

ALAT PENDETEKSI PELANGGARAN GARIS HENTI KENDARAAN PADA PERSIMPANGAN LALU LINTAS SATU ARAH MENGGUNAKAN SENSOR LASER BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

¹Rudi Kurniawan, ²Veronica Ernita Kristianti, ³Alona Situmeang

^{1,2,3}Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma,

Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat

¹roedikoerniawan@student.gunadarma.ac.id, ^{2,3}{veronica,alona}@staff.gunadarma.ac.id,

Abstrak

Perancangan alat pendeteksi pelanggaran garis henti kendaraan pada persimpangan lalu lintas satu arah menggunakan sensor laser berbasis Arduino Mega 2560. Software yang digunakan untuk memberi perintah Arduino Mega 2560 terhadap seluruh kerja alat adalah Arduino IDE. Sensor laser digunakan sebagai pendeteksi kendaraan yang melewati garis henti kendaraan dan dihubungkan ke input Arduino Mega 2560 untuk mengontrol 2 kondisi lampu lalu lintas, disetiap kondisi lampu lalu lintas terdapat beberapa output yang terdiri dari LCD 16 x 2 yang berfungsi menampilkan "Pelanggaran", buzzer sebagai bunyi peringatan pelanggaran, dan sepasang solenoid valve yang berfungsi menyembrotkan air ke arah jalan saat kendaraan melewati garis henti kendaraan di area lampu lalu lintas. Pengujian alat dilakukan terhadap kinerja komponen dan reaksi terhadap kondisi yang telah diberikan, antara lain tegangan input Arduino Mega 2560, tegangan pada sensor laser, lampu lalu lintas LCD, buzzer dan solenoid valve, mengukur waktu aktif buzzer dan solenoid valve saat terjadi pelanggaran lalu lintas, serta menguji delay respon sensor laser ketika mendeteksi kendaraan yang melewati garis henti kendaraan, serta menguji tegangan pada komponen output yang terdiri dari sensor laser, buzzer, dan solenoid valve ketika terjadi pelanggaran dengan kondisi lampu merah menyala di kedua area lampu lalu lintas.

Kata Kunci: *Arduino Mega 2560, Buzzer, LCD 16 x 2, pelanggaran lalu lintas, sensor laser, Solenoid Valve*

Abstract

The design of a vehicle stop line violation detection device at a one-way traffic junction uses a laser sensor and based on Arduino Mega 2560. The software used to give the Arduino Mega 2560 command to all work tools is the Arduino IDE. The laser sensor is used as a vehicle detector that crosses the vehicle stop line and is connected to the Arduino Mega 2560 input to control 2 traffic light conditions, in every traffic light condition, there are outputs consisting of a LCD 16 x 2 that functions to display "Violation", buzzer as the sound of the violation warning, and a pair of solenoid valves that function to spray water towards the road when the vehicle crosses the vehicle stop line in the traffic light area. Tool testing is carried out on component performance and reaction off the given conditions, some of the tests are input voltage of Arduino Mega 2560, voltage output of the laser sensors, LCD traffic lights, buzzers and solenoid valves, measuring the active time of the buzzer and solenoid valve during traffic violations, and testing the delay of the laser sensor responses when it detects a vehicle that crosses the vehicle stop line, also testing the output voltage off the output components consisting of the laser sensor, buzzer, and solenoid valve when a violation occurs with the red lights on both area of the traffic lights.

Keywords: *Arduino Mega 2560, Buzzer, laser sensor, LCD 16x2, Solenoid Valve, traffic violation*

PENDAHULUAN

Pelanggaran lalu lintas hingga saat ini sudah menjadi kebiasaan masyarakat di sebagian besar kota-kota di Indonesia. Jenis-jenis pelanggaran yang dilakukan yaitu tidak memakai sabuk pengaman saat berada di mobil, melawan arus, tidak membawa kelengkapan surat kendaraan, menerobos lampu lalu lintas di persimpangan lampu lalu lintas, dan lain-lain. Diantara pelanggaran-pelanggaran tersebut, yang paling sering dilakukan adalah menerobos lampu lalu lintas di persimpangan lampu lalu lintas. Akibatnya membahayakan para pengguna jalan lain yang sedang melintas yang bisa mengakibatkan kecelakaan lalu lintas.

