

# Sistem Adaptive Traffic Light Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Metode Min-Max

Achmad Iswahyudi<sup>1\*</sup>, Yudi Kristyawan<sup>2</sup>, Pamudi<sup>3</sup>, Anggit Wikanungrum<sup>4</sup>, Budi Santoso<sup>5</sup>  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo Surabaya, Indonesia

<sup>1\*</sup>ach.iswahyudi@gmail.com, <sup>2</sup>yudi.kristyawan@unitomo.ac.id, <sup>3</sup>pamudi@unitomo.ac.id,  
<sup>4</sup>anggit.wikanungrum@unitomo.ac.id, <sup>5</sup>budi.santoso@unitomo.ac.id

## ABSTRAK

*Traffic Light* merupakan perangkat yang digunakan untuk mengatur pergantian laju kendaraan di suatu persimpangan jalan dengan secara bergantian agar lalu lintas dapat berjalan tertib. Kepadatan lalu lintas kendaraan pada setiap harinya sangat bervariasi. Solusi bagi pengguna jalan terutama saat di persimpangan sangat diperlukan untuk mengurangi kemacetan yang timbul. Pada penelitian ini dibuat sistem *Adaptive Traffic Light* dengan menggunakan metode *Min-Max* dan pengiriman notifikasi *via Telegram Bot* dan *via SMS*. Penerapan metode dapat memberikan waktu tunggu yang sesuai dengan melihat kondisi kepadatan antrian. Serta dengan adanya pengiriman notifikasi *via Telegram Bot* dan *via SMS* dapat membantu petugas lalu lintas untuk mendapatkan informasi terkait kepadatan lalu lintas. Hasil pengujian yang dilakukan penulis dengan metode *Min-Max* dilakukan sebanyak 20 kali dengan 4 class yang berbeda mampu mendapatkan nilai keakurasian 85% dengan kepresisian 96%.

Kata kunci : *Adaptive, Traffic Light, Min-Max*

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## Histori Naskah

Naskah di-Kirim : 9 Mei 2023

Naskah di-Revisi: 25 Ags 2023

Naskah di-Terima : 30 Ags 2023

## I. PENDAHULUAN

Pada dasarnya *traffic light* merupakan sistem yang dibuat untuk mengatur pengendara jalan secara bergantian melintas pada suatu persimpangan. Kepadatan lalu lintas kendaraan pada setiap harinya sangatlah bervariasi. Solusi bagi pengguna jalan terutama saat di persimpangan sangat diperlukan untuk mengurangi kemacetan yang timbul. Sistem *traffic light* otomatis dapat menjadi solusi, karena hampir seluruh *traffic light* masih mengandalkan perhitungan timer yang tetap saat mengatur pergantian kendaraan yang melintas.

Untuk saat ini sistem *traffic light* menggunakan pengaturan fix pada timer waktu tunggu kendaraan, yang sudah dikembangkan dengan menggunakan alat yang dapat mengatur sistem dapat bekerja otomatis maupun *adaptive* menggunakan alat PLC salah satunya. Dalam kebutuhan biaya yang dibutuhkan untuk membuat sistem dengan Mikrokontroler Arduino tidak sebanyak jika menggunakan komponen PLC [1][2].

Terdapat juga penelitian yang sudah dilakukan menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535 dengan sensor LDR sebagai sensor pendeteksi kepadatan pada jalur *traffic light*. Hasil uji coba sensor LDR menerima pantulan sinar dari kendaraan yang melintas. Namun jika digunakan pada sistem nyata *traffic light* maka ada beberapa kelemahan pada sensor ini ketika di waktu pagi, siang, dan sore hari juga terpancar sinar dari matahari yang mempengaruhi pembacaan pantulan cahaya oleh sensor. Serta jarak maksimal pantulan cahaya yang dapat diterima oleh sensor karena jika semakin jauh sensor dengan pantulan cahaya maka cahaya akan memudar [3]. Penelitian yang lainnya juga sudah pernah dilakukan memakai Mikrokontroler ATmega 8535 dengan sensor laser dan photodiode. Hasil dari penelitian tersebut tetapi masih ditemukan kelemahan pada sistem yang tidak bisa dilakukan pemantauan dengan memberikan informasi status kondisi sesuai keadaan dilokasi pada saat itu [4].

