

Rancang Bangun Lampu Pengatur Lalu Lintas Berbasis Gerbang Logika

Emilham Mirshad^{1*}, Yudhi Diputra², Rudi Mulya³
Teknik Elektro/ Fakultas Teknik/ Universitas Negeri Padang²³
*)Corresponding author, email: emilhammirshad@ftu.unp.ac.id

Abstrak	INFO.
<p>Sistem kendali lampu lalu lintas (Lampu lalu lintas) mengambil peran penting dalam memberikan pengaturan yang lebih baik dan mengontrol arus lalu lintas. Strategi yang lebih baik dalam pengendalian arus lalu lintas dapat meningkatkan pergerakan kendaraan dengan mempersingkat waktu perjalanan. Penulisan ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat Lampu lalu lintas dengan gerbang logika. Perancangan peralatan menggunakan sistem tata lampu lalu lintas simpang empat fase yang berarti akan ada empat lampu hijau yang akan menyala secara bergantian dan empat lampu merah yang 3 hidup bersamaan. Tahap desain dimulai dari perancangan perangkat keras yang mengacu pada sistem blok diagram, selanjutnya program dibuat sesuai dengan perencanaan. Sensor Infra merah adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya infra merah (<i>infra red</i>, IR). Sensor infra merah atau detektor infra merah saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu modul dan dinamakan sebagai IR Detector Photomodules. IR Detector Photomodules merupakan sebuah chip detektor infra merah digital yang di dalamnya terdapat fotodiode dan penguat (amplifier). Hasil pengujian alat ini menunjukkan LED dan seven segment yang ditampilkan akan menyala sesuai masukan sensor</p>	<p>Info. Artikel: No. 424 Received. June, 19, 2023 Revised. July, 12, 2023 Accepted. July, 19, 2023 Page. 428 - 433</p> <p>Kata kunci: ✓ Lampu lalu lintas ✓ Sensor Infra merah ✓ Sistem Kendali ✓ Gerbang Logika</p>
<p>Abstract</p> <p><i>The traffic light control system) plays an important role in providing better regulation and controlling traffic flow. A better strategy in controlling traffic flow can increase vehicle movement by shortening travel time. This writing aims to design and create a Lampu lalu lintas tool with logic gates. The design of the equipment uses a four-phase intersection lampu lalu lintas system which means that there will be four green lights that will flash alternately and four red lights that will be on simultaneously. The design phase starts with hardware design which refers to the block diagram system, then the program is made according to the plan. Infra merah sensor is an electronic component that can identify infra merah light (infra red, IR). Infra merah sensors or infra merah detectors are currently made specifically in one module and are called IR Detector Photomodules. IR Detector Photomodules is a digital infra merah detector chip in which there is a photodiode and amplifier. The test results of this tool show that the displayed LED and seven segment will light up according to the sensor input.</i></p>	

PENDAHULUAN

Dewasa ini ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang, yang tentunya berdampak pada perkembangan perangkat dan kendali komputerisasi digital. Dasar dari sistem kendali digital ini berupa teknik digital yang terdiri dari gerbang-gerbang logika yang perkembangannya kini disusun menjadi satu dalam bentuk sirkuit terpadu (IC). IC adalah salah satu komponen yang paling banyak digunakan dalam elektronika. Dalam bidang elektronika, rangkaian terpadu dibagi menjadi dua bagian, yaitu rangkaian terpadu semikonduktor oksida logam komplementer (CMOS) dan rangkaian terpadu logika transistor-transistor (TTL). Saat ini, IC CMOS lebih banyak digunakan karena ukuran komponennya yang lebih kecil daripada IC TTL dan lebih sedikit daya yang digunakan dalam IC CMOS daripada IC TTL [1], [2].

Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi juga berdampak pada peralatan yang digunakan dalam rangka membantu kelancaran suatu urusan, seperti pengaturan lampu lalu lintas [3],

[4]. Lampu lalu lintas adalah lampu vital yang digunakan untuk mengatur kelancaran lalu lintas di suatu persimpangan dengan cara memberi kesempatan pengguna jalan masing-masing arah untuk berjalan secara bergantian [5]–[8]. Dengan fungsinya yang sangat vital, pengendalian lampu lalu lintas dilakukan semudah dan seefisien mungkin dalam rangka memperlancar arus lalu lintas di suatu persimpangan jalan [9]–[12]. Seiring dengan perkembangan zaman yang juga disertai dengan perkembangan teknologi, jumlah kendaraan terus bertambah sehingga lalu lintas juga semakin padat, akan tetapi hal tersebut tidak diikuti dengan perkembangan infrastruktur yang ada [13]. Menurut Hadi et al (2022) pengaturan lampu lalu lintas dapat dilakukan secara sederhana. Pengaturan lampu lalu lintas dengan menggunakan rangkaian listrik logika berdampak pada kelancaran dan mengurai kemacetan di jalan [10], [14].

