

Rancang Bangun Purwarupa Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Kepadatan Arus Kendaraan Berbasis Mikrokontroler ATMega 328P

Irfan¹, Diah Ruri Irawati^{2*}, Yudi Irawan Chandra³, Marti Riastuti⁴

^{1,2,3,4}STMIK Jakarta STI&K, Jakarta Selatan, Indonesia

E-mail: ¹irfansasa@gmail.com, ²diah.ruri@gmail.com, ³yirawanc@gmail.com,

⁴tutimarti67@gmail.com

* Corresponding Author

Abstract

Efficient and adaptive traffic light management is becoming increasingly important in the midst of rapid urban growth. This research aims to design and implement a prototype ATMega 328P microcontroller-based traffic light management system that is responsive to vehicle flow density. The ATMega 328P microcontroller was chosen for its robust and efficient ability to process real-time information. The research methodology involves analyzing the density of vehicle flow on a roadway and developing a traffic light setting algorithm that can automatically adjust the duration of the lights according to changing traffic conditions. The system is equipped with various sensors, such as vehicle presence sensors and traffic density sensors, to accurately detect and monitor traffic conditions. The prototype was tested in simulation and field experiments to evaluate its performance in optimizing traffic flow. The results show that the system is capable of improving traffic efficiency by reducing waiting time at intersections, reducing traffic congestion, and overall improving vehicle mobility. In addition, this implementation has the potential to reduce exhaust emissions and contribution to air pollution due to better vehicle movement efficiency. By utilizing microcontroller and sensor technology, these adaptive traffic light settings can be integrated in intelligent transportation systems to create more sustainable and environmentally friendly cities.

Keywords: Traffic Light Settings, Vehicle Flow Density, Traffic Adaptive System, ATMega 328P Microcontroller

Abstrak

Pengaturan lampu lalu lintas yang efisien dan adaptif menjadi semakin penting di tengah pertumbuhan kota yang pesat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan purwarupa sistem pengaturan lampu lalu lintas berbasis mikrokontroler ATMega 328P yang responsif terhadap kepadatan arus kendaraan. Mikrokontroler ATMega 328P dipilih karena kemampuannya yang tangguh dan efisien dalam mengolah informasi secara real-time. Metodologi penelitian melibatkan analisis kepadatan arus kendaraan pada suatu lintasan jalan dan pengembangan algoritma pengaturan lampu lalu lintas yang dapat menyesuaikan durasi lampu secara otomatis sesuai dengan kondisi lalu lintas yang berubah-ubah. Sistem ini dilengkapi dengan berbagai sensor, seperti sensor keberadaan kendaraan dan sensor kepadatan lalu lintas, untuk mendeteksi dan memonitor kondisi lalu lintas secara akurat. Purwarupa ini diuji coba dalam simulasi dan eksperimen lapangan untuk mengevaluasi kinerjanya dalam mengoptimalkan aliran lalu lintas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan efisiensi lalu lintas dengan mengurangi waktu tunggu di persimpangan, mengurangi kepadatan lalu lintas, dan secara keseluruhan meningkatkan mobilitas kendaraan. Selain itu, implementasi ini memiliki potensi untuk mengurangi emisi gas buang dan kontribusi terhadap polusi udara karena efisiensi pergerakan kendaraan yang lebih baik. Dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler dan sensor,

pengaturan lampu lalu lintas yang adaptif ini dapat diintegrasikan dalam sistem transportasi cerdas untuk menciptakan kota yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Kata kunci: *Pengaturan Lampu Lalu Lintas, Kepadatan Arus Kendaraan, Sistem Adaptif Lalu Lintas, Mikrokontroler ATmega328P,*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi sudah semakin maju. Diantaranya adalah perkembangan dunia transportasi di perkotaan maupun di pedesaan. Namun seiring dengan kemajuannya ternyata muncul berbagai masalah yang terjadi yaitu masalah kemacetan lalu lintas yang telah meresahkan bagi para pengguna jalan raya. Kemacetan lalu lintas telah banyak dijumpai di kota – kota besar di Indonesia, contohnya yaitu di Jakarta, Bandung, Surabaya, Yogyakarta dan masih banyak lagi, khususnya pada jam – jam sibuk yaitu pada jam berangkat kerja dan pada jam pulang kerja. Hal itu terjadi karena konsentrasi kendaraan banyak menumpuk di area perkotaan, sehingga tidak heran bila area perkotaan sering terjadi kemacetan karena kepadatan lalu lintas [1], [2] .

Saat ini kemacetan lalu lintas di perkotaan semakin parah, seiring dengan berjalannya waktu kondisi kemacetan yang terjadi di daerah perkotaan tidak semakin membaik, namun semakin memburuk dikarenakan jumlah kendaraan selalu bertambah dan tidak diimbangi dengan perluasan area jalan raya. Persimpangan adalah tempat konsentrasi konflik lalu lintas yang akan berpengaruh terhadap sistem lalu lintas secara keseluruhan. Berbagai upaya sudah dilakukan seperti menempatkan beberapa petugas kepolisian, membatasi pergerakan kendaraan, dan menggunakan lampu lalu lintas. Maka dari itu perlu adanya solusi untuk mengurangi kemacetan, salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi kemacetan lalu lintas adalah dengan membuat sistem pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan kendaraan dan pengalihan jalur sehingga tidak terjadi kepadatan pada satu titik yang mampu mengatur kelancaran arus lalu lintas di persimpangan jalan [3], [4] .