Dari beberapa kasus yang sudah pernah terjadi sebelumnya, maka diperlukan sistem yang dapat melakukan kontrol prioritas untuk jalur yang sedang padat dengan cara mendeteksi antrian kendaraan pada setiap jalur berdasar pada alat sensor laser dan ldr yang bekerja secara *adaptive* untuk menentukan lalu lintas kendaraan agar terhindar dari kemacetan akibat adanya suatu

persimpangan. Waktu tunggu yang sesuai bagi antrian kendaraan merupakan salah satu bentuk pelayanan yang baik bagi para pengguna jalan raya. Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, belum ada sistem *traffic light* yang mampu mengirimkan pesan notifikasi kepada para petugas lalu lintas.

Penelitian ini dibuat sistem *adaptive traffic light* dengan menggunakan metode *min-max* dan pengiriman notifikasi *via Telegram Bot* dan *via SMS*. Penerapan metode dapat memberikan waktu tunggu yang sesuai dengan melihat kondisi kepadatan antrian.

## II. METODE

### A. Skenario Sistem Adaptive Traffic Light

Penelitian pada lampu *traffic light* dilakukan dengan pengamatan durasi nyala lampu warna hijau, kuning dan merah. Pengamatan pada *traffic light* 6 titik lokasi dilakukan dengan rentang waktu dimulai dari jam 06.00 wib sampai dengan jam 22.00 wib, dengan waktu yang berbeda-beda untuk setiap lokasi. Nilai durasi dari hasil pengamatan di input kedalam file dengan nama *traffic.csv* dengan format csv untuk selanjutnya di baca dengan metode *min-max*. Metode *min-max* akan bekerja dalam mencari nilai paling rendah dan nilai paling tinggi pada kolom warna hijau pada file *traffic.csv*.

Dalam penerapan metode *min-max* pada code Arduino mega 2560, sudah diprogram untuk membaca hanya kolom hijau pada file format csv, sehingga semua nilai yang ada pada kolom hijau akan dipilih berdasarkan min dan max dan ditetapkan sebagai durasi lampu hijau pada sistem ini.

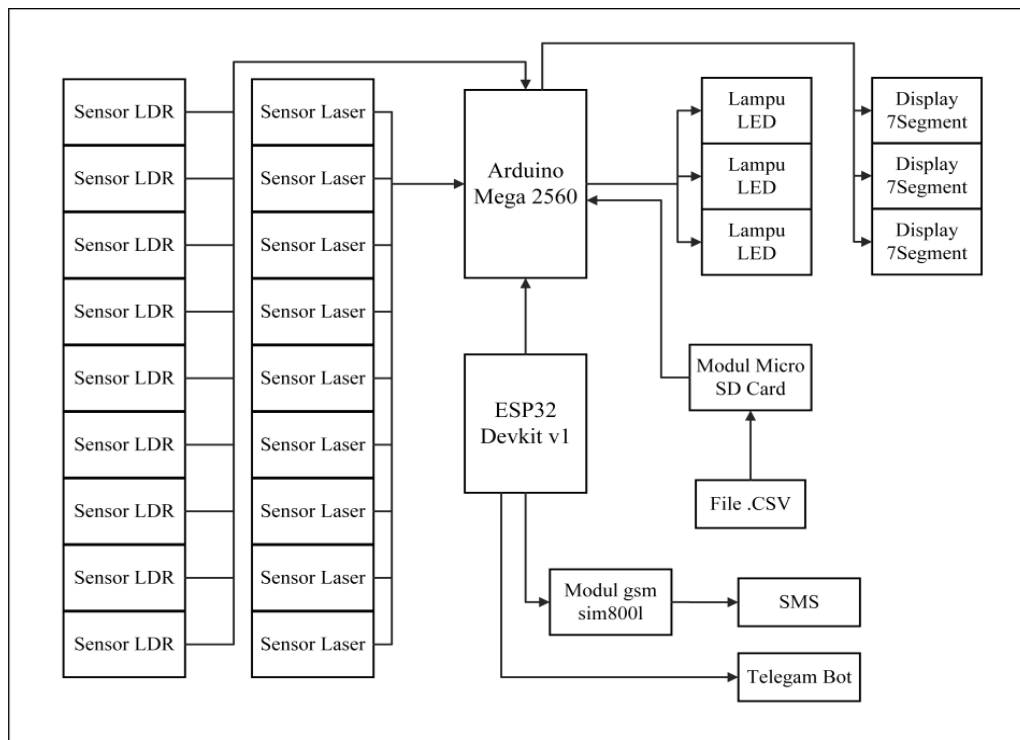
Tingkat level sensor ldr menjadi 4 level terdiri dari level sangat rendah, level rendah, level sedang, dan level tinggi. Dimana level sangat rendah tidak menggunakan sensor aktif, level rendah 1 sensor aktif, level sedang 2 sensor aktif, dan level tinggi 3 sensor aktif. Pada pencocokan nilai durasi dan tingkat level, ditetapkan sebagai berikut:

