

RESEARCH ARTICLE

Integrasi ESP 32 Pada Sistem *Swimming Lap Counter* Menggunakan Sensor *Infrared Obstacle Avoidance*

Athalla Ardyasayoga, Mohamad Ramdhani* and Dien Rahmawati

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding author: mohammadramdhani@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas pengembangan sistem penghitung putaran renang otomatis menggunakan sensor IR *obstacle avoidance*, yang dirancang untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam mencatat waktu dan jumlah putaran pada perlombaan renang. Dalam konteks regulasi yang ditetapkan oleh *Federation Internationale de Natation Amateur* (FINA) dan Persatuan Renang Seluruh Indonesia (PRSI), alat ini diharapkan mampu menggantikan metode manual yang sering digunakan dalam latihan dan kompetisi. Melalui integrasi mikrokontroler ESP32 dengan sensor IR *obstacle avoidance*, alat ini menunjukkan jarak deteksi objek yang baik, dengan rata-rata jarak deteksi sistem kurang dari 3 cm. Selain itu sistem *swimming lap counter* dapat mendeteksi objek dengan waktu deteksi kurang dari 1 *second*. Hasil ini menunjukkan bahwa alat ini dapat memberikan data yang lebih akurat dan konsisten dibandingkan metode manual, sehingga dapat digunakan untuk mendukung penilaian prestasi atlet dengan lebih baik. Alat ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan keakuratan dan efisiensi dalam pencatatan waktu dan putaran pada perlombaan renang, baik di tingkat latihan maupun kompetisi.

Key words: Regulasi Renang, Alat Hitung Putaran, Akurasi Waktu, Perlombaan Renang

Pendahuluan

Dalam perlombaan renang, berbagai peraturan diatur oleh federasi terkait. *Federation Internationale de Natation Amateur* (FINA) mengatur regulasi untuk perlombaan internasional, sementara PRSI mengatur di tingkat nasional. Berbagai petugas berperan penting dalam perlombaan renang, termasuk wasit, *starter*, *supervisor*, *inspector of turns*, dan pencatat waktu. Untuk perlombaan perorangan jarak 800 m dan 1500 m, *inspector of turns* di setiap lintasan mencatat jumlah putaran yang ditempuh atlet renang [1]. Pada saat latihan maupun kompetisi tingkat rendah, perhitungan waktu dan jumlah putaran masih dilakukan secara manual. Metode ini melibatkan penggunaan *stopwatch* oleh pelatih atau petugas, serta pencatatan jumlah putaran secara langsung oleh pengawas. Meskipun cara ini sederhana dan tidak memerlukan peralatan canggih, metode manual rentan terhadap kesalahan manusia dan kurang akurat dibandingkan dengan sistem otomatis.

Hal ini dapat mempengaruhi penilaian prestasi atlet dan mempersulit evaluasi kemajuan mereka secara tepat. Oleh sebab itu, diperlukan alat otomatis penghitung waktu dan putaran renang untuk membantu kinerja petugas dan memastikan keakuratan hasil setiap atlet dalam perlombaan [2]. Jurnal ini membahas tentang pengembangan sistem *swimming lap counter* menggunakan sensor IR *obstacle avoidance*. Pengembangan alat *swimming lap counter* ini diharapkan memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi untuk memudahkan pengguna dalam mencetak angka pada saat perlombaan. Hal ini, dapat membantu para

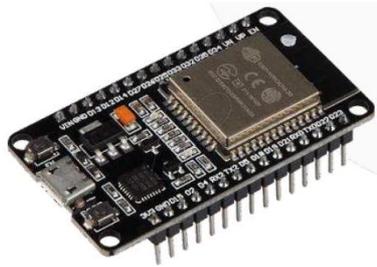
atlet renang dalam mencatat waktu terbaik dalam suatu *race* baik dalam perlombaan maupun latihan renang

Tinjauan Pustaka

Manajemen Perlombaan

Pada perlombaan renang terdapat struktur manajemen yang sistematis, pada dasarnya panitia penyelenggara renang memiliki atas segala hal yang tercantum maupun tidak tercantum dalam peraturan FINA. Pada *Olympic Games* FINA selaku federasi perlombaan renang internasional menetapkan jumlah dari panitia atau petugas penyelenggaraan perlombaan. Namun, pada ajang perlombaan tingkat nasional atau regional penyelenggaraan perlombaan berhak menentukan jumlah panitia perlombaan. Panitia atau petugas penyelenggara perlombaan memiliki perannya yang berbedabeda [2]. Ini terbagi menjadi beberapa sektor, salah satunya adalah juri yang mengatur dan berhak memulai dan menyelesaikan *race* dari perlombaan renang. Selanjutnya ada, pengawas ruang kontrol yang bertugas untuk memastikan waktu otomatis pada layar dapat berkerja dengan baik.

