

Bridge Prototype with Open System Automatic Close Using Sensor IoT Based Infrared

[Prototipe Jembatan dengan Sistem Buka Tutup Otomatis Menggunakan Sensor Inframerah Berbasis IoT]

Zidan Nur Fauzan¹⁾, Indah Sulistiyowati²⁾, Syamsudduha Syahririni³⁾, Agus Hayatal Falah⁴⁾

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

³⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

⁴⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: indah_sulistiyowati@umsida.ac.id

Abstract. A bridge serves as a means of transportation, allowing passage over an obstacle that separates two different places. In modern times, technological advancements can be applied to various fields, including bridges. Currently, there is only one drawbridge in Indonesia, highlighting the need for innovation in automation systems. The automation system for this bridge aims to improve the efficiency of vehicle and ship traffic flow. This system is also integrated with the Internet of Things (IoT) in its application. The research methodology used in this study involves real-time testing across various aspects. Based on the analysis, there is an observed uncertainty in the rotation of the servo motor. The servo motor's response speed is considered good, with an average response time of 0.48 seconds for the bridge's opening and closing mechanism, and 0.53 seconds for the barrier gate's opening and closing mechanism.

Keywords - otomation system; automated bridge; IoT

Abstrak. Jembatan merupakan sarana bagi transformasi untuk melewati sebuah rintangan yang memisahkan dua tempat berbeda. Pada zaman sekarang perkembangan teknologi bisa diaplikasikan pada apa saja termasuk jembatan. Jembatan dengan sistem buka tutup hanya ada satu di Indonesia, sehingga perlu diciptakan inovasi otomatisasi sistem. Sistem otomatis pada jembatan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi arus lalu lintas kendaraan dan kapal. Sistem ini juga dilengkapi dengan Internet of Thing dalam pengaplikasiannya. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode pengujian real time dengan berbagai aspek yang diuji. Berdasarkan hasil analisa, terdapat nilai ketidakpastian dalam putaran motor servo. Kecepatan respon motor servo dinilai bagus setelah dilakukan pengujian data dengan rata-rata kecepatan respon 0,48 detik untuk servo buka tutup jembatan, dan 0,53 detik untuk servo buka tutup palang pintu.

Kata Kunci - otomatisasi sistem; jembatan otomatis; IoT

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang pesat saat ini. Perkembangan teknologi membuat manusia berpikir bisa melakukan segalanya dengan teknologi [1]. Teknologi sudah berkembang sampai dengan adanya Internet of Things (IoT). IoT merupakan perkembangan dari teknologi yang menjanjikan keterbaruan pada peralatan dan kehidupan sehari-hari [2], [3]. Perkembangan teknologi ini mampu dikaitkan dengan alat dan konstruksi apapun [4].

Jembatan merupakan konstruksi lalu lintas yang menghubungkan dua daerah yang terpisah oleh kondisi tertentu [5], [6], [7]. Jembatan menjadi salah satu benda yang bisa dikaitkan dengan perkembangan teknologi. Jembatan sebagai media lalu lintas bisa menjadi hal yang mampu dikembangkan dengan teknologi [8]. Konstruksi jembatan mampu di renovasi dan diimplementasikan teknologi pada konstruksinya. Jembatan dengan konstruksi buka tutup masih tergolong sangat jarang ditemui di Indonesia [9].

Jembatan buka tutup yang ditemui masih menggunakan sistem kontrol manual. Sistem kontrol manual ini memiliki resiko yang cukup tinggi dalam hal keselamatan dan keamanannya [8]. Jembatan sudah saatnya diberikan sistem kontrol otomatis apabila memiliki konstruksi buka tutup. Penambahan sistem otomatis dapat mengurangi risiko kelalaian akibat human eror [5]. Teknologi sistem kontrol juga bisa diintegrasikan dengan Internet of Things [10]. Dengan adanya IoT membuat inovasi baru karena mampu mengontrol sistem dengan jarak yang jauh dan tanpa sentuhan langsung karena sudah diintegrasikan dengan internet [11].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ris Rianti Petra Angelina Sihotang, Devri Suherdi, M.Gilang Suryanata, Mukhlis Ramadhan [12]. Pada penelitian tersebut sistem kontrol yang diprogram hanya menggunakan Pulse With Modulation (PWM) dan belum diintegrasikan dengan IoT.