- Level sangat rendah = durasi berdasarkan nilai minimum
- Level rendah = durasi berdasarkan nilai kuartil pertama (Q1)
- Level sedang = durasi berdasarkan nilai kuartil ketiga (Q3)
- Level tinggi = durasi berdasarkan nilai maximum

Tahapan dimana keseluruhan sistem dijalankan, durasi *traffic* pada semua jalur akan berjalan pada level awal yaitu level sangat rendah, modul led akan secara bergantian menyala sesuai urutan warna, dan modul sensor ldr indikator digital output akan menyala saat kondisi awal atau kondisi cukup pantulan dari cahaya laser.

### B. Diagram Blok Prototype Sistem Adaptive Traffic Light

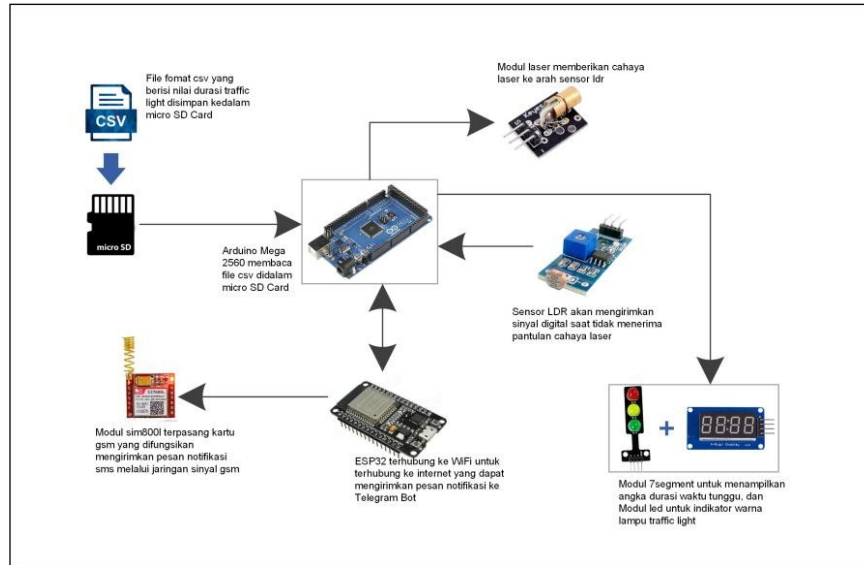
Diagram Blok merupakan rangkaian semua komponen untuk mengetahui arah koneksi pada setiap komponen. Modul sensor ldr akan mendeteksi adanya kepadatan kendaraan disetiap jalur. Data dari sensor kemudian dikirimkan ke Mikrokontroler untuk diproses kemudian diteruskan ke setiap jalur dan mengatur penyalan led *traffic light* sebagai indikator.