Penelitian ini mengambil kasus di persimpangan tiga lampu lalu lintas Jl. KH Hasyim Ashari-Jl H. Mansyur, Cipondoh Kota Tangerang, berdasarkan volume lalu lintas harian selalu terjadi kepadatan pada jam 07:00 sampai dengan jam 10:00 dan pada jam 16:30 sampai dengan jam 19:00. Dengan alasan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat kepadatan kendaraan dari ketiga ruas jalan yang menuju persimpangan Jl. KH Hasyim Ashari-Jl H. Mansyur dan untuk mengetahui waktu penyalan lampu lalu lintas yang optimal, sehingga waktu menunggu rata-rata yang dialami kendaraan dapat berkurang. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak berwenang, khususnya Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan (DLLAJ) untuk meninjau kembali pengoperasian lampu lalu lintas dan bagi pengguna jalan, penelitian ini bermanfaat untuk mengurangi waktu menunggu pada saat melewati persimpangan jalan Jl. KH Hasyim Ashari-Jl H. Mansyur [5], [6].

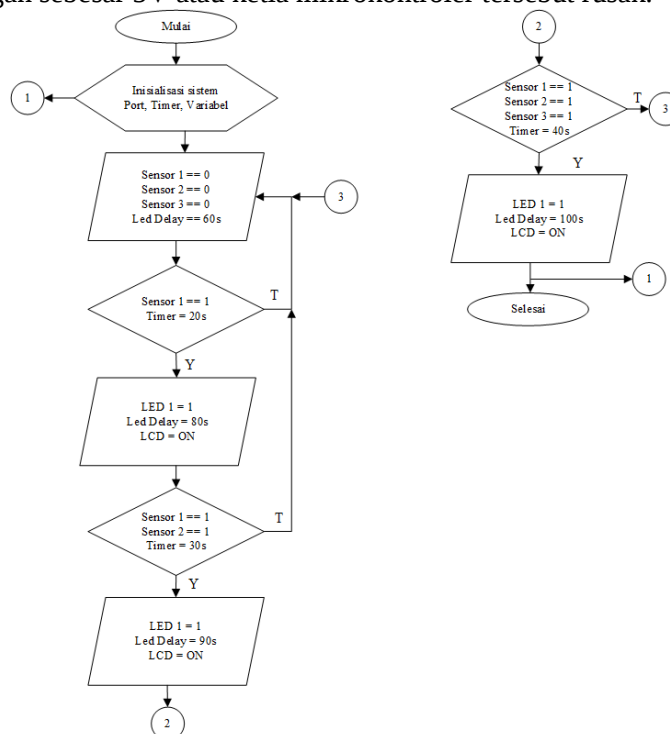
Pada penelitian ini, akan membahas sistem pengaturan lampu lalu lintas pada persimpangan jalan berdasarkan kepadatan kendaraan dan pengalihan jalur sehingga tidak terjadi kepadatan pada satu titik. Sistem pengaturan ini menggunakan sensor inframerah sebagai indikator untuk mendeteksi kepadatan kendaraan agar dapat mengatur lamanya waktu pada saat lampu hijau menyala, dan menggunakan mikrokontroler Arduino ATmega 328P sebagai pengendali utama [7], [8].

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka pokok permasalahan yang terdapat pada penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan kendaraan dan pengalihan jalur sehingga tidak terjadi kepadatan pada satu titik berbasis mikrokontroler Arduino ATmega 328P [9]–[11]. Sedangkan batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah cara kerja dari

alat sistem pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan kendaraan yang melintas pada persimpangan jalan berbasis mikrokontroler Arduino ATmega 328P dalam mengatur kemacetan pada lalu lintas dan membuat satu jalur pada lalu lintas tersebut karena satu LCD hanya bisa digunakan untuk satu Arduino karena disetiap LCD memiliki inisialisasi yang berbeda-beda. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem perangkat keras yang berfungsi untuk pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan kendaraan. Sistem yang dihasilkan dapat digunakan sehingga diharapkan dapat mengurangi kemacetan kendaraan di persimpangan jalan.

2. Metodologi Penelitian

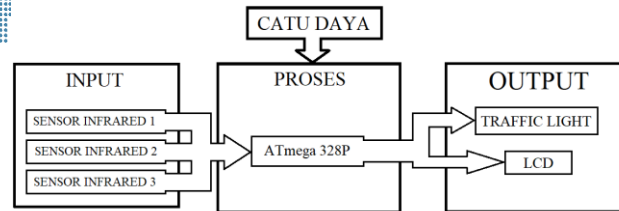
Sebelum melakukan penyusunan program, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menyusun suatu diagram alur atau flowchart yang akan digunakan sebagai acuan dari pemrograman pada mikrokontroler Arduino ATmega 328P. Pada Gambar 1 merupakan diagram alur sistem pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan kendaraan yang telah dibuat [12]. Langkah pertama yaitu saat program pada mikrokontroler melakukan inisialisasi sistem, mengaktifkan port – port yang diperlukan untuk setiap komponen, lalu mendeklarasikan variable yang akan digunakan dan mengaktifkan Infrared Adjustable Sensor serta timer. Langkah kedua, Led hijau akan menyala setiap 60 detik. Langkah ketiga, sensor akan aktif pada saat led merah menyala dan jika setiap sensor mendeteksi kepadatan kendaraan atau objek terkena sensor dan tidak bergerak selama 20 detik, maka lamanya led hijau menyala akan ditambahkan 10detik. Jika setiap sensor tidak mendeteksi kepadatan kendaraan maka led hijau menyala akan tetap yaitu 60 detik. Sistem akan terus aktif selama mikrokontroler diberikan masukan tegangan sebesar 5V atau ketika mikrokontroler tersebut rusak.



