



## *Design and Development of an Automatic Tennis Ball Retrieving Robot Using HSV*

### **Rancang Bangun Robot Pengambil Bola Tennis Otomatis Menggunakan Metode Hue Saturation Value (HSV)**

**Raditya Raya<sup>1</sup>, Herlambang Saputra<sup>2</sup>, Husnawati<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

E-Mail: [radityaraya02@gmail.com](mailto:radityaraya02@gmail.com)<sup>1</sup>, [herlambang@polsri.ac.id](mailto:herlambang@polsri.ac.id)<sup>2</sup>, [husnawati@polsri.ac.id](mailto:husnawati@polsri.ac.id)<sup>3</sup>

*Makalah: Diterima 25 Januari 2026; Diperbaiki 20 Februari 2026; Disetujui 24 Maret 2026*

*Corresponding Author: Raditya Raya*

#### **Abstrak**

Perkembangan teknologi dalam bidang robotika dan pengolahan citra digital memungkinkan terciptanya sistem otomatis yang mampu menggantikan tugas manusia, salah satunya dalam pengambilan bola tenis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun robot pengambil bola tenis otomatis menggunakan metode deteksi warna berbasis ruang warna Hue Saturation Value (HSV). Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali dan ESP32-CAM yang terintegrasi dengan kamera OV2640 untuk menangkap citra dan mendeteksi bola berdasarkan warna secara real-time, serta dikombinasikan dengan motor DC yang dikendalikan melalui driver L298N untuk pergerakan robot. Proses pengambilan bola dilakukan menggunakan motor servo, sementara sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak antara robot dan bola. Robot dirancang untuk mengambil satu bola dalam satu waktu pada kondisi bola diam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan mengambil bola tenis secara otomatis pada rentang jarak 10–80 cm, dengan tingkat akurasi dan keberhasilan sebesar 80% dari lima kali percobaan dengan variasi jarak. Selain itu, rata-rata waktu yang dibutuhkan robot untuk mengambil 4 bola adalah 11,36 detik.

Keyword: deteksi warna, ESP32-CAM, HSV, pengolahan citra digital, robot pengambil bola.

#### **Abstract**

*The development of robotics and digital image processing technologies enables the creation of automated systems capable of replacing human tasks, one of which is tennis ball retrieval. This study aims to design and develop an automatic tennis ball collecting robot using a color detection method based on the Hue Saturation Value (HSV) color space. The system utilizes an ESP32 microcontroller as the main controller and an ESP32-CAM module integrated with an OV2640 camera to capture images and detect the ball based on color in real-time. The robot movement is driven by DC motors controlled by an L298N motor driver. The ball collection mechanism uses a servo motor, while an HC-SR04 ultrasonic sensor is used to measure the distance between the robot and the ball. The robot is designed to collect one ball at a time under stationary conditions. The results show that the system is able to detect and collect tennis balls automatically within a distance range of 10–80 cm, with an accuracy and success rate of 80% from five trials with varying distances. In addition, the average time required by the robot to collect four balls is 11.36 seconds.*

Keyword: ball retrieving robot, color detection, digital image processing, ESP32-CAM, HSV

#### **1. PENDAHULUAN**

Tenis lapangan adalah satu permainan yang menggunakan bola dan raket, dan dimainkan di atas lapangan persegi panjang yang memiliki permukaan datar atau rata. Bola adalah alat yang akan dipukul atau dimainkan sedangkan raket adalah alat yang digunakan untuk memukul bola [1]. Tennis lapangan dapat dimainkan antara 2 pemain (single) dan 2 pasangan (double) [2]. Tennis dapat dimainkan dengan cara memukul bola menggunakan raket menuju ke sisi area lapangan lawan dengan tujuan mendapatkan poin dan mencegah lawan mengembalikan bola. Selain itu, Olahraga ini menggabungkan keterampilan fisik, strategi, dan mental, sehingga menjadikannya menarik untuk dipelajari dari sudut pandang teoretis [3].