Gambar 1. Blok Diagram Adaptive Traffic Light

C. Arsitektur Sistem *Prototype Sistem Adaptive Traffic Light*

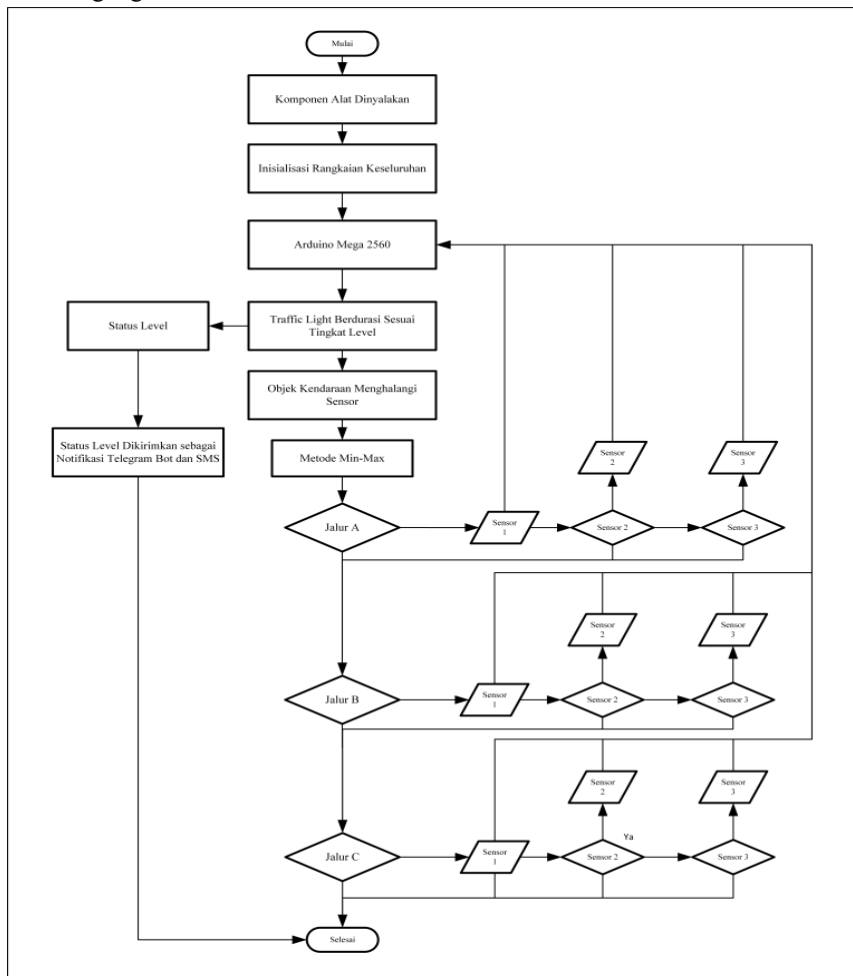
Gambaran arsitektur sistem dapat dibuat diagram koneksi antar komponen, serta arah alur kerja sistem.



Gambar 2. Arsitektur Sistem *Adaptive Traffic Light*

D. *Flowchart Adaptive Traffic Light*

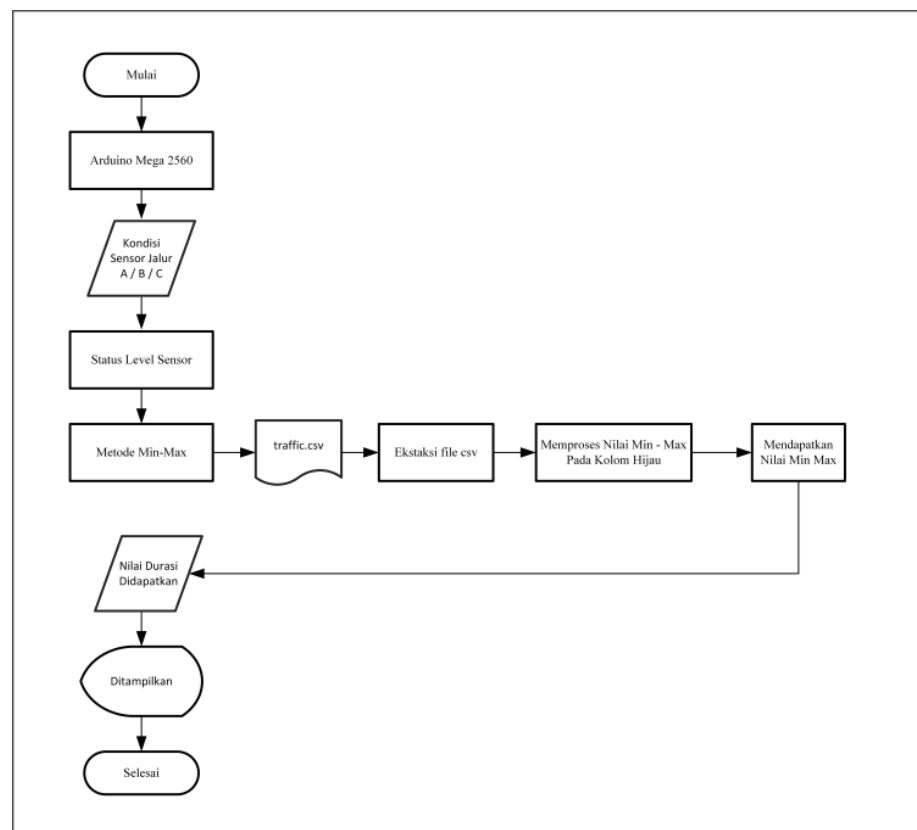
Desain *Flowchart* yaitu sebagai gambaran bagaimana alur sistem itu akan dibuat. Akan dibuatkan dalam 2 rancangan *Flowchart* pada sistem ini sebagai gambaran sistem dan metode.