Gambar 1. Diagram Alur Program

Perancangan dan pembuatan alat dikelompokkan menjadi beberapa bagian yaitu : Diagram blok rangkaian mengGambarkan blok input, proses, dan output secara umum. Perancangan rangkaian dan komponen menjelaskan tahapan rancangan bangun alat, komponen yang dibutuhkan beserta fungsi dan rangkaian keseluruhan. Prinsip kerja rangkaian berisi jabaran proses kerja secara terperinci. Diagram alur program

mengGambarkan langkah kerja alat berupa diagram. Perancangan program mikrokontroler berisi tahapan pemrograman perangkat lunak.



Gambar 2. Diagram Blok Rangkaian

Berdasarkan Diagram Blok Rangkaian pada Gambar 2 Sensor *Infrared* berfungsi sebagai pendeteksi adanya antrian kendaraan yang terjadi pada lampu lalu lintas atau *Traffic Light*, kemudian Mikrokontroler ATmega 328P akan memproses data yang akan diterimanya dari Sensor *Infrared*, Mikrokontroler Raspberry akan mengendalikan penyalan lampu lalu lintas atau *Traffic Light*, lalu LCD berfungsi sebagai display jalan alternatif yang telah dihasilkan oleh pemrosesan data yang dilakukan oleh sensor *infrared* dan Mikrokontroler ATmega 328P.

3. Hasil dan Pembahasan

Lampu lalu lintas atau biasa kita sebut “Lampu Merah” adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas di persimpangan jalan maupun di penyeberangan pejalan kaki (Zebra Cross). Lampu ini menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan kapan kendaraan tersebut harus berhenti yang dilakukan secara bergantian sehingga tidak mengganggu antara lalu lintas yang ada. Sistem pengendalian lampu lalu lintas dikatakan baik jika lampu lalu lintas yang terpasang dapat berjalan baik secara otomatis dan dapat menyesuaikan diri dengan kepadatan lalu lintas pada tiap – tiap jalur. Namun, sampai saat ini masih ada beberapa lampu lalu lintas yang menggunakan sistem pengaturan waktu tetap karena pada sistem ini, lama waktu siklus lampu hijau, kuning dan merah diatur secara tetap sepanjang hari. Sistem ini kurang baik jika dipasang pada persimpangan jalan dengan pola lalu lintas yang tidak stabil, maka dari itu peneliti membuat perancangan sistem pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan kendaraan agar dapat mengurangi kepadatan yang ada di persimpangan dengan menggunakan infrared adjustable sensor untuk mendeteksi kepadatan.

3.1. Perancangan Rangkaian dan Komponen

Komponen yang dibutuhkan dalam merancang Purwarupa Traffic Light Berbasis Mikrokontroler ATmega terdiri atas komponen elektronika dan komponen pendukung, antara lain :

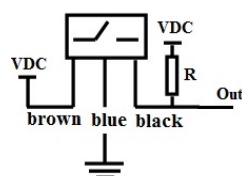
1. 1 buah modul Mikrokontroler ATmega 328P
2. 3 buah module LCD
3. 3 buah *Traffic Light*
4. 3 buah Sensor *Infrared*
5. Kabel konektor dan kabel USB

Cara kerja purwarupa *traffic light* adalah dengan memberi tegangan sebesar 5v. purwarupa *traffic light* dikendalikan oleh Mikrokontroler ATmega 328P. Mikrokontroler ATmega 328P digunakan untuk memproses perintah yang diberikan oleh Sensor *Infrared*, dan juga mengendalikan sumber daya maupun komponen-komponen yang terhubung dengan Mikrokontroler ATmega 328P. Mikrokontroler ATmega 328P membutuhkan tegangan atau daya sebesar 5v melalui kabel USB (*Universal Serial Bus*) yang terhubung dengan komputer, Sensor *Infrared* digunakan untuk mengatur untuk mendeteksi antrian

kendaraan. Lalu LCD digunakan untuk memberitahukan untuk menggunakan jalan alternatif lainnya.

3.2. Rangkaian Infrared Adjustable Sensor

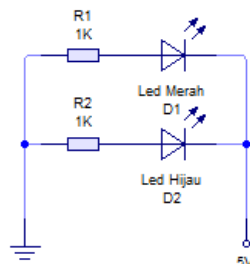
Sensor yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah *Infrared Adjustable Sensor* yang bekerja secara otomatis. Jarak pengaktifan sensor ini dapat diatur 3 Cm hingga 80 Cm secara garis lurus, pengaturan sensor ini secara manual melalui multitune yang terdapat pada bagian belakang sensor dan pada Gambar 3 terdapat lampu indikator saat kondisi *High* ("1") akan aktif apabila sensor mendeteksi benda pada jarak yang dapat dijangkau dan saat kondisi *Low* ("0") lampu akan tidak aktif saat jarak jangkauan tidak ada benda yang terdeteksi oleh sensor.



