

Monitoring Traffic Light Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Iot (*Internet Of Things*)

Ghazi Lazuardi Imani¹, Oktriza Melfazen², Bambang Minto Basuki³

¹Teknik Elektro Universitas Islam Malang

^{2,3} Teknik Elektro Universitas Islam Malang 22121053024@unisma.ac.id.

oktriza.melfazen@unisma.ac.id, bambang.minto@unisma.ac.id

Abstract

Traffic problems are very difficult to overcome even by using a timer system. The performance of current traffic lights has a few shortcomings, the traffic lights that we often encounter have phase and cycle time settings that are no longer in accordance with intersection conditions. In this study, a prototype of a traffic light system was attempted that combines monitoring and remote manual settings. Monitoring is carried out by sending information via the internet network in the form of a web from an ultrasonic sensor installed at an intersection, while remote settings are carried out by configuration via an IoT (internet of things)-based internet network. All media to connect to the network will use wireless, namely via WiFi media connected to a hotspot available at the location to provide information to the public regarding traffic conditions at the intersection.

Keywords— *traffic lights, internet of things, monitoring, ultrasonic sensor.*

Abstrak

Masalah lalu lintas merupakan masalah yang sangat sulit diatasi walaupun hanya dengan menggunakan system waktu (timer). Kinerja traffic light saat ini terdapat ada sedikit kekurangan, traffic light yang banyak kita jumpai tersebut memiliki pengaturan fase dan waktu siklus (cycle time) yang sudah tidak sesuai dengan kondisi persimpangan. Dalam penelitian ini dicoba dibuat sebuah purwarupa sistem lampu lalu lintas yang menggabungkan antara monitoring dan pengaturan manual jarak jauh. Monitoring dilakukan dengan mengirimkan informasi melalui jaringan internet berupa web dari sensor ultrasonik yang terpasang di sebuah persimpangan, sedangkan pengaturan jarak jauh dilakukan dengan konfigurasi melalui jaringan internet berbasis IoT (internet of things). Semua media untuk terkoneksi ke jaringan akan menggunakan nirkabel, yaitu melalui media WiFi yang disambungkan pada hotspot yang tersedia di Lokasi untuk memberikan informasi kepada masyarakat terkait kondisi lalu lintas pada persimpangan tersebut.

Kata Kunci— *lampu lalu lintas, internet of things, monitoring, sensor ultrasonic.*

I. PENDAHULUAN

Kemacetan lalu lintas merupakan suatu masalah yang dapat terjadi akibat dari pertumbuhan dan kepadatan penduduk, sedemikian sehingga arus kendaraan bergerak sangat lambat [1].

Adanya pertambahan jumlah kendaraan dari tahun ke tahun tentunya berakibat pada arus lalu lintas. Masalah lalu lintas merupakan masalah yang sangat sulit diatasi walaupun hanya dengan menggunakan system waktu (timer). Kinerja traffic light saat ini terdapat ada sedikit kekurangan, traffic light yang banyak kita jumpai tersebut memiliki pengaturan fase dan waktu siklus (cycle time) yang sudah tidak sesuai dengan kondisi persimpangan. Menyebabkan jumlah tundaan

hitungan detik yang tinggi, jumlah antrian kendaraan yang panjang dan bahkan melakukan pelanggaran lalu lintas akibat adanya kemacetan tanpa memikirkan sanksi dan resiko yang dapat terjadi di persimpangan. Oleh sebab itu, diperlukan suatu system pengaturan otomatis yang bersifat real-time sehingga untuk pengaturan waktu lampu lalu lintas dapat disesuaikan dengan keadaan di lapangan. Monitoring dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonik sebagai pemantau apabila terjadi kemacetan akibat jumlah lalu lintas yang panjang persimpangan melalui gelombang ultrasonik.