Gambar 3. *Flowchart Sistem Adaptive Traffic Light*

1. Sistem aktif.
2. Memulai pengecekan fungsi setiap komponen alat yang terhubung.
3. Semua komponen alat statusnya oke, Arduino Mega 2560 melakukan proses awal dengan menjalankan sistem pada kondisi normal.
4. Memulai melintaskan objek kendaraan dari jangkauan sensor.
5. Algoritma mulai bekerja dengan mencari posisi sensor yang aktif dan jumlah sensor aktif.
6. Metode *min-max* memberi nilai pada durasi sesuai tingkat level sensor aktif.
7. Nilai durasi ditampilkan oleh modul *display 7 segment* dan diikuti dengan nyala led lampu menyesuaikan warna secara berurutan. Status level kepadatan akan terkirim otomatis melalui Telegram *Bot* dan pesan SMS.

Metode *min-max* yang digunakan menentukan lama waktu tunggu secara *Adaptive* untuk mengatur perubahan durasi waktu tunggu sesuai dengan tingkat kemacetan di masing-masing jalur dan dikategorikan dalam level kemacetan.

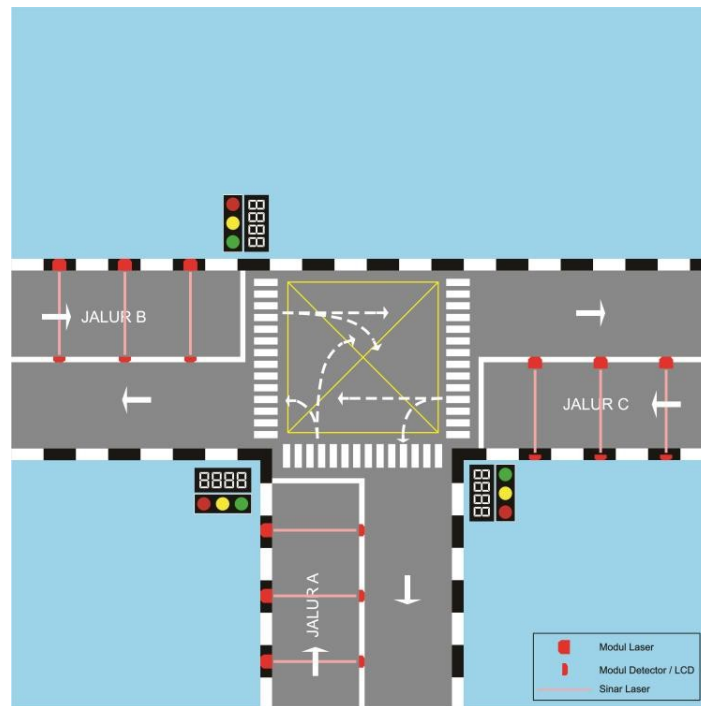


Gambar 4. Flowchart Metode *Min-Max*

1. Sistem aktif.
2. Arduino Mega 2560 membaca status sensor ldr yang aktif, kemudian tingkat level ditentukan.
3. Metode *min-max* melakukan proses pemilihan nilai di kolom hijau pada file format csv sesuai dengan tingkat level kepadatan dan berlaku untuk semua jalur.
4. Tingkat level kepadatan dibagi menjadi 4 kategori yaitu sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi. Level sangat rendah didapat dari nilai minimum, level rendah didapat dari nilai kuartil pertama (Q1), level sedang didapat dari nilai kuartil ketiga (Q3), dan level tinggi diambil dari nilai maximum.
5. Nilai yang di ambil dari file format csv diproses oleh Arduino Mega 2560 untuk kemudian di distribusikan menjadi lama durasi waktu tunggu.