Seiring dengan kemajuan teknologi, banyak inovasi teknologi yang telah muncul, salah satunya adalah teknologi pengolahan citra digital yang memanfaatkan deteksi warna menggunakan metode *Hue, Saturation, Value* (HSV). HSV (Hue, Saturation, Value) merupakan sebuah model ruang warna yang merepresentasikan warna melalui komponen hue sebagai jenis warna, saturation sebagai tingkat kejenuhan warna, dan value sebagai tingkat kecerahan, sehingga lebih sesuai dan mudah dipahami dalam pemrosesan citra digital [4].

Metode HSV efektif dalam mengenali warna objek seperti bola tenis karena kemampuan untuk membedakan warna di berbagai kondisi pencahayaan. Metode HSV juga banyak digunakan karena lebih stabil terhadap perubahan pencahayaan dibandingkan dengan RGB [5].

Keunggulan metode HSV dalam kestabilan deteksi warna pada berbagai kondisi pencahayaan telah banyak dibuktikan dalam sejumlah penelitian terdahulu. Seperti yang dilakukan oleh Setiyani dkk. pada tahun 2022, menyatakan bahwa sistem deteksi objek bola dengan metode *color filtering* dalam ruang HSV berbasis VB.Net mampu mengenali bola secara stabil meskipun terjadi perubahan pencahayaan [6]. Hal ini menunjukkan bahwa model HSV efektif dalam menjaga akurasi deteksi di berbagai kondisi lingkungan. Penerapan metode HSV dalam konteks yang berbeda juga dilakukan oleh Sugiarto dkk. pada tahun 2022, yang menerapkan metode HSV pada robot World Cup untuk pelacakan bola, dan berhasil mencapai tingkat akurasi 100% bahkan dalam kondisi pencahayaan rendah [5].

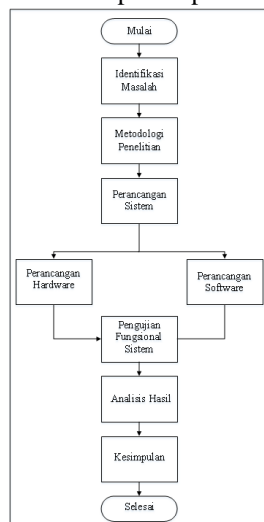
Meskipun teknologi deteksi warna menggunakan HSV banyak digunakan pada robotika, masih terdapat beberapa kelemahan. Salah satunya adalah kesulitan mengenali objek akibat gangguan lingkungan atau kemiripan warna yang dapat menyebabkan kesalahan deteksi. Selain itu, beberapa robot hanya berfokus pada deteksi bola tanpa integrasi sistem navigasi dan mekanisme pengambilan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut agar robot dapat bekerja optimal di berbagai kondisi.

Untuk mengatasi berbagai kekurangan tersebut, diperlukan sistem robotika yang sepenuhnya terintegrasi, mulai dari deteksi hingga pengambilan bola secara otomatis. Solusi yang ditawarkan adalah dengan menggunakan kamera berbasis mikrokontroler seperti ESP32-CAM yang dapat mendeteksi warna bola secara real-time dengan model HSV, serta menggabungkannya dengan sistem navigasi dan mekanisme pengambilan bola. Dengan algoritma yang disesuaikan untuk kondisi pencahayaan yang berbeda-beda, robot ini diharapkan mampu bergerak secara mandiri, mengenali posisi bola, dan mengambilnya tanpa campur tangan manusia. Integrasi sistem ini tidak hanya berkontribusi dalam meningkatkan efektivitas latihan, serta memperluas potensi penerapan robot di lingkungan olahraga yang selalu berubah. Oleh karena itu, disusun Laporan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Robot Pengambil Bola Tenis Otomatis Menggunakan Metode *Hue Saturation Value* (HSV)”.

## 2. METODE DAN BAHAN

### 2.1 Alur Penelitian

Alur penelitian adalah urutan tahapan yang dilakukan secara sistematis dari awal hingga akhir penelitian. Umumnya, alur ini ditampilkan dalam bentuk flowchart agar proses penelitian lebih mudah dipahami [7]. Alur penelitian robot pengambil bola tenis otomatis ditampilkan pada Gambar 1 berikut.