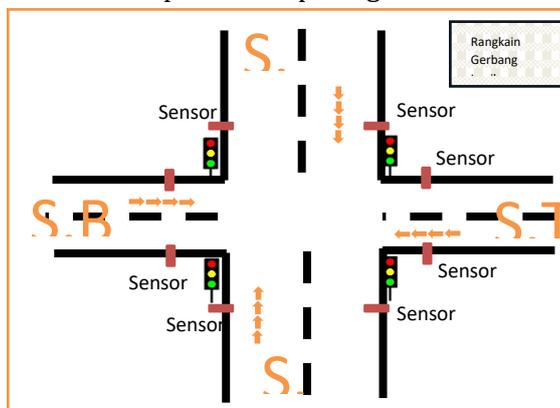
Rangkaian listrik logika terdiri dari satu atau beberapa gerbang logika. Gerbang logika diimplementasikan di dalam merancang dan mendesain berdasarkan atas level masukan digital dan menghasilkan keluaran sebuah kelauran yang hanya bergantung pada susunan rangkaian itu sendiri [15]. Pengayaan gerbang logika banyak dipraktikkan di laboratorium khususnya topik elektronika digital. Namun di dalam proses pembelajarannya tidak ada pembahasan khusus terkait dengan penerapan prinsip gerbang logika pada kasus tertentu.

Penelitian terkait dengan penerapan prinsip gerbang logika dirancang dan diimplementasikan pada prototipe pengaturan lalu lintas berdasarkan atas prioritas jalan. Gerbang logika AND, OR, dan NOT dan sensor pendeteksi kendaraan digunakan pada penelitian ini. Penelitian ini juga mempertimbangkan waktu tunda yang bervariasi, dan mungkin juga sinyal dari sistem kendali lalu lintas yang lebih besar sehingga sistem lebih efisien mengatur aliran lalu lintas dengan mempertimbangkan kondisi yang berbeda serta keputusan pengendalian dapat diambil dengan cepat dan tepat sesuai dengan aturan dan regulasi lalu lintas yang berlaku. Diharapkan prototipe ini dapat menjadi contoh penerapan gerbang logika sederhana bagi siswa yang sedang mempelajari elektronika digital.

METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem

Perancangan lampu lalu lintas berbasis gerbang logika dimulai dengan pendeteksian objek atau miniatur kendaraan oleh infra merah (IR Transmitter). Sinyal yang dibangkitkan ini merupakan sinyal yang dipantulkan oleh objek atau miniatur kendaraan dan diterima oleh penerima infra merah (IR receiver). Setiap sinyal yang diterima oleh penerima infra merah akan diteruskan ke rangkaian IC gerbang logika yaitu IC 7404, 7432 dan 7408. Sinyal dari keluaran ini akan masuk secara terpisah ke rangkaian logika lainnya. Hasil dari keluaran rangkaian ini merupakan bilangan-bilangan biner yang akan menjadi keluaran dari lampu lalu lintas yang sesuai. Prinsip kerja sensor pengirim sinyal infra merah dan penerima sinyal infra merah dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Sensor Infra merah Transmitter dan Receiver sebagai masukan rangkai gerbang logika

Keluaran sinyal yang dihasilkan oleh sensor infra merah akan diubah menjadi angka 0 dan 1. Agar infra merah dapat mendeteksi kendaraan yang lewat, maka infra merah dipasang di persimpangan jalan. Pada saat terdapat kendaraan melintas di area yang terdeteksi sensor, maka sensor infra merah akan

mengirimkan sinyal. Sinyal digital yang diterima dari sensor infra merah diproses menggunakan gerbang logika yang terdiri atas gerbang AND, OR dan NOT. Rangkaian gerbang logika ini menghasilkan keputusan berdasarkan pada sinyal masukan dari infra merah. Keluaran dari gerbang logika ini menghasilkan sinyal kendali lampu lalu lintas.