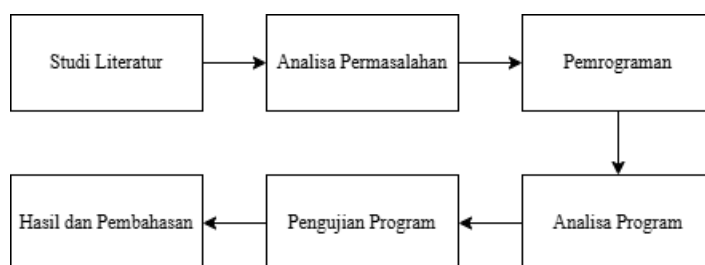
Dalam studi yang dilakukan oleh Sandi Tirta dan Arief Goeritno membahas mengenai simulator menggunakan PLC [13]. Penelitian ini mengimplementasikan sistem kontrol jembatan menggunakan PLC yang dirangkai dengan listrik 220VAC. Sistem ini juga belum mampu diintegrasikan dengan kendali jarak jauh atau IoT.

Berdasarkan kedua penelitian diatas, sistem kontrol yang akan diciptakan merupakan sistem dengan program IoT kendali jarak jauh. Pemrograman IoT untuk sistem kontrol mampu menjadi solusi atas segala risiko dan kekurangan pada sistem kontrol manual. Pemrograman IoT akan menggunakan mikrokontroller jenis ESP32 yang sudah mampu diintegrasikan dengan koneksi internet. IoT akan menjadi sistem kontrol dan sistem monitoring dari sensor yang akan digunakan. Sensor yang akan digunakan adalah sensor inframerah yang mampu mendeteksi keberadaan benda secara cepat dan tepat. Inframerah mampu mendeteksi benda dengan jarak dan kondisi tertentu sesuai kalibrasinya.

Program nantinya akan mengontrol kapan buka tutup jembatan dijalankan. Sensor inframerah akan mengirimkan sinyal kepada mikrokontroller sesaat setelah mendeteksi benda. Mikrokontroller akan mengirimkan perintah kepada motor servo yang berfungsi sebagai penggerak jembatan dan palang pintu. Program dilengkapi dengan LED traffic light yang berguna sebagai indikator. Sistem monitoring program menggunakan blynk IoT sebagai monitoring sensor dan kontrol manual saat sistem kontrol otomatis terjadi kesalahan. Program IoT sistem kontrol otomatis ini diharapkan mampu menjadi awal perkembangan teknologi pada konstruksi dan kontrol jembatan. Keterbaruan dari IoT menjadi keuntungan utama karena mampu dikembangkan terus-menerus seiring berkembangnya teknologi.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah melalui pengujian program secara real time. Penelitian dilakukan secara berurutan mulai dari studi literatur, analisa permasalahan, pemrograman, analisa program, pengujian program, serta hasil dan pembahasan.