Peran *supervisor* ruang kontrol sangat krusial dalam menentukan pemenang perlombaan, *supervisor* ruang kontrol memiliki tanggung jawab untuk melaporkan hasil dari perlombaan yang sudah di jalankan [3]. Pada dasarnya setiap ajang perlombaan renang yang ada para



Gambar 1. Mikrokontroler ESP32.

penyelenggara renang sudah didukung dengan berbagai alat penghitung. Namun, dari berbagai alat penghitung lap renang masih banyak hal yang dikeluhkan oleh banyak atlet dan wasit. Dari berbagai banyak hal yang dikeluhkan oleh atlet dan wasit perlombaan renang, hal utama yang menjadi *highlight* adalah tingkat sensitivitas alat yang rendah sehingga dapat mempengaruhi akurasi perhitungan.

Penghitung Lap Konvensional

1. Aqua Tally

Kekurangan aqua tally dalam menghitung lap renang adalah sering kali terjadi kesalahan dalam perhitungan yang diakibatkan oleh pengaruh arus air. Kondisi ini diperparah dengan kurangnya integrasi sistem perhitungan dengan teknologi *modern* yang tersedia. Pencatatan dan perhitungan masih dilakukan secara manual, sehingga rentan terhadap kesalahan manusia dan tidak efisien.

2. Finger Lap Counter

Finger Lap Counter memiliki beberapa kekurangan yang signifikan. Alat ini dapat mengganggu ritme renang karena harus ditempatkan pada ujung jari perenang, sehingga berpotensi mengurangi kenyamanan dan performa atlet. Selain itu, penggunaan alat ini memiliki tingkat *human error* yang tinggi, karena tergantung pada keakuratan dan konsistensi perenang dalam menggunakannya. Kekurangan lain yang penting adalah alat ini tidak dapat dilihat oleh wasit, sehingga menyulitkan pengawasan dan verifikasi selama kompetisi berlangsung.

3. Omega Digital Lap Counter

Omega Digital Lap Counter memiliki beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan. Alat ini masih dihubungkan dengan kabel dan belum menggunakan teknologi nirkabel (*wireless*), yang dapat membatasi fleksibilitas dan kemudahan penggunaan. Selain itu, perangkat ini sulit ditemukan di pasaran, sehingga aksesibilitasnya menjadi terbatas bagi pengguna. Harga yang mahal juga menjadi salah satu kendala utama, membuatnya kurang terjangkau bagi banyak pihak yang memerlukan alat ini untuk keperluan pelatihan atau kompetisi.

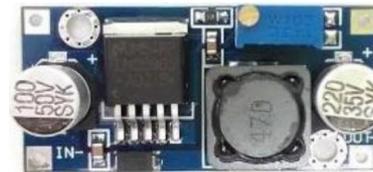
Komponen Utama

1. Mikrokontroler ESP 32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dirancang dan dikembangkan oleh *Espressif Systems*. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan fitur WiFi dan *Bluetooth*, memungkinkan kontrol perangkat elektronik melalui jaringan nirkabel. Dalam pengembangan aplikasi dengan ESP32, terdapat berbagai bahasa pemrograman yang dapat digunakan, termasuk C, C++, *Python*, dan *JavaScript*. Dengan menggunakan bahasa pemrograman dan alat pengembangan yang tepat, pengembang dapat dengan mudah menciptakan aplikasi yang berjalan pada platform ESP32 [4]. Dalam jurnal ini,



Gambar 2. Sensor IR.



Gambar 3. Sensor IR.