#### E. Desain Prototype

Pembuatan Desain *prototype* pada gambar 5 dibuat dengan posisi sensor-sensor yang akan diletakkan pada posisi trotoar jalan dengan saling berhadapan yaitu sensor ldr dan sensor laser. Setiap jalur terdapat 3 pasang sensor yang saling berhadapan, jarak antar ketiga sensor pada *prototype* adalah 7 cm, dan jarak dari cahaya sensor laser sampai ke sensor ldr adalah 8 cm.



Gambar 5. Desain *Prototype*

F. *Metode Min-Max*

*Min*, yaitu rumus yang digunakan untuk mengetahui variable angka yang paling kecil, caranya dengan menggabungkan beberapa range dari yang ingin diketahui jumlah yang paling kecilnya [5]. Sementara *Max*, rumus kebalikan dari *Min* yaitu untuk mengetahui variable angka paling besar.

TABEL I  
 FUNGSI RUMUS MIN-MAX

| NAMA KOMPONEN | Keterangan                                 |
|---------------|--|
| <i>MAX</i>    | Fungsi/Rumus untuk mencari nilai tertinggi |
| <i>MIN</i>    | Fungsi/Rumus untuk mencari nilai terendah  |

*Min-Max* dijabarkan sebagai Minimum n jumlah yang paling kecil (sedikit, kurang); yang paling rendah (tt nilai, harga, upah, dsb). Maximum n sebanyak-banyaknya; paling banyak; paling tinggi: jumlah peserta -- dua ratus orang.

Langkah rumus *Min* dan *Max* dalam microsoft excel dapat ditunjukkan pada formula [6] :

**=MIN (range)**

Keterangan:

Min = variable fungsi untuk mencari nilai minimal

Range = di isi dengan rentang data angka yang akan dicari nilai terendahnya (number1, number2, ...)

**=MAX (range)**

Keterangan:

Max = variable fungsi untuk mencari nilai maksimal

Range = di isi dengan rentang data angka yang akan dicari nilai paling tinggi (number1, number2, ...)

G. *Pengumpulan Data Pengamatan*

Pada proses pengumpulan data dilakukan pengamatan secara langsung disetiap lokasi *traffic light* dengan 3 persimpangan. Pengamatan dilakukan untuk mengumpulkan data-data durasi waktu tunggu di 6 lokasi yang berbeda dan dengan jam yang berbeda untuk setiap lokasinya. Nama lokasi yang digunakan adalah *traffic light* jemur andayani, *traffic light* lakarsantri made, *traffic light* mengganti royal residence, *traffic light* imam bonjol pande, *traffic light* ngagel jaya selatan, *traffic light* rungkut kecamatan.