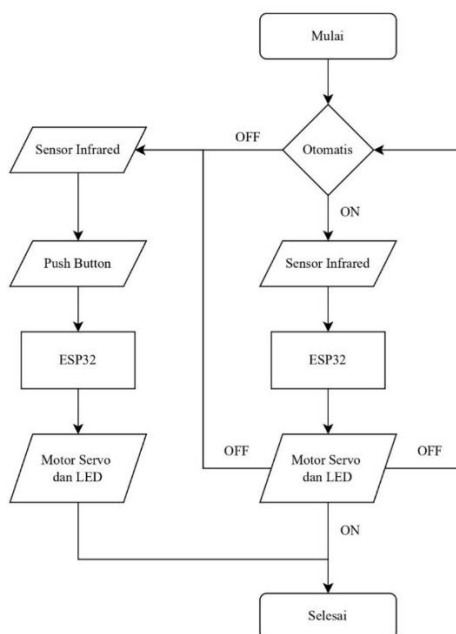
Gambar 1. Diagram blok penelitian

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan konsep sistem kerja yang didasarkan dengan penelitian terdahulu. Dengan merujuk beberapa artikel ilmiah diharapkan mampu mendapatkan sistem kerja yang sesuai dan efisien [14]. Analisa permasalahan adalah sebuah metode untuk menganalisa masalah yang timbul akibat kondisi tertentu dan akan ditemukan solusi penyelesaiannya. Permasalahan yang muncul akan diambil yang paling urgensi kemudian diimplementasikan solusinya pada program yang dibuat [15]. Setelah analisa permasalahan ditemukan, selanjutnya masuk kedalam pemrograman. Pemrograman menggunakan bahasa C++ dengan software arduino IDE, program akan dikirimkan ke ESP32. Pemrograman dilakukan untuk memberikan logika sistem kontrol yang sesuai dengan apa yang dibutuhkan.

Analisa program bertujuan untuk menganalisa apakah program yang dibuat sudah sesuai dan berjalan dengan logika yang benar. Analisa program dilakukan berkali-kali sampai benar-benar tidak ada kesalahan yang terjadi saat program dijalankan dan dikirimkan kepada mikrokontroller. Setelah program dianalisa beberapa kali dan tidak ada kesalahan, maka program bisa dilakukan pengujian sesuai yang diinginkan secara real time. Pengujian dilakukan berdasarkan aspek yang ingin didapatkan nilainya. Hasil dan pembahasan didapatkan setelah program selesai diuji pada aspek yang dibuat. Hasil akan menunjukkan nilai yang bagus apabila program tidak terjadi eror, dan hasil akan buruk jika hasil programnya juga buruk.

A. Flowchart Sistem Kerja Program

Flowchart adalah sebuah gambaran dari sebuah alur dan urutan langkah-langkah dalam kinerja suatu program [16]. Flowchart memudahkan peneliti dalam melakukannya karena berisikan langkah-langkah pengerjaan [17]. Sebuah sistem kerja memiliki flowchart untuk memudahkan pemrogramannya secara signifikan. Flowchart program sistem kontrol ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Flowchart sistem kerja program

Pada flowchart diatas menjelaskan mengenai sistem kerja program yang akan dijalankan. Program akan mengontrol sensor inframerah sebagai inputan dan motor servo sebagai outputan. Program akan menuntut sensor inframerah mengirimkan sinyal ke ESP32 saat mendeteksi benda. ESP32 akan memproses data sebelum dikirimkan ke motor servo dan LED sebagai outputan. Motor servo akan membuka jembatan dan menutup palang pintu saat intruksi buka jembatan diaktifkan dan LED akan hidup warna merah. Saat instruksi tutup jembatan aktif maka outputan akan bekerja sebaliknya. Program juga dilengkapi program untuk sistem kontrol manual menggunakan blynk IoT yang terintegrasi internet.

B. Prosedur Pengujian

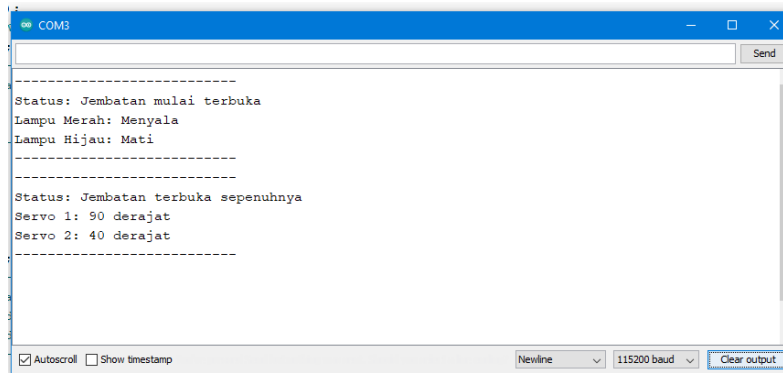
Pengujian dilakukan untuk mengetahui keselarasan hasil program dengan program yang disusun. Dengan pengujian ini program akan dikirimkan ke prototipe yang sudah dibuat dan akan diuji cara kerjanya. Pengujiannya dilakukan dengan menganalisa cara kerja sistem kontrol otomatis dan manualnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Program