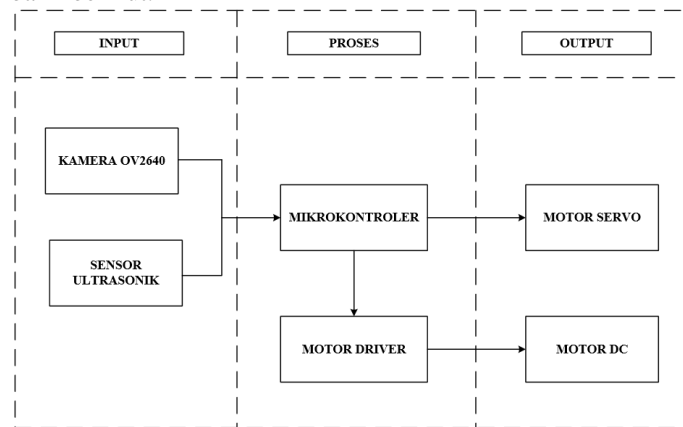


**Gambar 1.** Alur Penelitian

Berdasarkan alur penelitian pada gambar, tahapan penelitian dimulai dari identifikasi masalah, yaitu menentukan permasalahan dalam pengembangan robot pengambil bola tenis berbasis deteksi warna. Selanjutnya, ditetapkan metodologi penelitian dengan menggunakan pendekatan deteksi objek pada ruang warna HSV untuk pengolahan citra. Tahap berikutnya meliputi perancangan sistem yang mengintegrasikan pengolahan citra dengan sistem kendali robot, kemudian perancangan hardware menggunakan mikrokontroler ESP32, ESP32-CAM, motor DC, motor driver, dan sensor HC-SR04, serta perancangan software untuk deteksi dan pengendalian robot. Setelah itu dilakukan pengujian sistem untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui kinerja sistem, termasuk akurasi deteksi dan respons pergerakan robot, dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan.

## 2.2 Diagram Blok

Diagram blok memiliki peran penting dalam menjelaskan alur kerja suatu sistem dalam perancangan alat, dengan menunjukkan alur kerja keseluruhan melalui hubungan antar komponen sehingga prosesnya dapat dipahami secara jelas dan terstruktur [8]. Perancangan robot pengambil bola tenis otomatis yang dibuat ditampilkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Blok Diagram

## 2.3 Spesifikasi Hardware

Spesifikasi *hardware* yang digunakan pada proses pembuatan robot pengambil bola tenis otomatis disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Hardware

No	Nama Hardware	Keterangan
1.	ESP32-CAM	Memproses citra digital dan mendeteksi bola.
2.	ESP32	Mengendalikan sistem sensor dan aktuator.
3.	Motor Driver L298N	Mengatur arah dan kecepatan motor DC.
4.	Motor Servo SG90	Mengendalikan mekanik sesuai sudut tertentu.
5.	Motor DC Gearbox	Menggerakkan roda sesuai arah yang diinginkan.
6.	Switch Button	Menyalakan atau mematikan sistem.
7.	Baterai Lithium 18650	Sumber daya utama sistem.
8.	Sensor HC-SR04	Mendeteksi objek didepan berdasarkan jarak.
9.	Kamera OV2640	Mengambil gambar dan video.

## 2.3 Spesifikasi Software

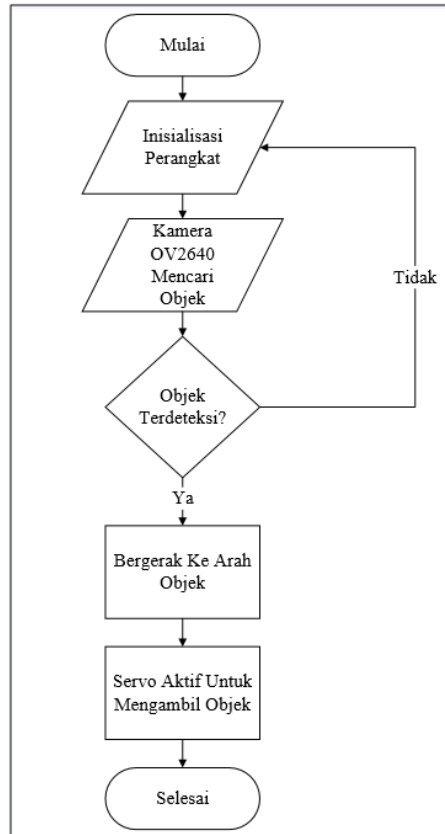
Spesifikasi *software* yang digunakan pada proses pembuatan robot pengambil bola tenis otomatis disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Spesifikasi Software

No	Nama Software	Keterangan
1.	Windows 11	Sebagai sistem operasi.
2.	Arduino IDE	Sebagai aplikasi program.