Sistem ini dirancang dengan mengandalkan infra merah sebagai sinyal masukan. Sinyal digital yang dikirimkan oleh infra merah diterima dan diproses oleh gerbang AND, OR dan NOT. Jika sensor infra merah mendeteksi keberadaan kendaraan pada arah persimpangan tertentu, gerbang logika akan memberikan sinyal kendali untuk mengubah sinyal lampu pada arah persimpangan tersebut menjadi hijau dan mengirimkan sinyal kendali kepada ketiga lampu lalu lintas lainnya menjadi merah. Namun jika pada lebih dari satu arah persimpangan terdeteksi kendaraan, maka gerbang logika akan mengatur lampu lalu lintas dengan melakukan prioritas. Prioritas pada rangkaian gerbang logika ini adalah berdasarkan arah jarum jam. Arah persimpangan ini diprioritaskan dari arah utara S.U (sensor utara), arah utara S.L (sensor selatan), arah utara S.B (sensor barat) dan arah utara S.T (sensor timur).

Gerbang Logika

Sebuah rangkaian yang menggunakan prinsip gerbang logika yang bernilai 1 ketika bertegangan tinggi (high) dan bernilai 0 jika bertegangan rendah (low) [16]. Namun pada sensor infra merah tidak berlaku hal demikian. Terdapat dua kondisi ketika ada atau tidak objek di depan sensor infra merah. Dimana pada sensor infra merah, nilai tegangan akan rendah / low jika terdapat objek atau miniatur kendaraan. Dan akan bertegangan tinggi/high jika tidak terdapat objek atau miniatur kendaraan. Agar rangkaian gerbang logika bisa berjalan sesuai, maka setiap masukan dan keluaran dari sensor infra merah harus melalui sebuah gerbang NOT. Sepasang keluaran sensor infra merah pada persimpangan yang berdekatan akan menjadi masukan pada sebuah gerbang OR. Keluaran dari gerbang OR akan menjadi masukan pada sebuah gerbang AND dan menjadi masukan ke gerbang NOT dan menjadi masukan ke gerbang AND lainnya. Kedua logika ini berlaku untuk semua sensor pada perempatan jalan. Dimana untuk keempat simpang ini dikodekan dengan S.U (sensor utara), S.L (sensor selatan), S.B (sensor barat) dan S.T (sensor timur).

Rangkaian Sensor Infrared

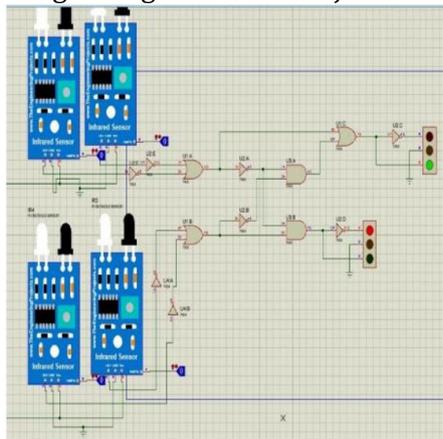
Dalam perancangan ini, sensor infra merah menggunakan modul infra merah FC-51. Modul infra merah bekerja dengan mendeteksi sinar infra merah pada area kerjanya. Modul infra merah FC-51 memiliki 2 komponen utama, yaitu pemancar infra merah (IR Transmitter) dan penerima infra merah (IR Receiver). Pemancar infra merah terdiri atas sebuah photodiode yang memancarkan sinar infra merah, sedangkan penerima infra merah merupakan sebuah dioda tertentu yang menerima sinar infra merah [17], [18]. Gambar modul infra merah FC-51 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Modul Infra merah FC-51

Pada Gambar 3 terlihat gambar skematis dari masukan sensor infra merah yang masuk ke rangkaian gerbang logika. Gerbang logika yang digunakan adalah gerbang NOT, AND dan OR. Keluaran dari sensor infra merah bertegangan rendah sehingga untuk membalikkan sinyal keluaran menjadi bertegangan tinggi, maka diperlukan sebuah gerbang NOT pada setiap keluaran sensor infra merah. Sepasang modul FC-51 digabungkan menjadi satu. Keluaran dari dua modul Infra merah FC-51 setelah melewati gerbang NOT ini menjadi masukan ke sebuah gerbang OR. Keluaran OR dibagi menjadi 2 keluaran. Keluaran pertama langsung memasuki ke sebuah gerbang AND dan keluaran kedua melewati sebuah gerbang NOT. Keluaran gerbang AND pertama menjadi masukan ke sebuah gerbang OR. Keluaran gerbang OR

ini menjadi masukan ke gerbang NOT dan seterusnya menjadi masukan ke lampu lalu lintas. Sementara keluaran gerbang AND dimasukkan ke gerbang NOT dan menjadi masukan ke lampu lalu lintas.