Sensor jarak ultrasonik ini akan dipasang di persimpangan untuk mendeteksi adanya objek

seperti kendaraan berkisar antara 3cm – 3m. Modul sensor ultrasonik (PING) yang memancarkan gelombang ultrasonik setelah menerima trigger dari mikrokontroler. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dirumuskan beberapa masalah, antara lain:

1. Bagaimana proses perubahan waktu siklus (cycle time) konstan menjadi counter otomatis pada traffic light saat terjadi kemacetan yang terjadi?
2. Bagaimana cara memonitoring menggunakan model berbasis Internet of Things?

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah sebelumnya, maka tujuan penelitian ini ditentukan sebagai berikut:

1. Memonitoring jarak jauh tingkat kemacetan yang terjadi di persimpangan dengan sensor ultrasonik Melakukan pengujian terhadap perangkat purwarupa miniatur yang telah dikembangkan.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat terkait kondisi lalu lintas pada persimpangan tersebut menggunakan web yang bisa diakses oleh semua orang.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat berupa purwarupa jarak sensor tidak sama dengan yang ada di lapangan.
2. Saat semua lajur terdeteksi macet maka rotasi yang terjadi maka salah satu jalur akan tetap terjadi penambahan counter lampu hijau untuk mengatasi kemacetan.

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai metode penggunaan Arduino yang berhasil yaitu Penelitian oleh Philip pada tahun 2019 tentang “Timer Traffic Light Control Using Raspberry Pi”, Peneliti di atas memiliki persamaan dengan penelitian yang akan di buat, terletak pada temanya yaitu timer traffic light control, tetapi untuk perbedaannya terletak pada metode yang digunakan menggunakan raspberry Pi [10]. Penelitian Santi pada tahun 2023 tentang “Perancangan dan Pembuatan System Kendali Lampu Rumah Jarak Jauh Berbasis Internet Of Things (IoT) menggunakan Nodemcu”. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dibuat adalah sama-sama berbasis internet of things dan melalui nodemcu perbedaannya terletak pada metode tema yang diambil yaitu pengendalian lampu rumah jarak jauh [17].

Penelitian lainnya yang mendukung adalah penelitian tentang “Prototipe Sistem Deteksi Kemacetan Jalan Raya Berbasis Internet Of Things (IoT)” yang dilakukan oleh Phisca pada tahun 2022 menjelaskan tentang tema

yang diambil sama yaitu tentang kemacetan jalan raya berbasis IoT. Penelitian ini menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler dan sensor deteksi infra merah. Pembacaan sensor akan mendeteksi kondisi dari masing- masing jalan yang selanjutnya akan dikirimkan ke mikrokontroler dan diproses dalam menentukan durasi dari masing-masing penyalan lampu lalu lintas. Hasil penelitian ini menunjukkan sistem lampu lalu lintas yang dirancang dapat mengendalikan lampu lalu lintas berdasarkan panjang antrian kendaraan pada masing-masing ruas jalan. Adapun dalam pengujian sistem mendapatkan nilai *error* sebesar 0,00404% untuk durasi. Untuk perbedaan dari penelitian ini dan penelitian yang kami buat terletak pada metode yang digunakan sensor inframerah. Penelitian yang dilakukan oleh Phisca menyarankan untuk menggunakan Arduino Mega karena membutuhkan pin yang lebih banyak pengambilan sampel [15]. Hal ini menjadikan acuan dalam purwarupa yang kami buat agar menggunakan Arduino Mega serta, dalam pengambilan sampel menggunakan sensor ultrasonik dan web yang dapat diakses oleh berbagai kalangan tanpa harus megunduh aplikasinya terlebih dahulu.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada langkah pertama dilakukan pengumpulan literatur dari buku, *e-book*, jurnal, dan beberapa laporan hasil penelitian. Hasil penelitian terdahulu dikumpulkan untuk dianalisis tentang topik, proses, dan hasilnya agar bisa menentukan arah penelitian ini. Teori-teori pendukung didapatkan dari literatur yang ada untuk menyusun gambaran umum penelitian sehingga menghasilkan sebuah hipotesis.

2. Perumusan Masalah

Pada langkah ini dilakukan perumusan masalah sesuai dengan kondisi, tantangan, kelemahan, dan kekurangan dari kondisi sebelumnya berdasarkan referensi yang telah dikumpulkan. Pada bagian ini juga dilakukan penentuan spesifikasi yang harus dipenuhi oleh purwarupa yang dihasilkan pada tahap pengujian.