Pemanfaatan teknologi di persimpangan lampu lalu lintas hingga kini sudah cukup baik di Indonesia, terutama di Jabodetabek. Elektronik Tilang atau E-Tilang yang direncanakan oleh Direktorat Lalu lintas (Ditlantas) Polda Metro Jaya sudah diterapkan. Namun masalah yang timbul setelah penerapan E-Tilang adalah masih rendahnya kesadaran masyarakat untuk tertib berlalu lintas di Jabodetabek, selain itu tidak semua persimpangan lampu lalu lintas terpasang alat E-Tilang.

Berdasarkan masalah tersebut maka perlu dibuat alat pendeteksi pelanggaran lampu lalu lintas di persimpangan lampu lalu lintas yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Pelanggaran Garis Henti Kendaraan Pada Pesimpangan Lalu Lintas Satu

Arah Menggunakan Sensor Laser Berbasis Arduino Mega 2560”. Sensor laser digunakan sebagai *input* untuk mendeteksi kendaraan yang melewati garis henti kendaraan pada saat lampu merah menyala di area lampu lalu lintas [1] [2][3].

Hasil pendeteksian sensor dikirim dan dikontrol menggunakan Arduino Mega 2560 yang menghasilkan beberapa *ouput* [3][1][4], diantaranya *buzzer* yang berbunyi [6], *Liquid Crystal Display* (LCD) untuk menampilkan informasi pelanggaran [3], dan sepasang *solenoid valve* yang dialiri air di dalamnya dan berfungsi membuka dan menutup secara otomatis. Pendeteksian pelanggaran lalu lintas bertujuan untuk mengurangi pelanggaran kendaraan di area lampu lalu lintas untuk tidak menerobos garis henti kendaraan supaya lebih tertib [5].

METODE PENELITIAN

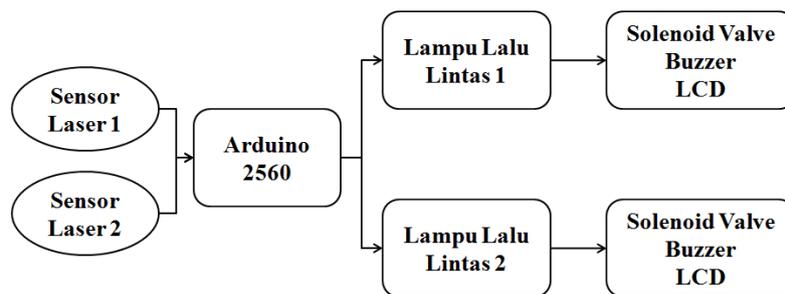
Perancangan alat dalam penelitian ini menggunakan beberapa komponen elektronika yaitu sensor laser, arduino 2560, indikator lampu lalu lintas, solenoid valve, buzzer dan LCD. Komponen-komponen tersebut terintegrasi menjadi satu rangkaian sehingga dapat menghasilkan alat pendeteksi pelanggaran kendaraan pada persimpangan lalu lintas satu arah. Keterkaitan antar komponen dijelaskan pada Gambar 1.

Arduino yang digunakan pada rancangan ini hanya satu untuk mengoperasikan 2 lampu lalu lintas. Sensor laser 1 dan sensor