TABEL II  
 DURASI NYATA HASIL PENGAMATAN

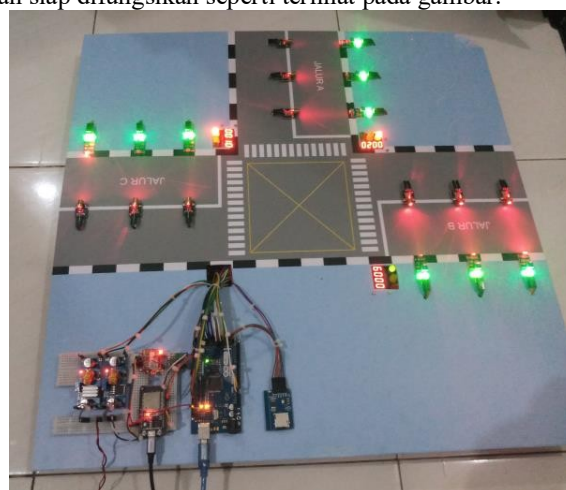
| No | Lokasi                   | Keterangan Jam |         | Jalur | Durasi Led |        |       |
|----|--------------------------|----------------|---------|-------|------------|--------|-------|
|    |                          | Wkt Start      | Wkt End |       | Merah      | Kuning | Hijau |
| 1  | Jemur Andayani           | 06:00          | 08:00   | A     | 88         | 3      | 35    |
| 2  | Jemur Andayani           | 06:00          | 08:00   | B     | 74         | 3      | 49    |
| 3  | Jemur Andayani           | 06:00          | 08:00   | C     | 81         | 3      | 42    |
| 4  | Lakarsantri Made         | 08:00          | 11:00   | A     | 99         | 3      | 48    |
| 5  | Lakarsantri Made         | 08:00          | 11:00   | B     | 88         | 3      | 59    |
| 6  | Lakarsantri Made         | 08:00          | 11:00   | C     | 104        | 3      | 43    |
| 7  | Menganti Royal Residence | 11:00          | 14:00   | A     | 62         | 3      | 34    |
| 8  | Menganti Royal Residence | 11:00          | 14:00   | B     | 53         | 3      | 43    |
| 9  | Menganti Royal Residence | 11:00          | 14:00   | C     | 74         | 3      | 22    |
| 10 | Imam Bonjol Pande        | 14:00          | 16:00   | A     | 79         | 3      | 20    |
| 11 | Imam Bonjol Pande        | 14:00          | 16:00   | B     | 56         | 3      | 43    |
| 12 | Imam Bonjol Pande        | 14:00          | 16:00   | C     | 60         | 3      | 39    |
| 13 | Ngagel Jaya Selatan      | 16:00          | 19:00   | A     | 108        | 3      | 41    |
| 14 | Ngagel Jaya Selatan      | 16:00          | 19:00   | B     | 92         | 3      | 57    |
| 15 | Ngagel Jaya Selatan      | 16:00          | 19:00   | C     | 95         | 3      | 54    |
| 16 | Rungkut Kecamatan        | 19:00          | 22:00   | A     | 83         | 3      | 38    |
| 17 | Rungkut Kecamatan        | 19:00          | 22:00   | B     | 83         | 3      | 38    |
| 18 | Rungkut Kecamatan        | 19:00          | 22:00   | C     | 73         | 3      | 48    |

Dari tabel diatas akan disusun dan disimpan sebagai file dengan format csv, yang nantinya data akan diekstraksi oleh Arduino Mega 2560 sebagai data input durasi *min-max*.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses testing yaitu perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) akan dilakukan uji yang berfokus pada fungsional. Dalam hal ini fungsi input dan output dari aplikasi maupun perangkat di setiap komponen nya dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya masing-masing. pengujian akan dilakukan secara lebih menyeluruh berdasarkan algoritma yang digunakan pada sistem *adaptive traffic light* berbasis mikrokontroler menggunakan metode *min-max*.

1. Memastikan komunikasi antara Arduino Mega 2560 dan ESP32 sudah saling terhubung dengan baik, serta kondisi sensor-sensor sudah dinyalakan dan sudah siap difungsikan seperti terlihat pada gambar.



Gambar 6. Desain Prototype

2. Proses percobaan dengan menaruh objek kendaraan di jalur A, dengan menaruh objek di sensor dan hasilnya sensor aktif dan pesan notifikasi terkirim melalui pesan SMS dan Telegram Bot.

3. Proses percobaan dengan menaruh objek kendaraan di jalur B, dengan menaruh objek di sensor dan hasilnya sensor aktif dan pesan notifikasi terkirim melalui pesan SMS dan Telegram *Bot*.
4. Proses percobaan dengan menaruh objek kendaraan di jalur C, dengan menaruh objek di sensor dan hasilnya sensor aktif dan pesan notifikasi terkirim melalui pesan SMS dan Telegram *Bot*.
5. Data nilai dari 6 lokasi diatas digunakan menjadi dasar dalam penerapannya pada *prototype* sistem *adaptive traffic light*, yang dapat diamati pada tabel 3 dan 4.