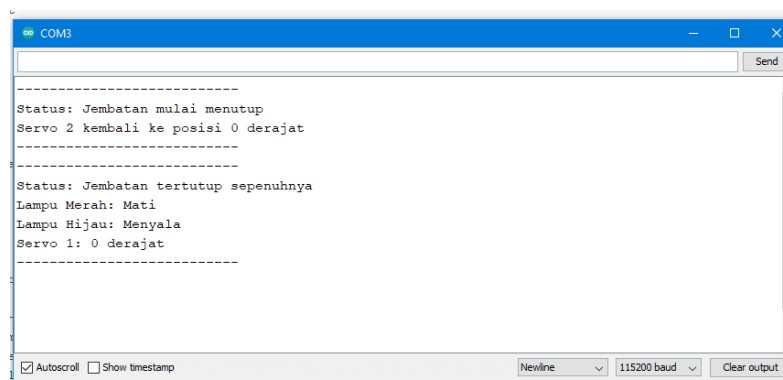
Program yang sudah selesai disusun kemudian diupload ke mikrokontroller yang ada pada prototipe. Proses upload memerlukan waktu beberapa menit dan harus terhubung dengan internet. Program akan dijalankan sesuai dengan sistem kerja pada prototipe. Hasil dari implementasi program akan ditampilkan pada serial monitor arduino IDE.

Pada gambar 3 dibawah ini menampilkan monitor pada saat sistem membuka jembatan. Saat sensor mendeteksi adanya kapal yang akan melintas maka sistem akan membuka jembatan dan prosesnya ditampilkan pada serial monitor. Motor servo akan menutup palang pintu dan membuka jembatan, kemudian lampu akan menyala warna merah. Nilai derajat putaran servo juga ditampilkan pada serial monitor. Sistem buka jembatan ini aktif sampai sensor kedua mendeteksi kapal yang melintas.



Gambar 3. Tampilan monitor saat jembatan terbuka

Pada sistem jembatan tertutup, hasil kerja program juga ditampilkan pada serial monitor. Tampilan monitor dimulai saat sistem mulai menutup jembatan hingga jembatan selesai ditutup sepenuhnya. Pada gambar 4 merupakan tampilan monitor saat jembatan tertutup. Motor servo akan kembali ke posisi awal untuk menutup jembatan dan lampu LED akan menyala warna hijau.



Gambar 4. Tampilan monitor saat jembatan tertutup

B. Pengujian Sistem Kerja

Data pada Tabel 1 menunjukkan hasil yang diperoleh pada saat pengujian sistem. Sistem kerja dari alat ini adalah saat sensor mendeteksi benda, maka palang pintu akan tertutup terlebih dahulu kemudian jembatan akan terbuka. Berbanding terbalik saat posisi aktif ke nonaktif, maka jembatan akan tertutup dahulu kemudian palang pintu akan terbuka. Alat sudah mampu menerapkan sistem kerja ini dengan sangat baik sesuai dengan program yang diberikan.

Tabel 1. Pengujian sistem kerja

Percobaan ke-	Inframerah 1 (membuka jembatan)	Inframerah 2 (menutup jembatan)	Kondisi Jembatan	Kondisi Palang Pintu	Traffic Light
1	On	Off	Terbuka	Tertutup	Merah
2	On	On	Tertutup	Terbuka	Hijau
3	Off	On	Tertutup	Terbuka	Hijau
4	Off	Off	Tertutup	Terbuka	Hijau

C. Pengujian Sensitifitas Sensor Inframerah

Sensor inframerah memiliki daya sensitifitas yang berbeda setiap sensornya. Penggunaan sumber daya juga mempengaruhi kinerja dari sensor tersebut. Pemasangan sensor inframerah secara berhadapan akan membuat sensor saling mendeteksi sehingga peletakan sensor tidak boleh berhadapan melainkan sedikit serong atau sejajar. Dalam pengujian sistem ini sensor diuji dengan jarak yang relatif dekat karena menyesuaikan kondisi lebar jembatan yang