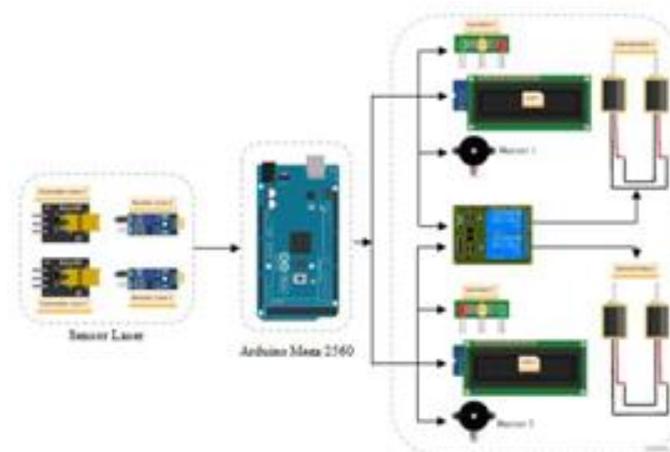
laser 2 dioperasikan dalam 1 arduino untuk memberikan perintah pada lampu lalu lintas 1 dan lampu lalu lintas 2. Sensor akan membaca objek jika salah satu lampu lalu lintas dalam keadaan merah dan terdapat kendaraan yang melewati batas aman, maka solenoid valve akan memutar tuas air, buzzer berbunyi, dan LCD akan menampilkan tulisan Pelanggaran. Lampu lalu lintas, LCD, sensor laser, *buzzer*, dan *solenoid valve* menyala lampu lalu lintas dirancang terus menyala yang digunakan untuk mengontrol arus lalu lintas pada persimpangan sesuai dengan durasi yang ditentukan yaitu 42 detik. Komponen-

komponen elektronika da-lam rancangan penelitian ini di integrasikan menjadi satu rangkaian utuh yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Rancangan alat pada penelitian ini terdiri dari 2 sensor laser, 1 arduino 2560, 2 solenoid valve, 2 lampu lalu lintas, 2 LCD, dan 2 buzzer. Penelitian ini memaksimalkan fungsi arduino dalam menjalankan tugas untuk mengoperasikan kerja 2 sensor dan komponen lainnya. Penggunaan 1 arduino untuk mengoperasikan komponen lain dengan tugas yang berbeda, sebagai langkah efisiensi yang dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Blok Rancangan Alat Pendeteksi Pelanggaran Kendaraan pada Persimpangan Lalu Lintas



Gambar 2. Rangkaian antar Komponen Elektronika Pendeteksi Pelanggaran Lampu Lalu Lintas

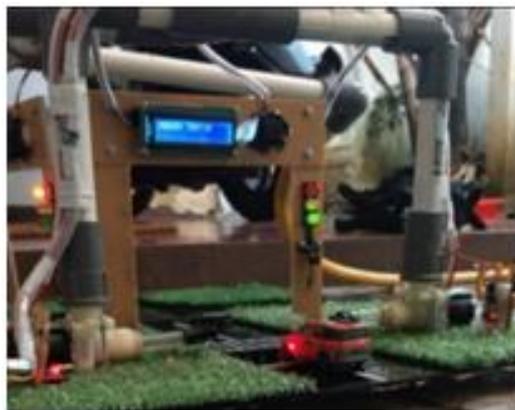
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Laser sebagai Pendeteksi Pelanggaran Lalu Lintas terhadap Kendaraan

Pada pengujian ini, dilakukan untuk mengetahui seluruh perubahan kondisi *output* perancangan alat saat terjadi pelanggaran di area lampu lalu lintas. Kendaraan yang digunakan pada pengujian ini adalah sebuah kendaraan. Kondisi *output* sebelum kendaraan melewati garis henti kendaraan adalah lampu

hijau ON, tampilan LCD bertuliskan “Mohon Tertib”, *buzzer* OFF, dan sepa-sang *solenoid valve* OFF, seperti yang terdapat pada Gambar 3.

Ketika kendaraan dimajukan dengan posisi melewati garis henti kendaraan pada saat lampu hijau menyala, kondisi LCD, *buzzer*, dan sepa-sang *solenoid valve* tidak mengalami perubahan atau tidak terjadi pelanggaran lalu lintas seperti yang terdapat pada Gambar 4.



Gambar 3. Kondisi Alat Sebelum Terjadi Pelanggaran



Gambar 4. Kondisi Alat saat Lampu Hijau dengan Mobil Terdeteksi Sensor Laser

Kondisi yang terjadi pada Gambar 4 dengan posisi kendaraan terdeteksi oleh sensor laser namun tidak terjadi pelanggaran, karena pelanggaran lalu lintas pada area tersebut hanya terjadi pada saat lampu merah menyala saja. Selanjutnya, dengan posisi kendaraan yang tidak berubah dan lampu merah menyala, maka terjadi pelanggaran lalu lintas seperti pada Gambar 5.

