PLC*, Proceeding of the 2nd International Conference on Computer Science and Electronic Engineering (ICCSEE 2013).
- Promila Sinhmar, 2012, *Intelligent Traffic Light and Density Control Using IR Sensor and Microcontroller*, International Journal of Advanced Technology& Engineering Research (IJATEC), Vol.2, March 2012.
- Rahmat Taufik, Supriyono, Sukarman, 2008, *Rancang Bangun Simulator Kendali Lampu Lalu Lintas dengan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler*, Seminar Nasional IV, SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta, 25-26 Agustus 2008.
- IGAP.Raka Agung, 2005, *Simulator Pengatur Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Waktu dan Kepadatan Kendaraan Berbasis Mikrokontroler AT 89S52*, Jurnal Teknik Elektro, Vol.8 No.2, Desember 2009.