## 2.4 Flowchart

*Flowchart* merupakan gambaran grafik yang menunjukkan proses dan tahapan suatu program. *Flowchart* membuat proses yang rumit menjadi mudah dipahami dengan menyajikannya secara sederhana dan terstruktur [9]. *Flowchart* robot pengambil bola tenis otomatis ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.

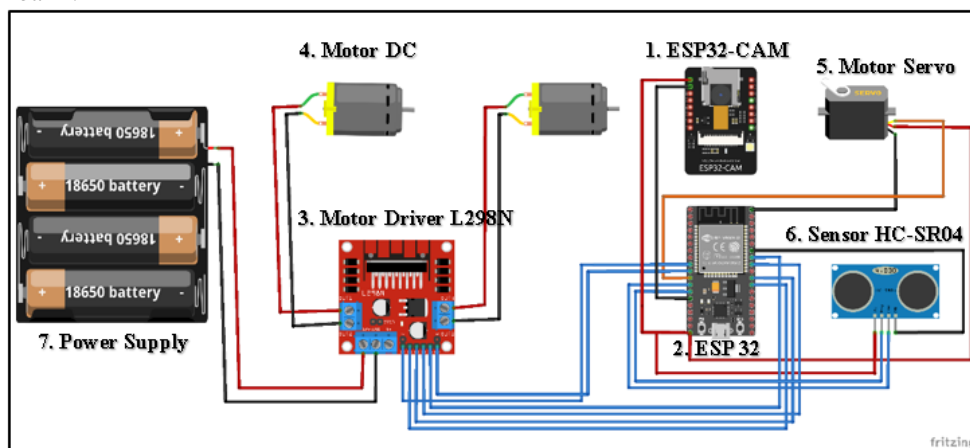


Gambar 3. Flowchart robot pengambil bola tenis otomatis

Berdasarkan flowchart pada Gambar 3, sistem robot pengambil bola tenis bekerja melalui beberapa tahapan mulai dari inisialisasi perangkat hingga proses pengambilan objek, di mana objek yang dimaksud adalah bola tenis. Pada tahap pengolahan citra, proses segmentasi dilakukan menggunakan metode thresholding pada ruang warna HSV. Kamera menangkap citra dalam format RGB yang kemudian dikonversi ke HSV untuk memisahkan informasi warna (hue), kejenuhan (saturation), dan kecerahan (value), sehingga memudahkan deteksi objek berdasarkan warna. Selanjutnya, sistem membandingkan nilai HSV dengan ambang batas yang telah ditentukan untuk merepresentasikan bola tenis. Rentang nilai yang digunakan yaitu hue 18–50, saturation 60–255, dan value 60–255, yang sesuai dengan warna kuning hingga kuning kehijauan cerah. Pixel dalam rentang tersebut dianggap sebagai objek, sedangkan di luar rentang diabaikan.