Selama terjadi pelanggaran seperti pada Gambar 5, terjadi perubahan pada *output* yaitu LCD bertuliskan “Pelang-garan”, *buzzer* ON, sepasang *solenoid valve* ON dengan menyembrotkan air ke arah jalan. Hal tersebut disebabkan cahaya merah yang dipancarkan laser *transmitter* ke laser *receiver* terhalang, fotodioda yang terdapat di bagian laser *receiver* tidak menerima cahaya sehingga tegangan saat itu menjadi sangat kecil mendekati 0 Volt DC, karena sensor laser bersifat aktif *low*. Apabila kendaraan tidak menghalangi sensor laser, alat kembali ke perintah yang telah dibuat secara berulang sampai terjadi pelanggaran berikutnya.

Pengujian Waktu Aktif Buzzer dan Solenoid Valve saat Terjadi Pelanggaran

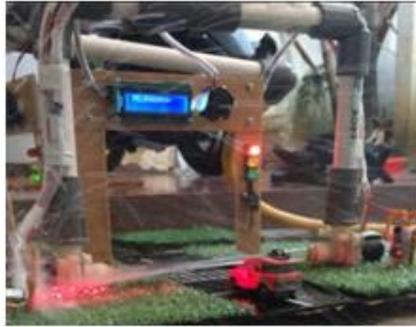
Pada pengujian data ini, dilakukan pengukuran terhadap komponen *output* yang ketika kendaraan melanggar dengan melewati garis henti kendaraan. Komponen-komponen tersebut yaitu bagian dari area lalu lintas 1

dan area lampu lalu lintas 2, diantaranya *buzzer* dan *solenoid valve* yang dilakukan pengujian sebanyak 20 kali percobaan untuk membandingkan antara set waktu terprogram *buzzer* dan *solenoid valve* ketika terjadi pelanggaran pada Arduino Mega 2560 yaitu 3 detik dengan rata-rata waktu aktif pada *buzzer* dan *solenoid valve* yang terukur pada Tabel 1.

Setelah didapat hasil pengukuran pada Tabel 1, selanjutnya dihitung rata-rata waktu aktif yang terukur, maka didapat hasil:

- Rata-rata waktu aktif terukur pada *buzzer* 1 dan *solenoid valve* 1 = 3.40 detik
 $X_{min} = 3.11 \text{ detik}$
 $X_{max} = 3.81 \text{ detik}$
- Rata-rata waktu aktif terukur pada *buzzer* 2 dan *solenoid valve* 2 = 3.35 detik
 $X_{min} = 3.03 \text{ detik}$
 $X_{max} = 3.56 \text{ detik}$

Berdasarkan Tabel 1, pengujian dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dan didapat hasil perhitungan di atas, rata-rata waktu aktif terukur pada *buzzer* dan *solenoid* yang terdapat di area lampu lalu lintas 1 saat terjadi pelanggaran adalah 3.40 detik.. Sedangkan rata-rata waktu aktif terukur *buzzer* dan *solenoid* yang terdapat di area lampu lalu lintas 2 saat terjadi pelanggaran adalah 3.35 detik.



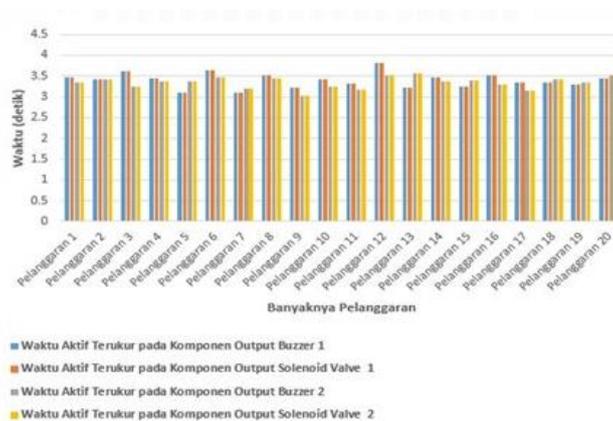
Gambar 5. Kondisi Alat saat Lampu Merah dengan Mobil Terdeteksi Sensor Laser