3. Perancangan Perangkat Keras

Pada langkah ini dilakukan perancangan untuk purwarupa perangkat keras yang akan dibangun, meliputi rancangan fisik, mekanik, dan elektronik.

4. Perancangan Perangkat Lunak

Pada bagian ini dilakukan perancangan algoritma, struktur data, dan komunikasi data yang akan diterapkan pada mikrokontroler, purwarupa lampu lalu lintas, koneksi *IP camera*, dan koneksi IoT.

5. Pembuatan Perangkat Keras

Pada bagian ini dilakukan pembuatan purwarupa perangkat keras berdasarkan rancangan yang telah dilakukan sebelumnya.

6. Pemrograman Perangkat Lunak

Pada bagian ini dilakukan pemrograman pada mikrokontroler perangkat purwarupa (Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP-12E).

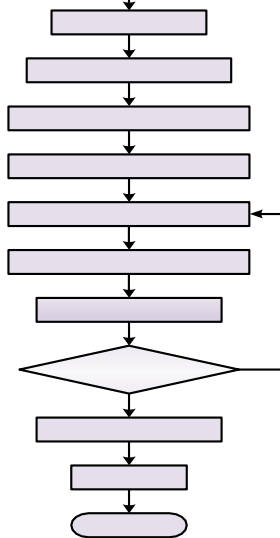
7. Pengujian Purwarupa

Pada bagian ini dilakukan pengujian pada keseluruhan purwarupa. Dari hasil pengujian yang didapatkan akan ditentukan keberhasilan penelitian sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan sebelumnya.

8. Analisis Hasil Pengujian

Pada bagian ini, data yang telah didapatkan dari hasil pengujian dianalisis untuk mendapatkan indikator keberhasilan penelitian yang telah dilakukan.

9. Kesimpulan



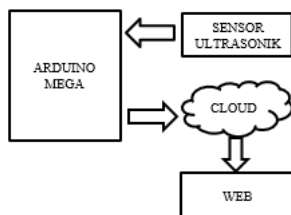
Sebagai langkah terakhir, rekomendasi yang didapatkan beserta hasil uji algoritma akan

Gambar 1. Metode Penelitian

Berikut ini spesifikasi dari sistem pengaturan lampu lalu lintas yang akan dibangun dalam bentuk purwarupa miniatur pada penelitian kali ini:

Gambar 2 Blok Diagram Sistem

Prinsip Kerja penelitian ini menjelaskan tentang alat traffic light otomatis berbasis IoT (Internet Of Things) dengan menggunakan sensor ultrasonik, prototipe alat ini akan dikonfigurasi jarak antar sensornya yaitu 3 cm sampai 9 cm untuk mendeteksi tingkat kemacetan. Sensor ultrasonik akan menangkap data dari titik awal lalu lintas yang terjadi kemacetan. Setelah itu akan dikategorikan sesuai dengan kategori yang sudah ditetapkan dan panjang kemacetannya. Untuk kategori tingkat kemacetan dibagi menjadi 3 yaitu sedang, padat dan sangat padat. Untuk kategori sedang antara 3 cm sampai 6 cm, sedangkan untuk kategori padat antara 6 cm sampai 9 cm dan untuk kategori padat antara lebih dari 9 cm. Setelah data yang terinput oleh sensor ultrasonik akan diterima oleh mikrokontroler, apabila kondisi persimpangan tersebut terjadi kemacetan dan termasuk dalam salah satu kategori kemacetan antara lain sedang, padat dan sangat padat maka secara otomatis akan ada penambahan detik pada setiap lampu lalu lintasnya untuk menguraikan kemacetan persimpangan tersebut. Arduino Mega berperan dalam pemrosesan data yang telah diterima untuk penambahan detik tersebut. Setelah mengetahui adanya kemacetan pada persimpangan tersebut, Node Mcu akan menerima data yang telah dikirim untuk diteruskan pada firebase dan web. Web tersebut merupakan display yang akan menampilkan informasi status kepadatan, jumlah waktu lalu lintas dan kondisi persimpangan. Agar masyarakat dapat mengetahui kondisi kemacetan di persimpangan tersebut tanpa harus mengunduh aplikasi.