### 2.5 Skema Rangkaian Keseluruhan

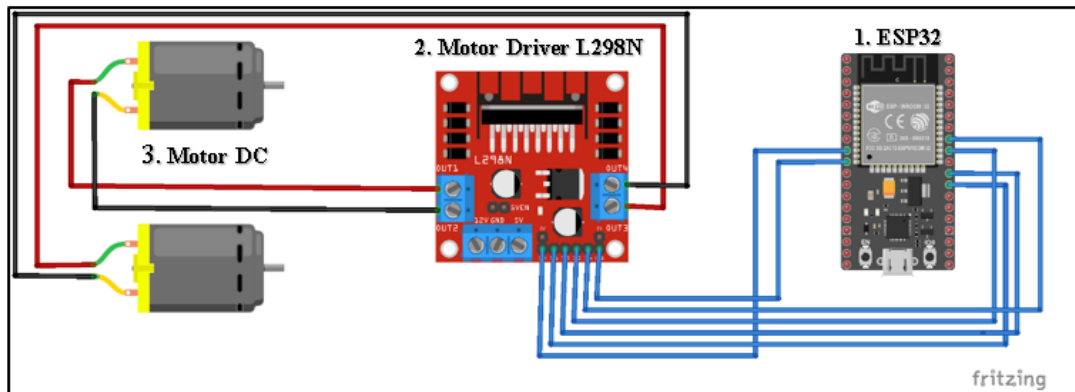
Pada tahap awal desain alat, penting untuk membuat skema rangkaian yang menggambarkan tata letak komponen. Skema ini menunjukkan posisi berbagai komponen serta cara mereka saling terhubung, sehingga mempermudah proses perancangan. Pembuatan rangkaian dan *layout* pada tugas akhir ini menggunakan aplikasi fritzing. Berikut merupakan skema rangkaian robot pengambil bola tenis otomatis yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema Rangkaian Keseluruhan

## 2.6 Skema Rangkaian Motor Driver L298N

Skema rangkaian motor driver L298N ditampilkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Skema Rangkaian Motor Driver L298N

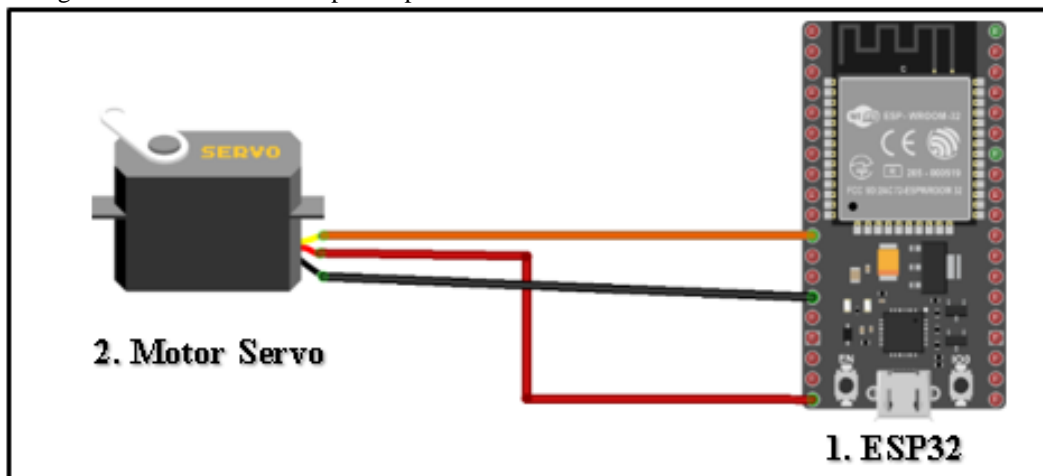
L298N merupakan motor penggerak H-Bridge ganda yang menggerakkan dua motor DC dan menggunakan PWM untuk mengatur tegangan, sehingga kecepatan motor dapat dikontrol sesuai kebutuhan [10]. Berikut tabel koneksi penghubung antara motor driver L298N ke ESP32.

**Tabel 3.** Koneksi Motor Driver L298N ke ESP32

Pin Motor Driver L298N	Pin ESP32
IN1	IO16
IN2	IO17
IN3	IO18
IN4	IO19
ENA	IO25
ENB	IO26

## 2.7 Skema Rangkaian Motor Servo

Skema rangkaian motor servo ditampilkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Skema Rangkaian Motor Servo