Tabel 1. Waktu Aktif Buzzer dan Solenoid Valve saat Terjadi Pelanggaran

No.	Banyaknya Pelanggaran	Waktu Aktif Terukur pada Komponen Output (Detik)			
		Buzzer 1	Solenoid Valve 1	Buzzer 2	Solenoid Valve 2
1	Pelanggaran 1	3.46	3.46	3.35	3.35
2	Pelanggaran 2	3.41	3.41	3.41	3.41
3	Pelanggaran 3	3.63	3.63	3.24	3.24
4	Pelanggaran 4	3.44	3.44	3.37	3.37
5	Pelanggaran 5	3.11	3.11	3.38	3.38
6	Pelanggaran 6	3.64	3.64	3.48	3.48
7	Pelanggaran 7	3.11	3.11	3.21	3.21
8	Pelanggaran 8	3.51	3.51	3.45	3.45
9	Pelanggaran 9	3.23	3.23	3.03	3.03
10	Pelanggaran 10	3.41	3.41	3.26	3.26
11	Pelanggaran 11	3.33	3.33	3.18	3.18
12	Pelanggaran 12	3.81	3.81	3.53	3.53
13	Pelanggaran 13	3.23	3.23	3.56	3.56
14	Pelanggaran 14	3.46	3.46	3.36	3.36
15	Pelanggaran 15	3.24	3.24	3.39	3.39
16	Pelanggaran 16	3.53	3.53	3.31	3.31
17	Pelanggaran 17	3.34	3.34	3.15	3.15
18	Pelanggaran 18	3.35	3.35	3.41	3.41
19	Pelanggaran 19	3.31	3.31	3.34	3.34
20	Pelanggaran 20	3.45	3.45	3.52	3.52
Rata-rata Tegangan		3.40	3.40	3.35	3.35

Rata-rata waktu aktif terukur pada *buzzer* dan *solenoidvalve* yang terdapat di area lampu lalu lintas 1 memiliki selisih waktu 0.40 detik lebih lama dari set waktu aktif terprogram pada *buzzer* dan *solenoidvalve*, sedangkan rata-rata waktu aktif terukur pada *buzzer* dan *solenoidvalve* yang terdapat di area lampu lalu lintas 2 memiliki selisih

waktu 0.35 detik lebih lama dari set waktu aktif terprogram pada *buzzer* dan *solenoidvalve*. Perbandingan waktu aktif terukur pada komponen *output* di kedua area lampu lalu lintas saat terjadi pelanggaran lalu lintas disetiap masing-masing pelanggaran dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Waktu Aktif Terukur *Buzzer* dan *Solenoid Valve*

Gambar 7 merupakan grafik perbandingan waktu aktif terukur pada komponen *output* lampu lalu lintas 1 dan 2 yang terdiri dari *buzzer* dan *solenoid valve* saat terjadi pelanggaran lalu lintas. Waktu aktif yang terukur pada komponen *output* di area lampu lalu lintas 1 memiliki waktu aktif terukur paling singkat 3.11 detik dan waktu aktif terukur paling lama 3.81 detik, sedangkan waktu aktif yang terukur pada komponen *output* di area lampu lalu lintas 2 memiliki waktu aktif terukur paling singkat 3.03 detik dan waktu aktif terukur paling lama 3.56 detik. Setelah dilakukan pengujian sebanyak 20 kali percobaan pelanggaran, waktu aktif terukur pada komponen *output* di kedua area lampu lalu lintas, terlihat stabil.

Pengujian Delay Respon Sensor Laser sebagai Pendeteksi Pelanggaran Lalu Lintas

Pada pengujian ini, dilakukan pengukuran *delay* respon sensor laser sebagai pendeteksi pelanggaran lalu lintas yang terdapat di area lampu lalu lintas 1 dan di area

lampu lalu lintas 2 ketika kendaraan melewati garis henti kendaraan. Pada bagian laser *receiver* dilakukan pengukuran waktu menggunakan *stopwatch* untuk mengetahui waktu yang diperlukan sensor laser untuk mendeteksi satu kali pelanggaran di garis henti kendaraan. Pengujian ini dilakukan pengukuran sebanyak 20 kali percobaan pelanggaran seperti yang terdapat pada Tabel 2.