Gambar 3. Simbol dan Sensor dari Infrared Adjustable Sensor

3.3. Rangkaian LED (*Light Emitting Diode*)

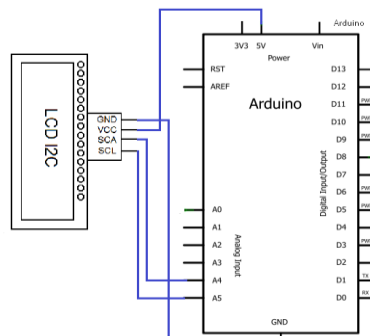
Rangkaian LED merupakan rangkaian yang dapat menghasilkan emisi cahaya apabila diberi tegangan searah. Rangkaian ini dapat disambung secara seri maupun parallel yang biasanya terdiri dari komponen tegangan input, arus listrik, LED dan resistor. Resistor berfungsi sebagai penghambat arus apabila arus yang dialirkan dari sumber terlalu besar untuk ukuran LED, terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skematik Rangkaian LED

3.4. Rangkaian LCD I2C

Rangkaian LCD berfungsi sebagai output dari inputan yang berupa sensor inframerah dan diubah menjadi teks. Gambar 5 menunjukkan skematik rangkaian LCD I2C.



.Gambar 5. Rangkaian LCD I2C yang terhubung mikrokontroler

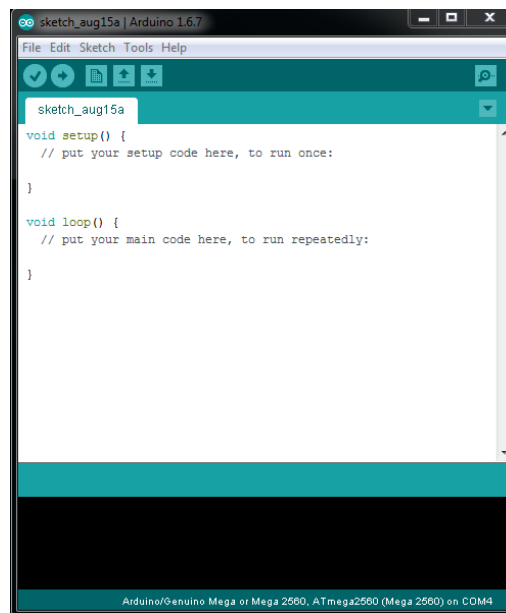
LCD I2C memiliki 4 buah pin yaitu SIGNAL, VCC, dan GND. Tabel 1 menunjukkan konfigurasi pin LCD I2C.

Tabel 1. Konfigurasi Pin LCD I2C

LCD I2C	Arduino Uno
GND	GND
VCC	5V
SDA	A4
SCL	A5

3.5. Perancangan Program Mikrokontroler Arduino Mega 328P

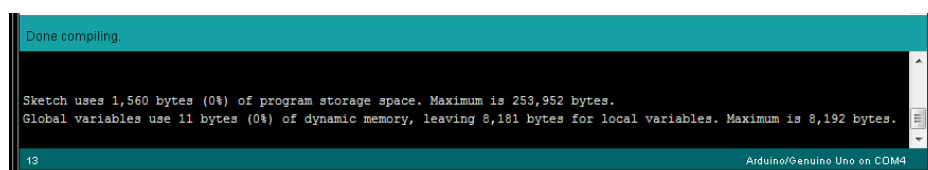
Pemrograman mikrokontroler dilakukan dengan cara menuliskan program ke memori mikrokontroler Arduino dengan bantuan software IDE Arduino. Arduino menggunakan *software processing* yang digunakan untuk menulis program ke dalam arduino. *Processing* sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java. Arduino tidak hanya sekedar alat pengembangan, tetapi kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE). IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory mikrokontroler, terlihat pada Gambar 6.

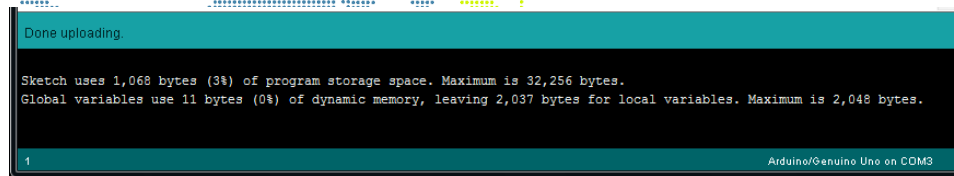


Gambar 6. Tampilan IDE Software Arduino

3.6. Proses Download Program ke Mikrokontroler

Program yang telah dirancang dan ditulis, kemudian di *compile* terlebih dahulu dan diperiksa apakah terdapat kesalahan didalamnya atau tidak. Software yang digunakan untuk menulis program, meng-compile sekaligus mengunggah program yaitu menggunakan IDE Arduino. Saat meng-compile program maka seharusnya tampil status *Done Compiling* dan terdapat ukuran dari program yang dibuat. Berikutnya adalah mengunggah program yang sudah dibuat tadi kedalam mikrokontroler dengan meng-klik tombol *Upload* sehingga muncul status *Done Uploading* seperti pada Gambar 7.