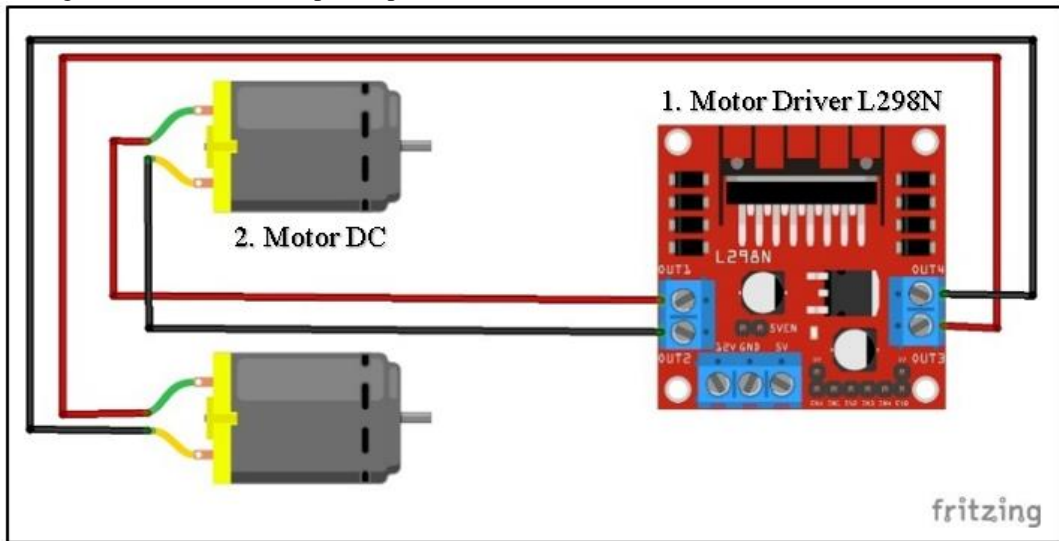
Motor servo merupakan alat yang dapat mengatur posisi sudut dengan akurasi tinggi melalui sinyal kontrol yang diterima dari mikrokontroler [11]. Berikut tabel koneksi penghubung antara motor servo ke ESP32. Berikut tabel koneksi penghubung antara motor servo ke ESP32.

**Tabel 4.** Koneksi Motor Servo ke ESP32

Pin Motor Servo	Pin ESP32
VCC	VCC
GND	GND
PWM	IO27

## 2.8 Skema Rangkaian Motor DC

Skema rangkaian motor DC ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Skema Rangkaian Motor DC

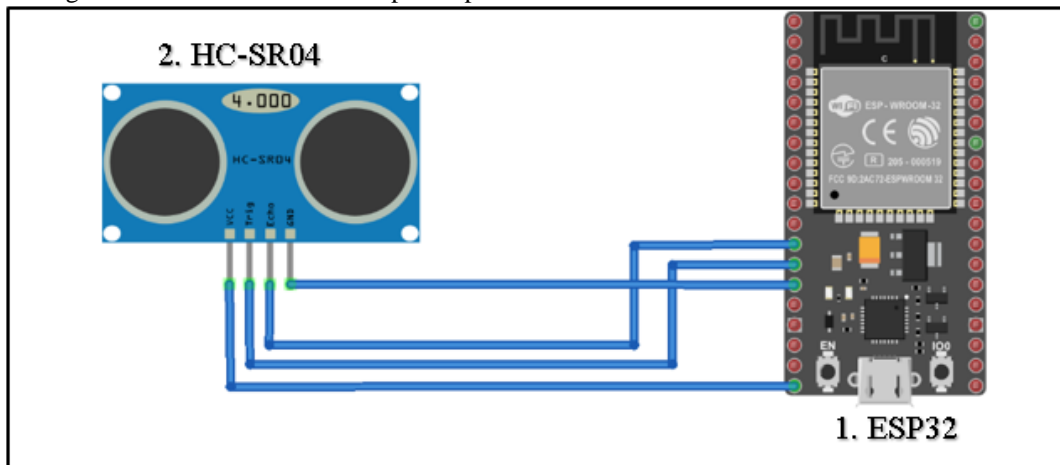
Motor DC adalah jenis motor yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak mekanik dengan memanfaatkan arus searah (DC) yang diteruskan ke kumparan medan [12]. Berikut tabel koneksi penghubung antara motor DC ke motor driver L298N.