Table 1. Keterangan StepDown LM2596 DC-DC

Voltage	DC 3 V – 40 V
Output Voltage	DC 1.5 V – 35 V
Arus max	3 A
Ukuran Board	42 mm × 20 mm × 14 mm

ESP32 akan mendapatkan data dari pendeteksian objek dari sensor yang ada. Nantinya, ESP32 akan mengolah data *object detection* untuk memberikan perintah perhitungan kepada komponen pendukung yang terdapat di alat *swimming lap counter*.

2. Sensor Infrared Obstacle

Sensor IR 2 adalah sensor yang mendeteksi rintangan melalui pantulan cahaya inframerah. Ketika modul sensor mendeteksi objek di depannya, cahaya yang dipantulkan akan memiliki intensitas yang dapat disesuaikan menggunakan potensiometer. Sensor ini memberikan *output* berupa nilai *HIGH* atau *LOW*, di mana nilai *LOW* menunjukkan adanya penghalang di depan sensor, sementara nilai *HIGH* menunjukkan tidak adanya penghalang. *IR emitter* memancarkan cahaya inframerah ke arah rintangan atau objek, yang kemudian dipantulkan kembali dan diterima oleh *IR receiver* [5].

Komponen Elektronika Pendukung

1. Step-down LM2596

StepDown LM2596 DC-DC adalah konverter yang berfungsi menurunkan tegangan dengan mengonversi tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran DC yang lebih rendah [6]. Pada pengembangan alat *swimming lap counter* kegunaan *stepdown* LM2596 adalah untuk menurunkan daya dari sumber tegangan sistem dari 12 V ke 5 V untuk dihubungkan ke mikrokontroler ESP32. Modul *stepdown* memiliki efisiensi yang tinggi, karena mengubah tegangan dengan menggunakan prinsip *switching*, yang mengurangi panas yang dihasilkan.

2. Buzzer HRB-N80

Buzzer HRB-N80 4 adalah komponen elektronika yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Prinsip kerjanya



Gambar 4. Buzzer HRB-N80



Gambar 5. Baterai 3,7 Volt

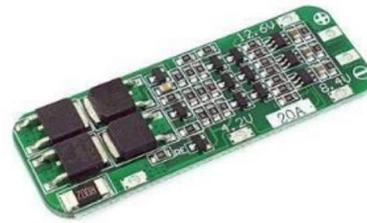
mirip dengan *loudspeaker*, terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma. Ketika kumparan dialiri arus listrik, ia berubah menjadi elektromagnet yang akan tertarik ke dalam atau keluar tergantung pada arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan ini terhubung dengan diafragma, setiap gerakan kumparan menggerakkan diafragma secara bolak-balik, menghasilkan getaran udara yang memproduksi suara [7]. Dalam pengembangan alat *swimming lap counter buzzer* HRB-N80 difungsikan sebagai penanda dimulainya perlombaan. Ketika alat sudah diaktifkan maka mikrokontroler ESP32 akan mentrigger *buzzer* untuk mengeluarkan suara, sekaligus pertanda atlet memulai *race* renang yang ada.

3. Baterai 3,7 Volt

Baterai *lithium-ion* 3,7 Volt 18650 4 adalah sel isi ulang dengan dimensi 18 mm × 65 mm, yang telah menjadi model baterai populer dalam berbagai pengembangan sistem. Sel ini mampu menyediakan daya yang signifikan, sehingga sering digunakan dalam perangkat berdaya tinggi serta mesin besar. Keunggulan utama baterai *lithium-ion* 3,7 Volt 18650 meliputi berat yang ringan, kapasitas penyimpanan yang besar, serta ketahanan terhadap efek memori. Selain itu, baterai ini memiliki siklus hidup yang panjang dan efisiensi energi yang tinggi, menjadikannya pilihan yang andal dan ekonomis untuk berbagai kebutuhan energi portabel [8].