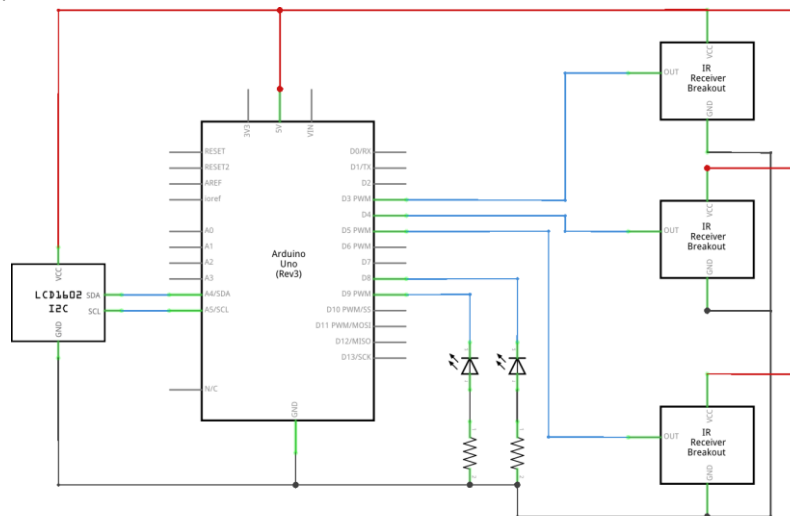




Gambar 7. Tampilan Proses Compile dan Uploading

3.7. Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian ini adalah rangkaian keseluruhan komponen yang terhubung ke dalam mikrokontroler Arduino ATmega 328P seperti yang terlihat pada Gambar 8, yang dapat bekerja setelah diberi tegangan 5V. Infrared Adjustable Sensor akan mendeteksi kepadatan kendaraan saat LED merah menyala, jika sensor mendeteksi kepadatan kendaraan atau objek tidak bergerak sama sekali selama 20 detik maka lamanya menyala LED hijau akan bertambah 10 detik dan pada LCD menunjukkan jalan alternatif yang telah disediakan.



Gambar 8. Rangkaian keseluruhan

3.8. Prosedur Pengujian

Pengujian yang akan dilakukan pada sistem pengaturan lampu lalu lintas ini dilakukan agar dapat diketahui kinerja dari alat dan program yang telah dibuat sehingga diperoleh suatu hasil dari masing-masing unit dalam sistem tersebut.

Tahapan yang perlu dilakukan untuk melakukan pengujian alat adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat – alat pengujian yang akan dilakukan uji coba yaitu Mikrokontroler Arduino ATmega 328P, *Infrared Adjustable Sensor*, LCD I2c, kabel konektor dan kabel USB.
2. Menyiapkan Laptop yang digunakan sebagai sumber tegangan.
3. Menghubungkan seluruh alat dengan laptop.
4. Setelah alat terhubung dengan laptop maka uji coba alat telah siap dilakukan

3.9. Pengujian Alat

Pada pengujian alat ini, digunakan metode pengukuran pada setiap blok rangkaian yang terdiri dari blok masukan, proses dan keluaran. Dalam pengujian ini ada 3 tahap, yaitu uji teknis, uji fungsional dan analisis percobaan. Uji teknis meliputi pengukuran spesifikasi besaran listrik yang bekerja pada komponen. Uji fungsional meliputi kinerja dan respon tanggap sensor dalam mendeteksi. Sedangkan analisis percobaan adalah penelaahan dari percobaan yang telah dilakukan.

1. Uji Teknis

Untuk melakukan pengukuran spesifikasi besaran listrik yang bekerja pada komponen dilakukan dengan menggunakan multimeter untuk mengetahui besaran tegangan atau *voltase*. Pengukuran dilakukan pada saat seluruh rangkaian pada tiap blok sistem pengaturan lampu lalu lintas terhubung dengan mikrokontroler Arduino ATmega 328P. Rangkaian ini terdiri dari rangkaian LED dan rangkaian *infrared adjustable sensor*. Uji teknis yang pertama dimulai dengan pengujian rangkaian LED yang digunakan sebagai indikator keluaran, pengujian menggunakan multimeter untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan LED saat menyala, terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian LED

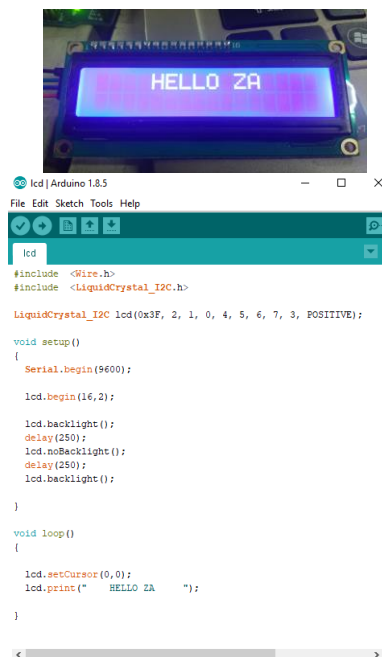
No	LED Merah	Tegangan (Volt)	LED Hijau	Tegangan (Volt)
1	Menyala	3,02	Menyala	2,00
2	Tidak Menyala	0	Tidak Menyala	0

Uji teknis yang kedua, dengan rangkaian *infrared adjustable sensor* yang digunakan untuk mendeteksi. Pengujian pada sensor ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan ketika sedang mendeteksi benda maupun saat tidak mendeteksi, terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian infrared adjustable sensor

No	Keadaan	Tegangan (Volt)
1	Terdeteksi	0,62
2	Tidak Terdeteksi	3,89

Uji teknis yang ketiga dengan rangkaian LCD yang digunakan untuk memunculkan keluaran yang dihasilkan oleh *infrared adjustable sensor*. Pengujian pada LCD dilakukan dengan cara memprogram untuk memunculkan hasil keluaran yang diinginkan, terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Uji teknis rangkaian LCD dan coding Arduino