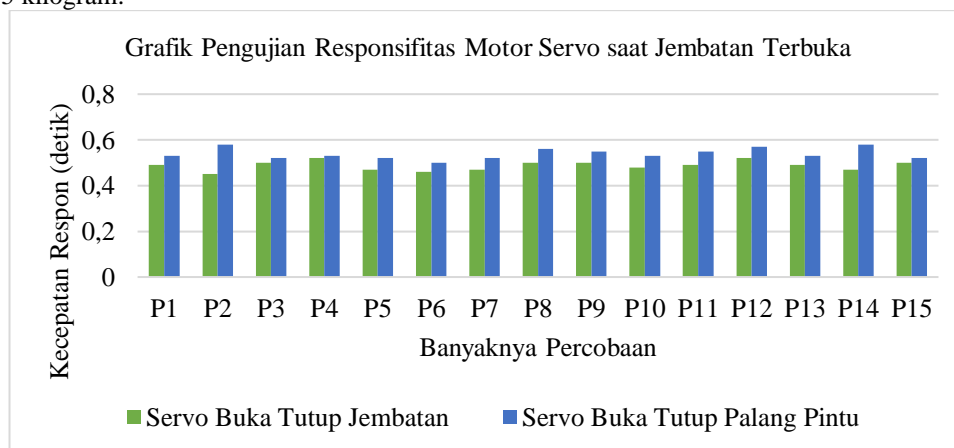
dilewati oleh kapal. Data yang didapatkan cukup baik untuk kepekaan sensornya dengan jarak terjauh 7 cm, namun inframerah kurang bekerja atau bahkan tidak aktif jika jarak diatas 7 cm yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian sensitifitas sensor inframerah

Percobaan ke-	Jarak	Inframerah 1	Inframerah 2
1	1 cm	On	On
2	2 cm	On	On
3	3 cm	On	On
4	4 cm	On	On
5	5 cm	On	On
6	6 cm	On	On
7	7 cm	On	On
8	8 cm	Off	On
9	9 cm	Off	Off
10	10 cm	Off	Off

D. Pengujian Responsifitas Motor Servo

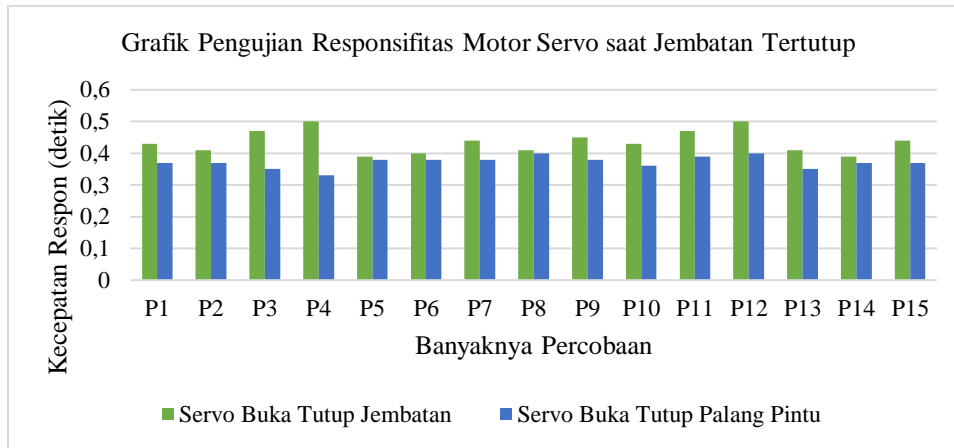
Pengujian dilakukan untuk memastikan motor servo akan aktif dengan cepat saat sensor mendeteksi benda. Karena kecepatan respon motor servo berpengaruh dalam logika kapal yang akan melintasi bawah jembatan. Saat respon motor servo buruk maka kapal akan lebih dahulu menabrak jembatan sebelum jembatan terbuka. Pada Gambar 5 didapatkan data responsifitas motor servo yang sangat baik sesuai dengan standar motor servo yaitu 0,8 detik untuk daya angkat 1,5 kilogram.