4. Battery Management System

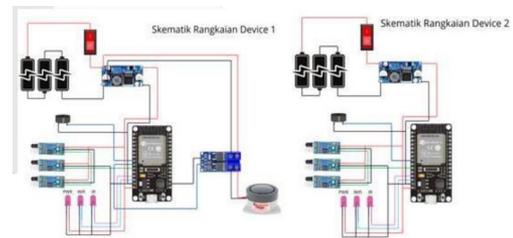
Battery Management System (BMS) 6 merupakan sebuah sistem elektronik yang berperan penting dalam pengelolaan baterai. BMS berfungsi untuk mengendalikan dan menyeimbangkan lingkungan baterai, menjaga setiap sel dalam paket baterai agar tetap berada dalam kondisi aman [9]. Lebih lanjut, BMS memainkan peran kunci



Gambar 6. BMS

Table 2. Keterangan Baterai 3,7V

Tegangan nominal	3.7V
Kapasitas minimum	1200 – 2600mAh
Resistansi	< 40 mΩ

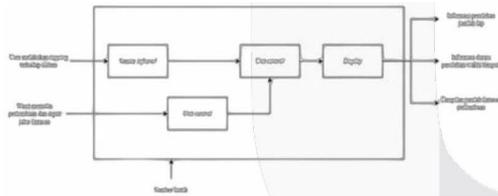


Gambar 7. Skematik Rangkaian Sistem

dalam meningkatkan kinerja keseluruhan baterai dengan mengoptimalkan penggunaannya. Ini dilakukan melalui berbagai mekanisme kontrol dan pemantauan yang memastikan bahwa baterai tidak mengalami *overcharging* atau *overheating*, yang dapat merusak sel baterai dan mengurangi umur pakainya [Liao, Yuan, J.Huang, Q. Zeng. 2011. *Distributed Battery Management System in Battery Electric Vehicle. Advanced Materials Research. Vols. 201203, hal. 2427-2430*] Selain itu, BMS mendukung peningkatan umur baterai dengan melakukan penyeimbangan sel, yang memastikan bahwa setiap sel dalam paket baterai memiliki tegangan dan kapasitas yang seragam. Hal ini sangat penting untuk menghindari kerusakan dini pada sel tertentu yang bisa mempengaruhi keseluruhan paket baterai. Dengan demikian, BMS tidak hanya meningkatkan kinerja baterai tetapi juga memastikan efisiensi energi yang lebih tinggi dan penghematan biaya dalam jangka panjang.

Skematik Rangkaian

Pada *schematic* rangkaian *swimming lap counter* pada gambar 7 terdiri dari berbagai komponen utama dan pendukung. Didalam *schematic* rangkaian di atas, sensor dirangkai secara paralel dan *output* dari sensor dihubungkan pin D27 dari ESP32. Sementara itu, pin untuk pin *output* LED dan *buzzer* dihubungkan ke pin D12, D13, dan D25 dari sensor ESP32. Pada rangkaian VCC *schematic* diatas dirangkai seluruh rangkaian dihubungkan pada pin VCC yang sudah ditempelkan pada *breadboard* sistem, pin dari rangkaian VCC yang sudah dirangkai akan dihubungkan pada pin VCC pada ESP32. Selain itu, untuk rangkaian ground pada alat *swimming lap counter* sama seperti rangkaian VCC. Setelah seluruh rangkaian ground sudah dihubungkan pada pin yang telah dipasang di dalam *breadboard* maka selanjutnya akan dihubungkan ke pin *ground* dari ESP32. Pada rangkaian skematik *device 1* penggunaan *buzzer* 12 VDC disambungkan ke mosfet sebelum nantinya *output* yang ada pada *buzzer* akan disambungkan ke ESP32.



Gambar 8. Diagram Fungsi Sistem

Metodologi Penelitian

Jurnal ini membahas tentang metode untuk menjalankan sistem *swimming lap counter* menggunakan sensor IR *obstacle avoidance* yang berfungsi untuk mendeteksi objek, hasil data yang didapatkan sensor IR *obstacle avoidance* akan terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Selanjutnya, setelah terintegrasi sistem *swimming lap counter* dapat melakukan pendeteksian objek secara *real-time* dari *input* pendeteksian dari sensor IR *obstacle avoidance*. ESP32 akan diprogram guna menerima data dari pendeteksian objek sensor, data ini akan berisi hasil deteksi objek yang di dapat berdasarkan sentuhan atlet renang. Berdasarkan hasil yang di dapat, ESP32 akan mengontrol seluruh komponen pendukung untuk mengaktifkan alat *swimming lap counter* dan memulai perhitungan durasi dan perpindahan jumlah lap berdasarkan data yang telah diolah.