2. Uji Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan untuk mengetahui inisialisasi dari setiap rangkaian apakah telah berjalan dan berfungsi dengan baik sesuai kebutuhan atau tidak. Uji fungsional pada sistem pengaturan lampu lalu lintas meliputi kinerja dan respon tanggap sensor dalam mendeteksi. Pengujian pertama yang dilakukan yaitu pada saat led menyala seperti yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil uji fungsional LED

Pengujian fungsional selanjutnya dilakukan pada infrared adjustable sensor. Uji coba fungsional pada sensor dilakukan dengan mengamati tingkat sensitifitas pendeteksian pada jarak sensor. Untuk mengatur jarak yang akan dideteksi oleh infrared adjustable sensor dilakukan dengan menggunakan peralatan pendukung yaitu penggaris mistar seperti terlihat pada Gambar 11. Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui jarak terjauh yang dapat dijangkau oleh sensor sehingga nantinya akan menjadi acuan dalam peletakkannya dalam sistem pengaturan lampu lalu lintas.

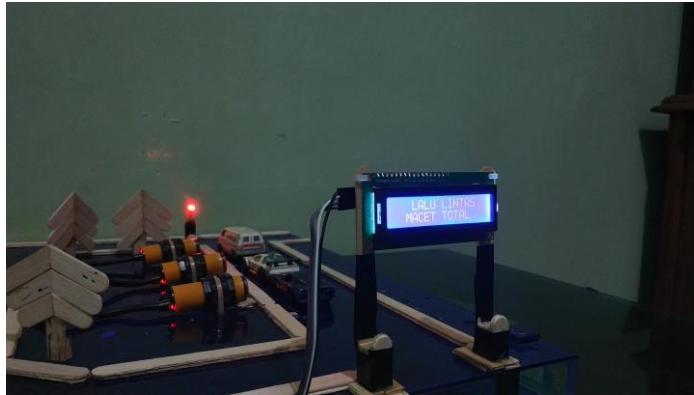


Gambar 11. Hasil Uji Fungsional Pengukuran Jarak Sensor

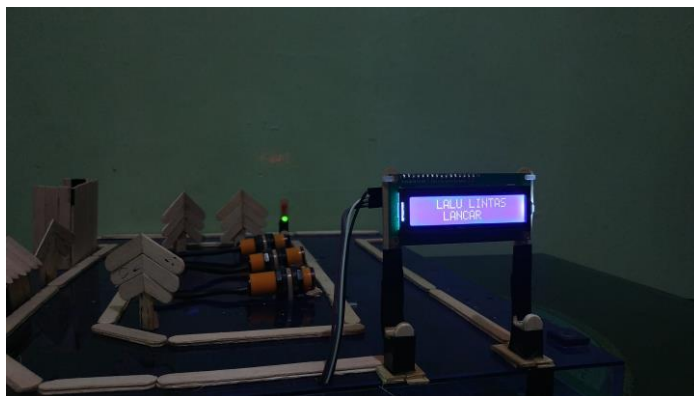
Penyesuaian jarak pada sensor dilakukan dengan cara menyetel multitune yang posisinya terdapat dibelakang sensor dengan menggunakan obeng (-). Pada pengujian dapat dilihat dari kondisi indikator berupa lampu LED pada infrared adjustable sensor yang akan terus menyala saat jarak 3 – 80 Cm. Sedangkan untuk kondisi 1 – 2 Cm indikator LED tidak menyala, begitu juga pada kondisi lebih dari 80 Cm. maka pada pengujian ini didapatkan data minimal dan maksimal, sehingga bisa dijadikan kesimpulan yaitu jarak minimal yang bisa dijangkau oleh infrared adjustable sensor ini adalah 3 Cm, sedangkan jarak maksimalnya yaitu 80 Cm.

Pengujian dilakukan pada purwarupa sistem pengaturan lampu lalu lintas dipersimpangan jalan. Sistem akan aktif atau saat mikrokontroler Arduino ATmega 328P diberi tegangan sebesar 5V dan LED hijau akan menyala setiap 60 detik. untuk tampilan detik pada serial monitor arduino IDE. Tahap selanjutnya yaitu saat kondisi LED merah menyala maka Infrared Adjustable Sensor akan mendeteksi dan mengirim sinyal ke mikrokontroler. jika terjadi kepadatan kendaraan atau kendaraan tidak bergerak sama

sekali selama 20 detik, maka lamanya LED hijau menyala akan bertambah 10 detik disetiap sensor menjadi 70 detik, tampilan detik bertambah pada serial monitor arduino IDE. Jika sensor tidak mendeteksi kepadatan kendaraan atau sensor mendeteksi kurang dari 20 detik maka lamanya LED hijau menyala akan tetap yaitu 60 detik. Pada saat LED Hijau Menyala, Infrared Adjustable Sensor hanya menerima dan tidak mengirimkan sinyal ke mikrokontroler, terlihat pada Gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Sensor mendeteksi kepadatan kendaraan



Gambar 13. Sensor tidak mendeteksi kepadatan kendaraan

Tabel 4 menjelaskan hasil pengujian sistem pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan kendaraan berbasis Mikrokontroler Arduino ATmega328P.