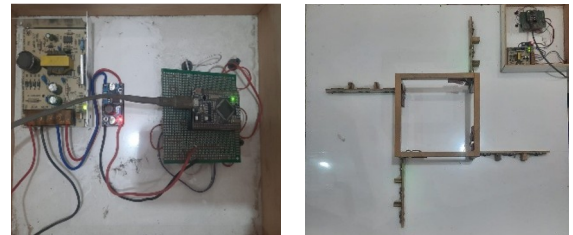


Gambar 3 Perencanaan Pengiriman Data

dipakai sebagai dasar pengambilan kesimpulan.

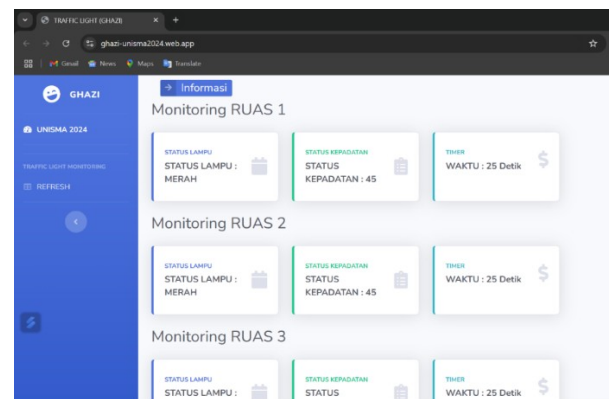
III HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berfungsi tidaknya alat yang digunakan. Dari pengujian ini dapat diketahui kelebihan dan kekurangan alat yang telah dibuat. Berikut merupakan penjelasan hasil pengujian yang telah dilakukan :



Gambar 4 Implementasi Hardware

Rangkaian pada PCB. Sumber listrik diperoleh dari PSU yang menghasilkan tegangan 12 V yang menambah tegangan untuk komponen seperti Arduino MEGA, ESP8266, Modul LED TM1637 dan Lampu LED. Setiap ruas yang ada 3 sensor disisi kiri jalan dan counter bersebelahan dengan lampu Led RGB.



Gambar 5 Implementasi Web

Display Web yang terdapat menu info yaitu berisi tentang identitas dan tahun pembuatannya. Web ini akan menampilkan data yang ada di persimpangan. Data yang ditampilkan berupa status lampu, status kepadatan dan waktu. Data ini telah disesuaikan dengan keadaan yang ada di persimpangan apabila terjadi kemacetan maka data akan ditampilkan sesuai kategori kemacetannya beserta titik ruas mana yang terjadi kemacetan. Hasil pengujian sistem menggunakan data error pada masing-masing durasi lampu lalu lintas ditunjukkan persamaan berikut :

$$\text{persen error} = \left| \frac{(\text{durasi waktu lampu sistem} - \text{durasi waktu lampu skenario})}{\text{durasi waktu lampu skenario}} \right| \times 100\%$$

Gambar 6 Rumus Pengujian Nilai Error

Hasil pengujian yang dilakukan sebagai berikut :

PENGUJIAN	KONDISI	RENCANA DURASI	RATA – RATA ERROR(%)
RUAS 1 DAN RUAS 3	NORMAL	10 DETIK	0,025%
RUAS 1 DAN RUAS 3	SEDANG	20 DETIK	0,03%
RUAS 1 DAN RUAS 3	PADAT	30 DETIK	0,0095%
RUAS 1 DAN RUAS 3	SANGAT PADAT	40 DETIK	0,0138%