Perbandingan waktu aktif terukur pada komponen *output* lampu lalu lintas 1 dan 2 yang terdiri dari *buzzer* dan *solenoid valve* saat terjadi pelanggaran lalu lintas. Waktu aktif yang terukur pada komponen *output* di area lampu lalu lintas 1 memiliki waktu aktif terukur paling singkat 3.11 detik dan waktu aktif terukur paling lama 3.81 detik, sedangkan waktu aktif yang terukur pada komponen *output* di area lampu lalu lintas 2 memiliki waktu aktif terukur paling singkat 3.03 detik dan waktu aktif terukur paling lama 3.56 detik. Setelah dilakukan pengujian sebanyak 20 kali percobaan pelanggaran, waktu aktif terukur pada komponen *output* di kedua area lampu lalu lintas, terlihat stabil.

Tabel 2. Delay Respon Sensor Laser untuk Mendeteksi Pelanggaran

No	Banyaknya Pelanggaran	Delay Respon Sensor Laser 1 (Detik)	Delay Respon Sensor Laser 2 (Detik)
1	Pelanggaran 1	0.49	0.46
2	Pelanggaran 2	0.20	0.21
3	Pelanggaran 3	0.36	0.44
4	Pelanggaran 4	0.46	0.43
5	Pelanggaran 5	0.43	0.18
6	Pelanggaran 6	0.35	0.28
7	Pelanggaran 7	0.28	0.38
8	Pelanggaran 8	0.59	0.46
9	Pelanggaran 9	0.13	0.39
10	Pelanggaran 10	0.35	0.30
11	Pelanggaran 11	0.28	0.34
12	Pelanggaran 12	0.15	0.24
13	Pelanggaran 13	0.20	0.26
14	Pelanggaran 14	0.11	0.26
15	Pelanggaran 15	0.18	0.31
16	Pelanggaran 16	0.34	0.33
17	Pelanggaran 17	0.16	0.26
18	Pelanggaran 18	0.36	0.26
19	Pelanggaran 19	0.33	0.26
20	Pelanggaran 20	0.26	0.33
Rata-rata Delay		0.305	0.319

Data pada Tabel 2, digunakan untuk menghitung rata-rata *delay* respon yang diperlukan sensor laser 1 dan 2 untuk mendeteksi kendaraan yang melanggar garis henti kendaraan dapat dihitung dengan persamaan 2, maka didapat hasil:

a. Rata-rata delay respon sensor laser 1 =0.305 detik

$$X_{min} = 0.11 \text{ detik}$$

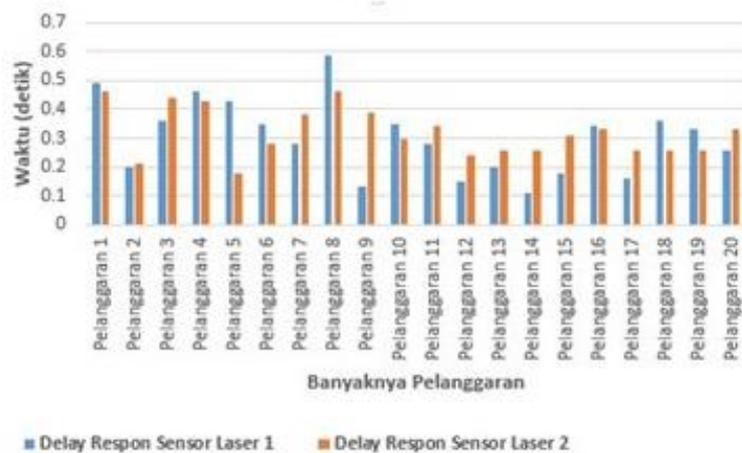
$$X_{max} = 0.59 \text{ detik}$$

b. Rata-rata delay respon sensor laser 2 =0.319 detik

$$X_{min} = 0.18 \text{ detik}$$

$$X_{max} = 0.46 \text{ detik}$$

Berdasarkan pengujian yang dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dan hasil perhitungan di atas, rata-rata *delay* respon sensor laser yang terdapat di area lampu lalu lintas 1 saat mendeteksi pelanggaran adalah 0.305 detik, Sedangkan rata-rata *delay* respon sensor laser yang terdapat di area lampu lalu lintas 2 saat mendeteksi pelanggaran adalah 0.319 detik. Untuk melihat perbandingan antara *delay* respon sensor laser 1 dengan *delay* respon sensor laser 2 disetiap masing-masing pelanggaran dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Perbandingan *Delay Respon Sensor Laser*