Gambar 5. Grafik pengujian responsifitas motor servo saat jembatan terbuka

Berdasarkan gambar diatas, respon dari motor servo tidak sampai 1 detik, ini menandakan respon yang baik. Perbedaan yang terjadi diakibatkan oleh beban yang diangkat adalah berbeda sehingga menimbulkan selisih. Rata-rata yang didapatkan untuk responsifitas motor servo dari 15 percobaan pengambilan data adalah 0,49 detik untuk motor servo buka tutup jembatan dan 0,54 detik untuk motor servo buka tutup palang pintu.

Berbeda dengan pengujian saat jembatan terbuka, pengujian saat jembatan tertutup memiliki tujuan untuk memastikan kelancaran lalu lintas setelah kapal melewati jembatan. Saat respon motor servo buruk maka akan memakan waktu lebih banyak untuk menutup jembatan, hal inilah yang akan mempengaruhi efisiensi arus lalu lintas kendaraan darat. Pada Tabel 4 didapatkan data responsifitas dari motor servo yang dinilai sudah baik untuk kecepatan responnya.

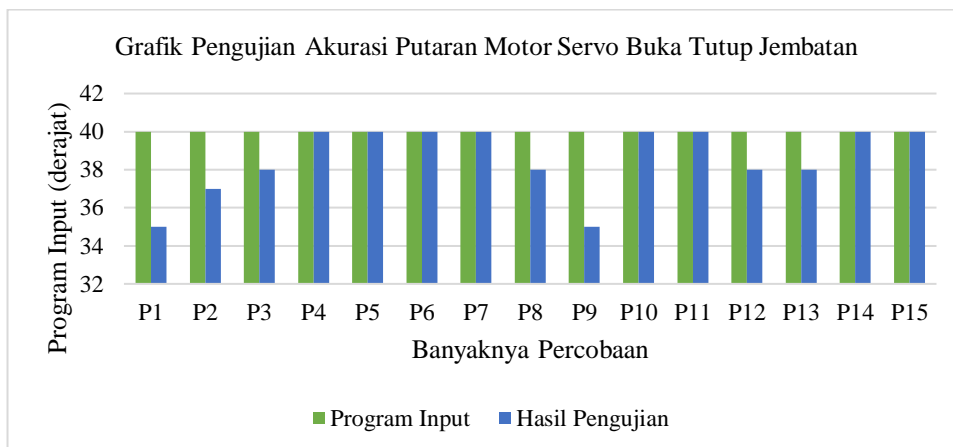


Gambar 6. Grafik pengujian responsifitas motor servo saat jembatan tertutup

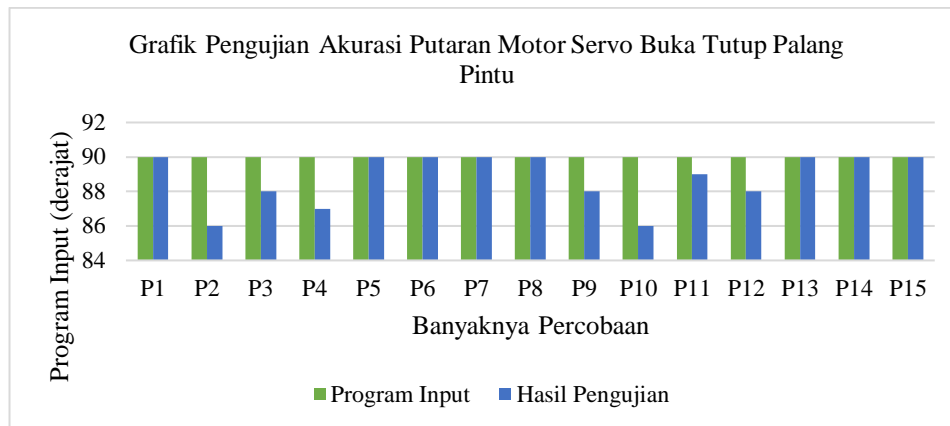
Berdasarkan Gambar 6 kemampuan respon dari motor servo sangat baik dari 15 kali pengambilan data. Tingkat kecepatan responnya sesuai dengan standart yang ada, dengan rata-rata kecepatan respon 0,44 detik untuk motor servo buka tutup jembatan dan 0,37 detik untuk motor servo buka tutup palang pintu.