Diagram Blok Sistem

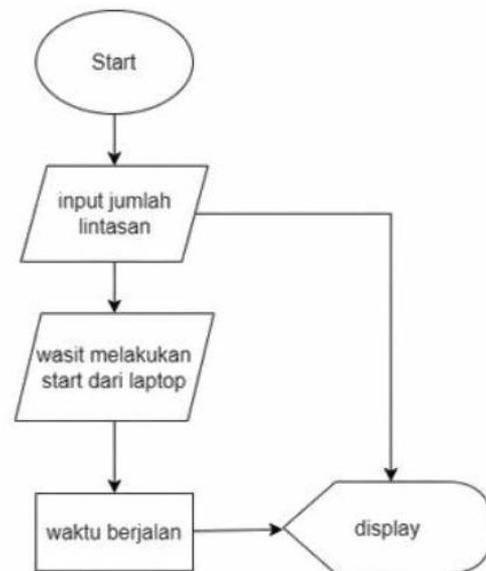
Gambar 8 merupakan gambar blok diagram blok sistem dari alat *swimming lap counter*. Dapat dilihat dari diagram blok yang ada bahwa terdapat 2 masukan yaitu *tapping user* dan wasit *input* jalur lintasan perlombaan. Pada masukan yang pertama yaitu ketika *user* melakukan *tapping*, sensor akan mendeteksi objek. Hasil dari nilai pendeteksian objek akan dikirimkan ke unit *control* (mikrokontroler). Kemudian unit *control* juga akan menerima informasi jalur lintasan dari hasil *input* wasit, yang telah diolah oleh unit *central*. Selanjutnya, informasi yang sudah didapat oleh unit *control* akan langsung ditampilkan pada *display* yang sudah tersedia. *Display* yang ada akan menampilkan informasi perolehan jumlah lap, informasi perolehan waktu tempuh, dan tampilan jumlah lintasan perlombaan.

Flowchart

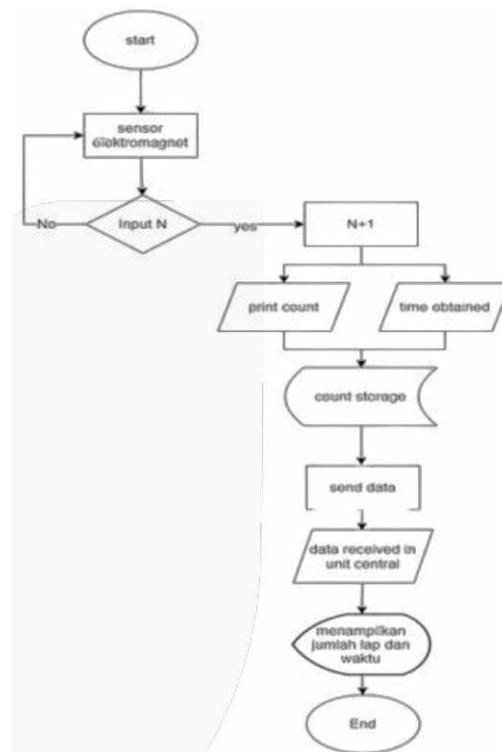
Gambar 9 menunjukkan *flowchart* aktivasi sistem dari alat penghitung putaran renang (*Swimming Lap Counter*). Pada awal pertandingan, wasit akan mengaktifkan sistem. Setelah diaktifkan, sistem akan mulai menghitung jumlah putaran dan mencatat waktu yang diperoleh. *Input* jumlah lintasan dilakukan oleh wasit melalui perangkat yang tersedia dan langsung terhubung ke *display*.

Gambar 10 menunjukkan *flowchart* pengolahan data dari unit *control* ke unit *central*. Hasil pengukuran yang diperoleh dari sensor akan diproses oleh unit *control*. *Input* perhitungan $N + 1$ meliputi jumlah putaran dan waktu tempuh perenang. Setelah data diproses oleh unit *control*, data tersebut akan dikirimkan ke unit *central*. Data yang telah dikirim ke unit *central* akan ditampilkan secara *real-time*.