Tabel 4. Hasil pengujian sistem pengaturan lampu lalu lintas

Catu Daya	Timer (s)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
5Volt	Kondisi Ke 1										
	LED Merah Menyala (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sensor 1 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Sensor 2 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Sensor 3 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	LedDelay Hijau(s)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	90
	LED Hijau Menyala (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sensor 1 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Sensor 2 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Sensor 3 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	LedDelay Merah(s)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
5Volt	Kondisi Ke 2										
	LED Merah Menyala (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sensor 1 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Sensor 2 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Sensor 3 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Catu Daya	Timer (s)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	LedDelay Hijau(s)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	80
	LED Hijau Menyala (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sensor 1 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Sensor 2 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Sensor 3 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	LedDelay Merah(s)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
5Volt	Kondisi Ke 3										
	LED Merah Menyala (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sensor 1 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Sensor 2 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sensor 3 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LedDelay Hijau(s)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	70
	LED Hijau Menyala (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sensor 1 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Sensor 2 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sensor 3 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	LedDelay Merah(s)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
5Volt	Kondisi Ke 4										
	LED Merah Menyala (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sensor 1 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sensor 2 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sensor 3 Mendeteksi (Biner)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LedDelay Hijau(s)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	LED Hijau Menyala (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sensor 1 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sensor 2 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sensor 3 Tidak Mendeteksi (Biner)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	LedDelay Merah(s)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

Lamanya LED hijau menyala akan bertambah 10 detik pada setiap sensor dan jika pada semua sensor berkondisi high maka lampu hijau akan menjadi 90 detik. pada semua rangkaian lampu merah jika sensor yang dipasang disetiap rangkaian lampu merah mendeteksi adanya kepadatan kendaraan atau pada saat objek (benda) tidak bergerak sama sekali dan mengenai sensor selama 20 detik.

3.10. Analisis Percobaan

Secara umum rangkaian ini terdiri dari 3 bagian yaitu masukan, proses dan keluaran. Masukan terdiri dari *infrared adjustable sensor* yang berfungsi sebagai pemberi sinyal masukan ke bagian proses (pengolah data). Pada bagian pemroses data yaitu Mikrokontroler Arduino ATmega 328P yang berfungsi untuk mengolah masukan yang diterima menjadi keluaran. Setelah pemrosesan selesai maka diperoleh suatu keluaran berupa LED. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh informasi yaitu keadaan awal sistem pengaturan lampu lalu lintas ini, LED hijau menyala selama 60 detik dan infrared adjustable sensor akan mendeteksi dan mengirimkan sinyal ke Mikrokontroler ATmega 328P saat keadaan LED merah menyala. jika infrared adjustable sensor mendeteksi benda selama 20 detik maka akan berpengaruh terhadap komponen keluaran yaitu lamanya LED hijau menyala akan bertambah 10 detik disetiap sensor maka akan menjadi 70 detik dan ketika kedua infrared adjustable mendeteksi benda selama 20 detik maka lampu hijau akan bertambah selama 20 detik yaitu menjadi 80 detik dan apabila semua infrared adjustable mendeteksi benda selama 20 detik maka lampu hijau akan bertambah 30 detik yaitu menjadi 90 detik. Apabila infrared adjustable sensor mendeteksi benda kurang dari 20 detik maka lamanya LED menyala tidak akan bertambah. Sedangkan pada saat keadaan LED hijau menyala, Infrared Adjustable Sensor hanya menerima sinyal, tidak mengirimkan sinyal ke mikrokontroler. Sistem pengaturan lalu lintas ini dapat mengurangi kemacetan yang terjadi di persimpangan jalan yang tidak stabil.

4. Kesimpulan

Pengembangan purwarupa sistem pengaturan lampu lalu lintas berbasis mikrokontroler ATmega 328P dengan fokus pada adaptasi terhadap kepadatan arus kendaraan menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi dan responsivitas dalam mengelola lalu lintas. Melalui analisis kepadatan arus kendaraan, perancangan algoritma adaptif, dan pemanfaatan sensor-sensor, sistem ini mampu secara dinamis mengatur durasi lampu lalu lintas sesuai dengan kondisi aktual lalu lintas. Hasil eksperimen dan simulasi menunjukkan bahwa purwarupa ini dapat mengoptimalkan aliran lalu lintas, mengurangi waktu tunggu di persimpangan, dan secara keseluruhan meningkatkan mobilitas kendaraan. Penggunaan mikrokontroler ATmega 328P sebagai otak sistem membuktikan keandalan dan keefisienannya dalam pengolahan informasi real-time, sementara integrasi sensor-sensor mendukung deteksi akurat kondisi lalu lintas. Dengan demikian, purwarupa ini memiliki potensi untuk diterapkan dalam pengaturan lalu lintas yang lebih cerdas dan adaptif di lingkungan perkotaan, memberikan kontribusi pada pengurangan kemacetan, peningkatan efisiensi transportasi, dan pembentukan kota yang lebih berkelanjutan secara keseluruhan. Dalam konteks ini, penerapan teknologi berbasis mikrokontroler ATmega 328P membuka peluang untuk solusi inovatif dalam mengatasi tantangan lalu lintas perkotaan.