Gambar 8 merupakan grafik perbandingan *delay respon sensor laser* saat terjadi pelanggaran lalu lintas di area lampu lalu lintas 1 dan di area lampu lalu lintas 2, warna biru pada grafik mewakili *delay respon sensor laser 1* yang memiliki *delay respon* paling singkat 0.11 detik dan *delay respon* paling lama 0.59 detik, sedangkan warna orangepada grafik mewakili *delay respon sensor laser 2* yang memiliki *delay respon* paling singkat 0.18 detik dan *delay respon* paling lama 0.46 detik. Setelah dilakukan pengujian sebanyak 20 kali percobaan pelanggaran, *delay respon sensor* yang terdapat di area lampu lalu lintas 1 dan di area lampu lalu lintas 2 terlihat tidak stabil.

KESIMPULAN

Hasil perancangan dan analisa alat pendeteksi pelanggaran garis henti kendaraan pada persimpangan lalu lintas satu arah berbasis Arduino Mega 2560 telah berhasil

dengan menggunakan sensor laser sebagai pendeteksi pelanggaran lalu lintas ketika kendaraan melewati garis henti kendaraan di area lampu lalu lintas. Hasil pengujian saat terjadi pelanggaran di area lampu lalu lintas 1 dan di area lampu lalu lintas 2, diperoleh bahwa rata-rata *delay respon sensor laser* yang diperlukan untuk mendeteksi kendaraan yang melewati garis henti kendaraan adalah masing-masing 0.305 detik dan 0.319 detik, rata-rata waktu aktif *buzzer* dan *solenoid valve* adalah masing-masing 3.40 detik dan 3.35 detik. Lampu lalu lintas digunakan sebagai pengatur arus lalu lintas di persimpangan, LCD digunakan sebagai penampil tulisan “Pelanggaran”, *solenoid valve* digunakan sebagai penyemprot air ke arah jalan, dan *buzzer* digunakan sebagai bunyi penanda saat terjadi pelanggaran di area lalu lintas. Besar kecilnya volume air yang dialirkan dari kran ke pipa sambung *solenoid valve* menentukan derasny semprotan air yang dikeluarkan dari *solenoid valve*, semakin

besar volume air yang dialirkan, semakin jauh semprotan air yang dikeluarkan saat terjadi pelanggaran di area lampu lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Pancawati dan A. Yulianto, "Implementasi *fuzzy logic controller* untuk mengatur pH nutrisi pada sistem hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT)", *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, hal. 281-282, 2016.
- [2] D. P. Githa dan W. E. Swastawan, "Sistem pengaman parkir dengan visualisasi jarak menggunakan sensor ping dan LCD", *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, vol. 3, no. 1, hal. 11-12, 2014.
- [3] A. Pranata, S. N. Arif dan Yusniah, "Perancangan prototipe sistem parkir cerdas berbasis mikrokontroler Atmega8535", *Jurnal Saintikom*, vol. 14, no. 2, hal. 132-133, 2015.
- [4] E. Mulyanah dan C. M. Hellyana, "Perancangan dan pembuatan alat pengering kerupuk otomatis menggunakan mikrokontroler Atmega16", *Jurnal Evolusi*, vol. 3, no. 2, hal. 44, 2015.
- [5] Mariyam, Asparizal dan A. Azkiya, "Pengembangan simulasi pengendalian lampu lalu lintas dan pendeteksian kepadatan berbasis Arduino Mega 2560 menggunakan LDR dan laser", *Lentera Dumai*, vol. 9, no. 2, hal. 48-49, 2018.
- [6] Siswanto, G. P. Utama dan W. Gata, "Pengamanan ruangan dengan Arduino no R3, Sensor Mc-38, Pir, Notifikasi SMS, Twitter", *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 2, hal. 699, 2018.