Berdasarkan pengujian sistem lampu lalu lintas adaptif berdasarkan panjang antrian kendaraan yang telah dilakukan memiliki tingkat rata-rata error durasi lampu hijau sebesar 0,037%, durasi lampu merah sebesar 0,0415 %. Dalam percobaan tersebut dapat menunjukkan bahwa sensor ultasonik dapat bekerja mendeteksi halangan atau kendaraan dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara diberikan halangan di depan masing-masing sensor agar dapat mendeteksi halangan tersebut yang bertujuan untuk mengetahui modul sensor inframerah terdapat error atau tidak. Penelitian ini dilakukan sesuai dengan tingkat prioritas kemacetan lalu lintas pada masing-masing ruas. Sesuai dengan “Peraturan Menteri Perhubungan republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas” menjelaskan mengenai distribusi arah lalu lintas yang terdiri dari Distribusi lalu lintas pada ruas jalan diperoleh dari hasil perhitungan volume lalu lintas pada satuan waktu per arah lalu lintas. Distribusi arah dihitung pada suatu ruas jalan yang menerapkan arus lalu lintas 2 (dua) arah. Selain itu, Distribusi lalu lintas pada persimpangan diperoleh dari hasil perhitungan volume lalu lintas pada satuan waktu sesuai arah gerak pada cabang persimpangan 'kaki persimpangan misalnya volume lalu lintas untuk arah belok kiri, arah lurus dan arah belok kanan. Apabila dalam keadaan persimpangan 4 ruas semakin salah satu di antara 4 ruas ini macet, maka akan semakin di prioritaskan untuk menambah hitungan detik pada lampu hijau agar lebih lama dan mengurai kemacetan pada ruas tersebut.

IV. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan dan hasil

analisis dari pengujian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sebuah perangkat purwarupa miniatur sistem lampu lalu lintas yang mengimplementasikan monitoring dan pengaturan jarak jauh telah berhasil dibangun sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Kendala dalam alat ini tidak bisa di implementasikan secara langsung pada sebuah persimpangan lalu lintas.
2. Pengujian terhadap perangkat purwarupa telah sesuai dengan web Data yang ditampilkan berupa status lampu, status kepadatan dan waktu. Data ini telah disesuaikan dengan keadaan yang ada di persimpangan apabila terjadi kemacetan maka data akan ditampilkan sesuai kategori kemacetannya beserta titik ruas mana yang terjadi kemacetan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariesandi, J. A., Resita, R., & Salsabila, Z. (2020). Kebijakan Transportasi Umum (Angkot) Untuk Menanggulangi Kemacetan Jalan. *Jurnal Kebijakan Publik*, 11(2), 77. <https://doi.org/10.31258/jkp.11.2.p.77-82>
- [2] Soni, A. Aman, "Distance Measurement of an Object by using Ultrasonic Sensors with Arduino and GSM Module", *International Journal of Science Technology & Engineering*, vol.4, no. 11, pp.23-28, 2018. <http://www.ijste.org/articles/IJSTEV4I11007.pdf>.
- [3] Damanhuri Hidayat, Miftahul Walid, Masduki Makruf.(2017). Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG berbasis SMS Gateway. <https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/ti/article/view/7512>
- [4] Efendi, Y. (2018) 'Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile', *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(2), pp. 21–27. doi: 10.35329/jiik.v4i2.41. <https://media.neliti.com/media/publications/283803-internet-of-things-iot-sistem-pengendalian-c98bddd.pdf>.
- [5] Kartika, Deni. et al. (2017). "Optimasi Peletakkan Sensor Pada Sistem Pencacah Kendaraan Berbasis Internet of Thing". *Penelitian Institut Teknologi Bandung*. https://ifory.id/proceedings/2017/WbZERXZP4/skf_2017_deni_kartika_79c8e5288f7002c8043840766b335558.pdf.
- [6] Melfazen, O., & Habibi, A. (2023). Prototipe Lampu Lalu Lintas dengan Pengendalian Jarak Jauh Berbasis Internet of Things (IoT). *Science Electro*, nn, No. nn, 1–7.
- [7] Nasution, H. M. (2023). ANALISIS PROSPEKTIF PENERAPAN KEBIJAKAN PEMANFAATAN RUANG TERBUKA HIJAU DALAM UPAYA PENINGKATAN URBAN AGRICULTURE DI KOTA METRO PROVINSI LAMPUNG (Doctoral dissertation, IPDN). <http://eprints.ipdn.ac.id/16190/>
- [8] Nasution, H. M. (2023). Analisis Prospektif Penerapan Kebijakan Pemanfaatan Ruang