Berdasarkan masalah dan pembahasan maka saran untuk pengembangan aplikasi adalah Optimalkan Algoritma Adaptif: Selidiki lebih lanjut algoritma adaptif yang digunakan untuk pengaturan lampu lalu lintas. Upayakan peningkatan yang dapat meningkatkan respons terhadap fluktuasi kepadatan arus kendaraan, meminimalkan waktu tunggu, dan mencapai efisiensi lalu lintas yang lebih tinggi. Integrasi Sensor Lanjutan: Pertimbangkan integrasi sensor-sensor lanjutan, seperti sensor kamera atau sensor citra, untuk meningkatkan akurasi deteksi kepadatan arus kendaraan. Hal ini dapat membantu mengidentifikasi kondisi lalu lintas dengan lebih akurat dan memperbaiki respons sistem secara lebih efektif. Konektivitas dan Komunikasi: Pertimbangkan penerapan konektivitas yang lebih baik antar lampu lalu lintas. Implementasikan sistem komunikasi antar lampu lalu lintas untuk berbagi informasi kepadatan arus kendaraan dan bersinergi dalam mengelola lalu lintas secara terkoordinasi. Pengembangan Antarmuka Pemantauan: Rancang antarmuka pemantauan yang user-friendly untuk pemantauan dan pengelolaan jarak jauh. Dengan antarmuka yang baik, pemantauan dan penyesuaian parameter sistem dapat dilakukan dengan mudah oleh operator lalu lintas. Uji Coba Lanjutan di Lingkungan Nyata: Lakukan uji coba lanjutan di lingkungan nyata dengan kerjasama instansi pemerintah terkait dan pihak terkait lainnya. Pengujian di lapangan dapat memberikan wawasan lebih mendalam tentang kinerja sistem dalam kondisi lalu lintas yang berbeda. Perhatikan Aspek Keamanan dan Privasi: Pastikan bahwa sistem ini memperhatikan keamanan data dan privasi pengguna. Sertakan langkah-langkah keamanan yang memadai untuk melindungi data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor dalam sistem. Pertimbangkan Aspek Lingkungan: Evaluasi dampak lingkungan dari implementasi sistem ini. Tinjau potensi pengurangan emisi gas buang dan dampak positif terhadap lingkungan perkotaan untuk menekankan manfaat keberlanjutan. Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan rancang bangun purwarupa ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem pengaturan lampu lalu lintas yang lebih canggih dan berdampak positif dalam mengelola mobilitas kendaraan di lingkungan perkotaan.

Daftar Pustaka

- [1] E. N. Julianto, "Hubungan Antara Kecepatan, Volume Dan Kepadatan Lalu Lintas Ruas Jalan Siliwangi Semarang," *J. Tek. Sipil Dan Perenc.*, vol. 12, no. 2, Art. no. 2, 2010, doi: 10.15294/jtsp.v12i2.1348.
- [2] D. N. Anggarani, M. Rahardjo, and N. Nurjazuli, "Hubungan Kepadatan Lalu Lintas Dengan Konsentrasi Ccph Pada Masyarakat Berisiko Tinggi Di Sepanjang Jalan

- Nasional Kota Semarang.” *J. Kesehat. Masy.*, vol. 4, no. 2, Art. no. 2, Apr. 2016, doi: 10.14710/jkm.v4i2.11939.
- [3] J. Vironika, I. B. M. Astawa, and I. P. A. Citra, “Analisis Tingkat Kepadatan Lalu Lintas Di Kecamatan Denpasar Barat,” *J. Pendidik. Geogr. Undiksha*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2013, doi: 10.23887/jjpg.v1i2.20370.
- [4] B. Saputra and D. Savitri, “Analisis Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu-Lintas Berdasarkan Model Greenshield, Greenberg dan Underwood,” *J. Manaj. Aset Infrastruktur Fasilitas*, vol. 5, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2021, doi: 10.12962/j26151847.v5i1.8742.
- [5] W. Widodo, N. Wicaksono, and H. Harwin, “Analisis Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu Lintas dengan Metode Greenshields dan Greenberg,” *Semesta Tek.*, vol. 15, no. 2, Art. no. 2, 2012, doi: 10.18196/st.v15i2.1361.
- [6] A. K. Harahap and I. Modifa, “Kajian Pembangunan Jalan Lingkar Luar (Ringroad) Dari Segi Kepadatan Lalu Lintas Di Kota Pematangsiantar,” *J. Santeksipil*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, 2020, doi: 10.36985/jsl.v1i1.7.
- [7] A. Fatoni, D. D. Nugroho, and A. Irawan, “Rancang Bangun Alat Pembelajaran Microcontroller Berbasis Atmega 328 Di Universitas Serang Raya,” *PROSISKO J. Pengemb. Ris. Dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2015, Accessed: Dec. 14, 2023. [Online]. Available: <https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/PROSISKO/article/view/93>
- [8] M. Caruso *et al.*, “Low-cost smart energy managment based on ATmega 328P-PU microcontroller,” in *2017 IEEE 6th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)*, Nov. 2017, pp. 1204–1209. doi: 10.1109/ICRERA.2017.8191244.
- [9] J. Dolinay, P. Dostálek, and V. Vašek, “Advanced debugger for Arduino,” 2021, doi: 10.14569/IJACSA.2021.0120204.
- [10] F.- Puspasari, I.- Fahrurrozi, T. P. Satya, G.- Setyawan, M. R. A. Fauzan, and E. M. D. Admoko, “Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian,” *J. Fis. Dan Apl.*, vol. 15, no. 2, Art. no. 2, Jun. 2019, doi: 10.12962/j24604682.v15i2.4393.
- [11] A. G. Smith, *Introduction to Arduino*. 2011. Accessed: May 29, 2023. [Online]. Available: <http://103.62.146.201:8081/xmlui/handle/1/5499>
- [12] Y. I. Chandra and K. Kosdiana, “Rancang Bangun Purwarupa Pendeteksi Berat Muatan Bus Transjakarta Menggunakan Metode Incremental Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” *Innov. Res. Inform. Innov.*, vol. 2, no. 1, Apr. 2020, doi: 10.37058/innovatics.v2i1.1477.