Berdasarkan Gambar 11, desain pelindung sistem ini berbentuk kotak yang digunakan untuk menyimpan sensor di bagian bawah konstruksi. Selain itu, terdapat ruang kotak di bagian atas untuk menyimpan baterai dan unit *y*. Pelindung sistem ini memiliki ukuran 15 cm dengan ketebalan 12 mm, yang cukup besar untuk menyimpan sensor pendeteksi dengan aman dan efisien. Tempat penyimpanan unit *control* dan baterai memiliki ukuran 15x12x10 cm dengan ketebalan 12 mm,



Gambar 9. Flowchart



Gambar 10. Flowchart Pengolahan Data Sistem

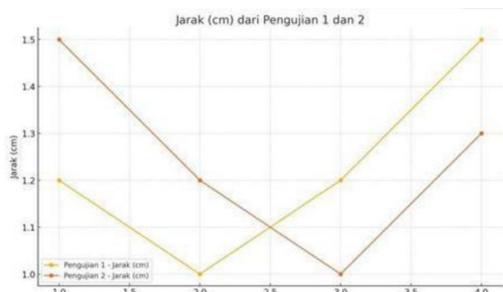
sehingga memberikan ruang yang cukup untuk komponen elektronik penting tersebut.

Hasil dan Pembahasan

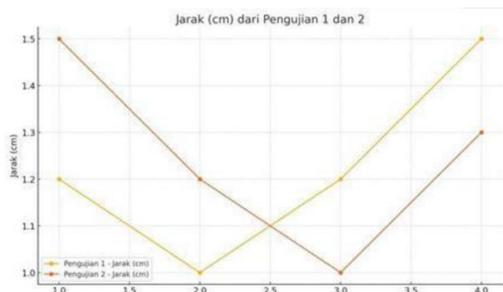
Pada penelitian kali ini, menghasilkan berbagai data untuk menunjang alat *swimming lap counter*. Berhasilnya integrasi antara mikrokontroler



Gambar 11. Desain Alat



Gambar 12. Grafik Rata-rata Pengujian Jarak



Gambar 13. Grafik Rata-rata Pengujian Waktu Respon

ESP32 dan sensor IR *obstacle avoidance* menghasilkan data pengujian waktu *respons* sekaligus jarak deteksi objek sensor dan tingkat kesalahan perhitungan durasi pada saat *race* renang.

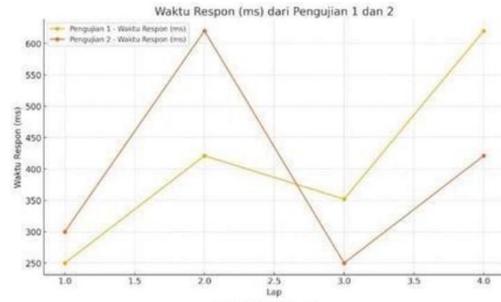
Hasil Pengujian Waktu Respon dan Jarak Deteksi Sensor

- Berdasarkan grafik 11 rata-rata jarak pengujian yang ada maka didapatkan perhitungan mean dari setiap *device* yang ada. Berikut hasil perhitungan yang di dapat:

$$\text{Mean } (\mu) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \tag{1}$$

Device 1

$$\mu = \frac{1.2 + 1.5 + 1.3 + 1.4 + 1.8 + 1.2 + 1.9 + 1.4}{8} = \frac{11.7}{8} = 1.4625 \text{ cm}$$



Gambar 14. Grafik Rata-rata Pengujian Error Sistem

Device 2

$$\mu = \frac{1.5 + 1.7 + 1.5 + 1.7 + 1.1 + 1.3 + 1.4 + 1.6}{8} = \frac{11.8}{8} = 1.475 \text{ cm}$$

- Berdasarkan grafik 13 rata-rata waktu respon yang ada maka didapatkan perhitungan mean dari setiap *device* yang ada. Berikut hasil perhitungan yang di dapat:

$$\text{Mean } (\mu) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \tag{2}$$

Device 1

$$\mu = \frac{250 + 270 + 591 + 260 + 220 + 200 + 280 + 240}{8} = \frac{2311}{8} = 288.875 \text{ ms}$$