E. Pengujian Akurasi Putaran Motor Servo

Akurasi putaran motor servo sangat berpengaruh dalam sistem ini, karena posisi putaran servo berpengaruh dalam jembatan dan palang pintu. Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa putaran motor servo memiliki nilai ketidakpastian atau bisa dikatakan memberikan nilai yang berbeda dengan program yang dimasukkan. Rata-rata nilai ketidakpastian yang dihasilkan tidak terlalu besar, untuk servo buka tutup jembatan memiliki nilai kesalahan sebesar 5% dari nilai program yang dimasukkan. Kemudian untuk servo buka tutup palang pintu memiliki nilai kesalahan sebesar 1,3% dari nilai program yang dimasukkan.



Gambar 7. Grafik pengujian akurasi putaran motor servo buka tutup jembatan



Gambar 8. Grafik pengujian akurasi putaran motor servo buka tutup palang pintu

F. Pengujian Kendali Pada Sistem IoT

Kendali IoT menggunakan aplikasi Blynk yang mampu diintegrasikan dengan jaringan internet Wi-Fi. Penggunaan Blynk IoT cukup dengan memasukkan library blynk pada program dan mencantumkan id serta password Wi-Fi yang digunakan. Wi-Fi yang disambungkan pada program harus sama dengan Wi-Fi yang disambungkan pada perangkat kendali berupa smartphone atau laptop. Pada Gambar 10 dapat dilihat tampilan dari kendali IoT menggunakan blynk. Pada blynk terdapat dua push button ON dan OFF serta dua LED untuk monitoring keaktifan dari sensor inframerah.

Tabel 3. Pengujian IoT pada saat mengaktifkan sistem

Percobaan ke-	Jarak	Push Button ON	Kondisi Jembatan	Kondisi Palang Pintu	Traffic Light
1	5 m	On	Terbuka	Tertutup	Merah
2	10 m	On	Terbuka	Tertutup	Merah
3	15 m	On	Terbuka	Tertutup	Merah
4	20 m	On	Terbuka	Tertutup	Merah
5	25 m	On	Terbuka	Tertutup	Merah
6	30 m	On	Terbuka	Tertutup	Merah
7	35 m	On	Terbuka	Tertutup	Merah
8	40 m	On	Terbuka	Tertutup	Merah
9	45 m	On	Terbuka	Tertutup	Merah
10	50 m	On	Terbuka	Tertutup	Merah

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa perpaduan antara jembatan dan sistem otomatis sangat bagus dan mampu memberikan dampak positif. Sistem otomatis yang deprogram mampu berjalan dengan baik sesuai tujuan perencanaan untuk mengefisiensi arus lalu lintas kendaraan darat dan perlintasan kapal. Sistem manual melalui IoT juga memberikan dampak yang baik dengan berjalannya semua sistem. Namun masih ada beberapa hal yang kurang maksimal dari penelitian ini mulai dari nilai ketidakpastian dari motor servo yang ditakutkan akan berpengaruh pada umur alat tersebut. Pembuatan kontruksi jembatan juga harus sedemikian rupa untuk menambah daya efektif dari sistem kerja. Pemilihan spesifikasi komponen memberikan pilihan dampak yang dihasilkan.