Gambar 3. Desain Sensor infra merah ke lampu pengatur lalu lintas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suatu perancangan sistem kendali lampu lalu lintas perlu untuk memperhatikan prioritas persimpangan dan lama waktu tunggu kendaraan[19], [20] .Perancangan gerbang logika ditetapkan bahwa ada persimpangan. Pada penelitian ini, persimpangan dari arah utara dan selatan merupakan arah jalan prioritas. Jika diperoleh logika 1 pada dari arah jalan utara (SU) dan dari arah selatan (SL), maka lampu lalu lintas pada arah barat dan timur akan merah dan lampu hijau akan menyala pada persimpangan dari arah utara dan selatan. Namun, jika nilai sensor infra merah dari arah utara dan atau selatan bernilai 0 sementara pada salah satu simpang dan atau kedua simpang timur dan barat bernilai 1, maka lampu lalu lintas dari arah utara dan selatan akan menyala merah sedangkan lampu lalu lintas dari arah barat dan timur akan menyala hijau. Selanjutnya jika sensor infra merah di semua persimpangan bernilai 0, maka lampu lalu lintas di persimpangan prioritas yaitu dari arah utara dan selatan akan menyala hijau sedangkan lampu lalu lintas dari arah utara dan selatan akan menyala merah. Tabel 1 memperlihatkan tabel kebenaran untuk semua sensor infra merah di setiap persimpangan.

Tabel 1. Tabel Kebenaran Sistem Pengatur Lampu Lalu Lintas berbasis sensor infra merah

S.U	S.L	S.B	S.T	Lampu Hijau US	Lampu Hijau TB
1	1	1	1	1	0
1	1	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	0
1	0	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1
0	0	1	0	0	1
0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	1	0

Desain akhir proyek miniatur lampu lalu lintas ini merupakan replika dari lampu lalu lintas yang digunakan dalam sistem lalu lintas nyata. Penelitian ini mencakup 2 lampu utama, yaitu merah dan hijau, yang dipasangkan secara vertikal untuk menggambarkan urutan perubahan warna yang khas dalam sistem lalu lintas. Setiap lampu lalu lintas direpresentasikan oleh LED dengan warna yang sesuai, dengan intensitas cahaya yang cukup untuk memberikan visualisasi yang jelas. Dalam desain ini, LED merah mewakili berhenti, dan LED hijau menandakan berjalan. 2 LED ini ditempatkan secara berurutan untuk menciptakan tampilan yang mudah dibaca dan dikenali. Kendali perubahan warna lampu lalu lintas diatur melalui sensor infra merah kemudian diproses oleh IC gerbang yang terhubung dengan LED dan beroperasi sesuai dengan algoritma yang telah ditunjukkan oleh gambar skematis di atas. IC di sini berfungsi sebagai otak sistem, menerima masukan dari sensor untuk memulai atau menghentikan simulasi perubahan warna.