- Terbuka Hijau Dalam Upaya Peningkatan Urban Agriculture Di Kota ..., 1–22. Retrieved from [http://eprints.ipdn.ac.id/16190/%0Ahttp://eprints.ipdn.ac.id/16190/1/HAFIZSYAH MUHANNAN NASUTION-30.0453.pdf](http://eprints.ipdn.ac.id/16190/%0Ahttp://eprints.ipdn.ac.id/16190/1/HAFIZSYAH%0AMUHANNAN%0ANASUTION-30.0453.pdf).
- [9] Pangemanan, T., & Rondonuwu, A. (2019). Perancangan Sistem Kontrol Lampu Lalulintas Cerdas Dengan Menggunakan Mikrokontroler dan Kamera. *Jurnal MIPA*, 8(3), 200. <https://doi.org/10.35799/jmuo.8.3.2019.26198>
- [10] Philip, A., Putri, C. S., & Arifanggi, P. M. (2019). Timer Traffic Light Control Using, 1(2), 134–143.
- [11] Ramadhani, R., Aini, A. F., & Hidayah, N. 2020. URGENSI TRANSPORTASI LRT DALAM MENEKAN KERUGIAN DI BIDANG EKONOMI AKIBAT KEMACETAN DI PERKOTAAN: STUDI KASUS KOTA MALANG.
- [12] Ravish, R., Shenoy, D. P., & Rangaswamy, S. (2020). Sensor-Based Traffic Control System, (April). <https://doi.org/10.1007/978-981-15-2188-1>.
- [13] Rifky, Ryan dan Panjaitan Bosar. 2020. Rancang Bangun Sistem Deteksi Kebakaran Pada Rumah Berbasis IOT. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S Vol 16 No. 2*. <https://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/ame/article/view/5063>
- [14] Resilawati, Resti. (2015). "Penghitung Jumlah Kendaraan Dan Pengukur Kemacetan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno". Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada. <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/83582>.
- [15] Rosyady, Rosyady, P. A., Feter, M. R., & Ikhsan M, Z. A. (2022). Prototipe Sistem Deteksi Kemacetan Jalan Raya Berbasis Internet Of Things (IoT). *Avitec*, 4(2), 197. <https://doi.org/10.28989/avitec.v4i2.1270> Phisca Aditya, Feter, M. R., & Ikhsan M, Z. A. (2022). Prototipe Sistem Deteksi Kemacetan Jalan Raya Berbasis Internet Of Things (IoT). *Avitec*, 4(2), 197. <https://doi.org/10.28989/avitec.v4i2.1270>.
- [16] Son, M. S. (2018) 'Pengembangan Mikrokontroler Sebagai Remote Control Berbasis Android', *Jurnal Teknik Informatika*, 11(1), pp. 67–74. doi: 10.15408/jti.v11i1.6293. <https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/ti/article/view/6293>
- [17] Widiarti, S., Dan Pembuatan Sistem Kendali Lampu Rumah Jarak Jauh, P., & Setiadi, I. (2023). Berbasis Internet Of Things (IOT) Menggunakan Nodemcu. *Media Informasi Penelitian Kabupaten Semarang*, 5(1). Retrieved from <https://doi.org/10.55606/sinov.v5i1.587>
- [18] Yuniarto, Anton. (2008). "Deteksi Kepadatan Lalu Lintas Menggunakan Sensor Menggunakan Sensor Ultrasonik Pada Persimpangan Jalan Berbasis Mikrokontroler". Skripsi Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta. <https://www.semanticscholar.org/paper/DETEKSI-KEPADATAN-LALU-LINTAS-MENGUNAKAN-SENSOR-Yuniarto/2fc7ad1229c3985a291988dae3ee2674e1702>