Device 2

$$\mu = \frac{300 + 320 + 340 + 340 + 290 + 520 + 240 + 210}{8} = \frac{2560}{8} = 320 \text{ ms}$$

Perhitungan Tingkat Kesalahan Sistem

Berdasarkan grafik 14 pengujian tingkat kesalahan renang di atas, dihitung selisih waktu dan tingkat kesalahan dari sistem yang ada. Metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan adalah *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. MAPE digunakan untuk mengevaluasi akurasi prediksi dengan menghitung rata-rata persentase kesalahan absolut antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya. Metode ini dipilih karena sifatnya yang mudah dipahami oleh berbagai kalangan. MAPE memberikan informasi mengenai besarnya kesalahan prediksi dalam persentase dari nilai sebenarnya. Semakin rendah nilai MAPE, semakin tinggi akurasi prediksinya [10].

Rumus Perhitungan

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \tag{3}$$

Berdasarkan hasil pengujian diatas didapati bahwa tingkat kesalahan *device 1* pada 8 pengujian adalah 2.40% - 3.84%. Sedangkan, pada pengujian *device 2* tingkat rata rata kesalahan yang ada dari 8 pengujian adalah 1.52% - 3.00%. Perhitungan MAPE memiliki kriteria dari perhitungan error.

Kesimpulan

Dari uji coba yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rancangan sistem *swimming lap counter* pada penelitian yang sudah dilakukan, menghasilkan produk penghitung putaran renang yang memiliki jarak deteksi waktu respon serta tingkat kesalahan yang sesuai dengan

spesifikasi sistem. Alat *swimming lap counter* yang ada mampu mendeteksi tangan dengan akurasi rata-rata jarak 0 hingga 1,4 cm pada *device 1* dan *device 2*. Tingkat sensitivitas alat dalam mendeteksi objek sangat responsif, dengan waktu respons rata-rata sebesar 288 milidetik pada *device 1* dan 320 milidetik pada *device 2*. Angka ini menunjukkan bahwa perangkat tersebut mampu merespons dalam waktu kurang dari satu detik, yang menunjukkan sistem dapat bekerja dengan baik. Selain itu, alat ini juga memiliki tingkat kesalahan yang sangat rendah, dengan nilai persentase kesalahan berkisar antara 2,40% hingga 3,84% untuk *device 1* dan 1,52% hingga 3,00% untuk *device 2*. Rentang nilai kesalahan ini menempatkan perangkat dalam kategori "sangat baik" berdasarkan standar MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

Daftar Pustaka

1. Aditya MDHNE. Efektifitas Software Swim Race System Terhadap Penempatan Nomor, Seri, dan Lintasan. *Jurnal Kepeleatihan Olahraga*. 2016;1:22.
2. d M B Ilyas S. Peraturan Perlombaan Renang FINA. Peraturan Renang; 2021.
3. Sanjaya PMD. Manajemen Perlombaan dalam Memasyarakatkan Olahraga Renang di Wilayah Kota Merauke. *JIJOSC*. 2022;2(2):1-6.
4. Kusumah HRAP. Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler dan Internet Of Things Berbasis ESP32. *Journal Cerita*. 2019;5(2):120-34.
5. Sholeh RAAW, I AF. Rancang Bangun Robot Berbasis RFID Localization dan Obstacle Avoidance. *SinarFe7*. 2020;3(1).
6. Cekdin C, Nawawi Z, Faizal M. An Effort to Reduce Voltage from DC to DC Converter with a Monolithic Circuit Based on IC LM 2596. *Journal of Computational and Theoretical*. 2019;16(12):21.
7. Nurcahyo S. Aplikasi dan Teknik Pemrograman Mikrokontroler. *Jurnal Pembelajaran Teknik*. 2020;1(2):32.
8. Cahyono TP. Pengujian Karakteristik Baterai Lithium-Ion dengan Metode Fuzzy dengan Beban Bervariasi. *Jurnal Arus Elektro*. 2020;6(3):67.
9. Labade VPNMKADS. Lead Acid Battery Management System for Electrical Vehicles. *International Journal of Electronics and Communication Engineering & Technology (IJECET)*. 2013;4(3):97-107.
10. Hudyanti CV, Bachtiar FA, Setiawan BD. Perbandingan Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 2019;3(3):22.