TABEL III  
 DATA NILAI HASIL PENGAMATAN

|  |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|
| Data nilai hasil pengamatan di 6 lokasi: | 35 | 49 | 42 | 48 | 59 | 43 |
|  | 34 | 43 | 22 | 20 | 43 | 39 |
|  | 41 | 57 | 54 | 38 | 38 | 48 |

TABEL IV  
 DATA NILAI DI URUTKAN

|   |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|----|
| Data nilai pengamatan setelah di urutkan: | 20 | 22 | 34 | 35 | 38 | 38 |
|   | 39 | 41 | 42 | 43 | 43 | 43 |
|   | 48 | 48 | 49 | 54 | 57 | 59 |

$$\begin{aligned}
 Q1 &= x \frac{n+2}{4} \\
 &= x \frac{18+2}{4} \\
 &= x 5 \\
 &= 38
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q3 &= x \frac{3n+2}{4} \\
 &= x \frac{3 \cdot 18+2}{4} \\
 &= x 14 \\
 &= 48
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data nilai pada tabel 4.8, serta perhitungan kuartil Q1 dan Q2 maka:

$$\text{Nilai Minimum} = 20$$

maka nilai 20 adalah nilai yang digunakan saat level sensor kategori sangat rendah.

$$\text{Nilai Kuartil Pertama (Q1)} = 38$$

Maka nilai 38 adalah nilai yang digunakan saat level sensor kategori rendah.

$$\text{Nilai Kuartil Ketiga (Q3)} = 48$$

Maka nilai 48 adalah nilai yang digunakan saat level sensor kategori sedang.

$$\text{Nilai Maximum} = 59$$

Maka nilai 59 adalah nilai yang digunakan saat level sensor kategori tinggi.

Dari nilai *minimum*, nilai *maximum*, nilai kuartil pertama (Q1), dan kuartil ketiga (Q3) yang sudah didapatkan sebelumnya, maka dapat di terapkan pada kategori level sensor.

Proses pengujian di aas dilakukan secara berulang sebanyak 20 kali untuk mendapatkan konsistensi performa sistem, dan didapatkan nilai akurasi sebesar 85% dengan kepresisian 96%.

#### IV. KESIMPULAN

Dalam pembuatan *prototype* sistem *adaptive traffic light* dengan metode *min-max* yang telah dibuat mampu bekerja dengan baik dalam mengatur durasi waktu tunggu untuk setiap jalur sesuai dengan level kemacetan. Penerapan metode *min-max* untuk mencari nilai durasi paling kecil dan nilai durasi paling besar pada list excel, mampu bekerja dengan baik saat memilih nilai durasi secara otomatis berdasarkan jumlah sensor ldr yang aktif. Hasil pengujian dengan metode *min-max* dilakukan sebanyak 20 kali dengan 4 *class* yang berbeda mampu mendapatkan nilai 85% dengan kepresisian 96%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Nurhidayat, A. I. Septiana, A. N. Putra, A. S. and D. I. Saputra, "Desain Sistem Kontrol Traffic Light Adaptif pada Empat Persimpangan Berbasis PLC Omron CP1E," *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 10, 2018.
- [2] Z. T. and O. , "DESAIN SISTEM KONTROL TRAFFIC LIGHT ADAPTIF PADA PERSIMPANGAN EMPAT BERBASIS PLC SIEMENS," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 4, pp. 94-100, Maret 2015
- [3] H. L. M. F. and P. , "PERANCANGAN ALAT TIMER TRAFFIC LIGHT MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8535 BERDASARKAN ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN," *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, vol. 5, Maret 2018.
- [4] P. "PENGENDALIAN KEMACETAN KENDARAAN PADA TRAFFIC LIGHT MENGGUNAKAN ATMEGA8535," *Jurnal Teknologi dan Open Source*, vol. 2, pp. 34-40, Juni 2019.
- [5] F. Umam and A. Basuki, *Pengaplikasian Microsoft Excel Pada Dunia Kerja, Malang, Jawa Timur: Media Nusa Creative (MNC Publishing)*, 2022, p. 35.
- [6] R. "Pelatihan Pengolahan Data Administrasi Pekantoran Menggunakan Aplikasi Microsoft Excel Pada Balai Desa Pinangripan Kecamatan Air Batu Kabupaten Asahan," *Jurdimas (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat) Royal*, vol. 2, pp. 107-114, Juli 2019.