PENUTUP

Berdasarkan hasil perancangan yang dilakukan pada penelitian ini, perancangan dan pembuatan Lampu lalu lintas dengan sensor infra merah berbasis gerbang logika dengan adanya sensor pendeteksi seperti infra merah dapat mengambil keputusan logis dengan cepat, sehingga mengoptimalkan aliran lalu lintas dan mengurangi waktu tunggu bagi pengguna jalan. Hal ini membuat sistem lebih efisien mengatur aliran lalu lintas dengan mempertimbangkan kondisi yang berbeda. Keputusan pengendalian dapat diambil dengan cepat dan tepat sesuai dengan aturan dan regulasi lalu lintas yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Beauty, A. Darmawansyah, and M. Julius St, "Perancangan Rangkaian Terpadu Penguat Operasional Untuk Pengatur Nada," *Jurnal EECCIS*, vol. 3, no. 2, 2009.
- [2] S. Siswoko, H. Singgih, and A. Komarudin, "Disain Perancangan Alat Uji IC TTL / CMOS Untuk Penunjang Laboratorium Elektronika Digital," *JURNAL ELTEK*, vol. 17, no. 2, 2019, doi: 10.33795/eltek.v17i2.186.
- [3] Mohamad Sudi, "Implikasi Perkembangan Teknologi Komunikasi Terhadap Peradaban Dan Komunikasi Antar Manusia," *Gema Kampus IISIP YAPIS Biak*, vol. 13, no. 2, 2019, doi: 10.52049/gemakampus.v13i2.68.
- [4] D. Setiawan, "Dampak Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi Terhadap Budaya," *JURNAL SIMBOLIKA: Research and Learning in Communication Study*, vol. 4, no. 1, 2018, doi: 10.31289/simbollika.v4i1.1474.
- [5] D. Ramadhany, "Simulasi Lampu Lalu Lintas Pintar Menggunakan Artificial Neural Network," *Skripsi*, 2020.
- [6] G. Hozanna, D. Nur, and Kasim, "Sistem Monitoring Dan Controlling Lampu Lalu Lintas Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan Lora," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2021*, no. September, 2021.
- [7] M. H. Rifqo and H. Aprianti, "Sistem Respon Lampu Lalu Lintas Terhadap Pelanggaran Pengendara Menggunakan Ultrasonik," *JSAI (Journal Scientific and Applied Informatics)*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.36085/jsai.v3i1.946.
- [8] N. Mufidah, "Pemodelan antrian kendaraan bermotor menggunakan model antrian m/m/1 di Simpang Tiga Ringroad Utara Yogyakarta pada pagi hari dan sore hari," *Program Studi Statistika Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia*, 2018.
- [9] Azmi. et. all, "Implementasi Peraturan Menteri Perhubungan No 27 Tahun 2018 Tentang Alat Penerangan Jalan Umum Di Kelurahan Pasir Panjang Kecamatan," *Kemunting, Jurnal*, vol. 1, no. 27, 2020.
- [10] M. I. Hadi, D. K. Silalahi, and P. D. Wibawa, "Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Deteksi Volume Kendaraan Menggunakan Metode Yolov3 Traffic Light Setting Based On Vehicle Volume Detection Using The Yolov3 Method," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 9, no. 5, 2022.
- [11] Muhammad, Syukriah, and Dahniar, "Analisis Optimasi Traffic Light Dengan Teori Fuzzy Logic Menggunakan Alternatif Aplikasi Matlab (Studi Kasus Simpang Empat Lhokseumawe)," *Seminar Nasional Teknik Industri [SNTI2017]*, vol. 1, no. September, 2017.
- [12] M. Munif and M. A. Sutisna, "Simulasi Traffic Light Dengan Arduino Uno," *Jurnal Sibernetika*, vol. 6, no. 2, 2021.
- [13] D. R. Kristanti, "Revolusi Perkembangan Magnet pada Sarana Transpotasi Kereta API dengan Menggunakan Teknologi Maglev (Magnetic Levitation)," *Semanticsholar*, 2018.
- [14] E. Harahap, "Implementasi Modul Gateway pada Aplikasi SimEvents MATLAB-Simulink Ver. 2015," *Matematika*, vol. 18, no. 2, 2019, doi: 10.29313/jmtm.v18i2.3902.

-
- [15] A. K. Syahbani, "Rancang Bangun Alat Praktikum Gerbang Logika Dasar Berbasis Op-Amp," *Journal of Teaching and Learning Physics*, vol. 3, no. 2, 2018, doi: 10.15575/jotalp.v3i2.6552.
- [16] I. Fatika Sari, N. Sari, O. Novitasari, R. Amara, A. Nabila Subaedi, and G. Antarnusa, "Gerbang Logika Kombinasional dan Komparator," *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [17] V. M. M. Lusi, A. Ch. Louk, and A. Warsito, "Sensor Jarak Infra Merah Dan Load Cell," *Jurnal Fisika, Fisika Sains dan Aplikasi*, vol. 3, no. 1, p. 44, 2018, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/278618-sistem-pnegukuran-indeks-massa-tubuh-men-229be9b9.pdf>
- [18] H. Suyono and H. Hambali, "Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula dalam Darah Menggunakan Teknik Non-Invasive Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.107482.
- [19] M. Shamsi, A. Rasouli Kenari, and R. Aghamohammadi, "Reinforcement learning for traffic light control with emphasis on emergency vehicles," *Journal of Supercomputing*, vol. 78, no. 4, 2022, doi: 10.1007/s11227-021-04068-w.
- [20] H. Wang, R. Liu, P. Wang, G. Liu, H. Wang, and L. Yan, "Intelligent optimization of dynamic traffic light control via diverse optimization priorities," *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 36, no. 11, 2021, doi: 10.1002/int.22567.