V. REFERENSI

- [1] J. P. Perdana and T. Wellem, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Kontrol Untuk Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Arduino Dan Sensor Ultrasonik," *IT-Explore J. Penerapan Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 2, no. 2, pp. 104–117, 2023, doi: 10.24246/itexplore.v2i2.2023.pp104-117.
- [2] I. Hanafi, F. Hunaini, and D. Siswanto, "Sistem Monitoring Dan Kontrol Motor Listrik Industri Menggunakan Internet Of Things (IoT)," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 64–78, 2023, doi: 10.21070/jeeeu.v7i1.1652.
- [3] I. Sulistiyowati and M. I. Muhyiddin, "Disinfectant Spraying Robot to Prevent the Transmission of the Covid-19 Virus Based on the Internet of Things (IoT)," *J. Electr. Technol. UMY*, vol. 5, no. 2, pp. 61–67, 2021, doi: 10.18196/jet.v5i2.12363.
- [4] N. Yona, S. Munti, and D. A. Syaifuddin, "Analisa Dampak Perkembangan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dalam Bidang Pendidikan," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 4, pp. 1799–1805, 2020.
- [5] E. Pranita, H. Persada, and R. A. Prayoga, "Control Jembatan Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino," *J. ICTEE*, vol. 4, no. 2, pp. 13–16, 2023.
- [6] R. Bastian and R. Rulhendri, "Perencanaan Pelebaran Jembatan Desa Tamansari," *J. Pengabd. Masy. UIKA Jaya Sink.*, vol. 1, no. 3, p. 106, 2023, doi: 10.32832/jpmuj.v1i3.1915.
- [7] M. F. S. Prayoga, E. H. Manurung, and D. Purwanto, "Jembatan Konstruksi," *Sci. J. Ilm. Sain dan Teknol.*, vol. 2, pp. 161–166, 2024.
- [8] J. B. Sitorus and R. Mutiara, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Miniatur Jembatan Otomatis Keberadaan Kapal Yang Melebihi Batas Ketinggian Berbasis Arduino Mega," *J. Otomasi*, vol. 1, pp. 11–18, 2021.
- [9] C. Cahya, "Jembatan Ini Hanya Ada Satu di Indonesia, Adopsi Teknologi Tower Bridge London," Suara Merdeka. [Online]. Available: <https://www.suaramerdeka.com/nasional/049691452/jembatan-ini-hanya-ada-satu-di-indonesia-adopsi-teknologi-tower-bridge-london>
- [10] D. Kastutara, "Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino Menggunakan Modul Wifi Esp8266 pada Aplikasi Internet Of Things," *Teknol. Pint.*, vol. 2, no. 9, pp. 1–11, 2022.
- [11] J. Jamaaluddin, I. Sulistiyowati, B. W. A. Reynanda, and I. Anshory, "Analysis of Overcurrent Safety in Miniature Circuit Breaker AC (Alternating Current) and DC (Direct Current) in Solar Power Generation Systems," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 819, no. 1, 2021.
- [12] R. Rianti, D. Suherdi, G. Suryanata, and M. Ramadhan, "Implementasi Pembuka Jembatan Otomatis Menggunakan Teknik Pulse Width Modulation (PWM)," *J. Sist. Komput. TGD*, vol. 2, no. 1, pp. 53–59, 2023.
- [13] A. Goeritno and S. Tirta, "Simulator Berbasis PLC untuk Pengaturan Lalu-lintas Jalan Raya pada Perlintasan Jalur Kapal," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 4, no. 6, pp. 1007–1016, 2020, doi: 10.29207/resti.v4i6.2668.
- [14] D. Parinata and N. D. Puspaningtyas, "Studi Literatur: Kemampuan Komunikasi Metematis Mahasiswa Pada Materi Integral," *J. Ilm. Mat. Realis. (JI-MR)*, vol. 3, no. 2, p. 94, 2022.
- [15] W. Andriyan, S. S. Septiawan, and A. Aulya, "Perancangan Website sebagai Media Informasi dan Peningkatan Citra Pada SMK Dewi Sartika Tangerang," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 6, no. 2, pp. 79–88, 2020, doi: 10.54914/jtt.v6i2.289.
- [16] A. Zalukhu, P. Singly, and D. Darma, "Perangkat Lunak Aplikasi Pembelajaran Flowchart," *J. Teknol. Inf. dan Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 61–70, 2023, [Online]. Available: <https://ejurnal.istp.ac.id/index.php/jtii/article/view/351>
- [17] G. E. S. P. Java, F. Natsir, and B. J. Tama, "Perancangan Aplikasi Penjualan Ikan Hias Pada Toko Aquascape di Depok Berbasis Android," *Semnas Ristek (Seminar Nas. Ris. dan Inov. Teknol.)*, vol. 5, no. 1, pp. 187–193, 2021.