Tabel 5. Koneksi Motor DC ke Motor Driver L298N

Pin Motor DC	Pin Motor Driver L298N
VCC (+)	OUT1
GND (-)	OUT2
VCC (+)	OUT3
GND (-)	OUT4

## 2.9 Skema Rangkaian Sensor HC-SR04

Skema rangkaian sensor HC-SR04 ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Skema Rangkaian Sensor HC-SR04

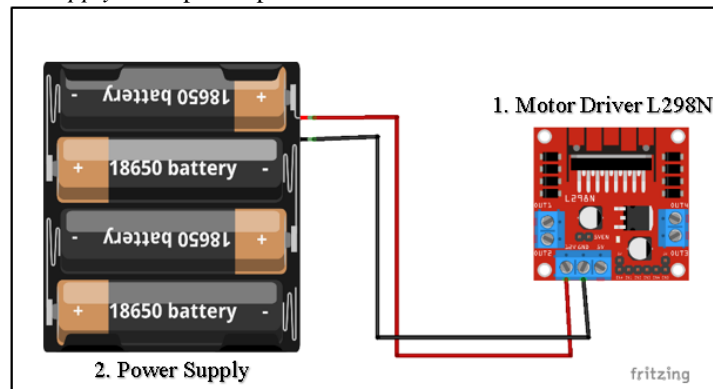
Berikut tabel koneksi penghubung antara sensor HC-SR04 ke ESP32.

Tabel 6. Koneksi Sensor HC-SR04 ke ESP32

Pin Sensor HC-SR04	Pin ESP32
VCC	VCC
TRIG	IO12
ECHO	IO14
GND	GND

## 2.10 Skema Rangkaian Power Supply

Skema rangkaian *power supply* ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Skema Rangkaian Power Supply

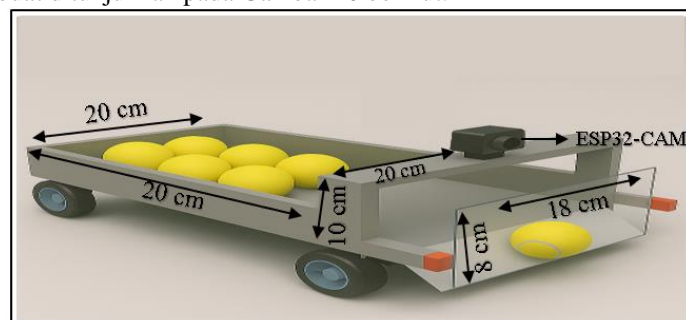
Baterai merupakan alat yang bisa menghasilkan aliran listrik searah (DC) dengan mengubah energi kimia yang ada di dalamnya menjadi energi listrik [13]. Berikut tabel koneksi penghubung antara *power supply* ke motor driver L298N.

Tabel 7. Koneksi Power Supply ke Motor Driver L298N

Pin Power Supply	Pin Motor Driver L298N
VCC	VMS/12V
GND	GND

## 2.11 Sketsa Rangkaian Alat

Alat dirancang menggunakan akrilik sebagai bahan utama karena ringan, kuat, mudah dibentuk, rapi, dan mendukung stabilitas strukturnya. Sketsa perancangan alat ini dibuat sebagaimana bentuk alat yang akan dibuat, sketsa yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Sketsa Rangkain Alat

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengujian Sensor HC-SR04

Sensor HC-SR04 merupakan salah satu jenis sensor ultrasonik yang bekerja dengan memancarkan gelombang bunyi ultrasonik dari *transmitter*, lalu menerima pantulannya dari objek melalui *receiver* untuk mendeteksi jarak [14]. Pengujian sensor HC-SR04 dilakukan untuk mengevaluasi keakuratan pembacaan jarak terhadap objek di depan robot. Pengujian dilakukan dengan menempatkan objek pada berbagai jarak dan mencatat hasil pembacaan sensor pada tiap percobaan. Data hasil pengujian ini akan digunakan untuk menganalisis performa sensor dalam mengukur jarak secara tepat dan stabil. Data hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Percobaan Sensor HC-SR04






No	Jarak (Cm)	Keterangan
1.	15	Berhasil
2.	25	Berhasil
3.	50	Berhasil
4.	75	Berhasil
5.	100	Berhasil
6.	125	Berhasil

Berdasarkan data hasil pengujian diatas yang diuji sebanyak 6 kali dengan jarak 15-125 cm. Hasilnya menunjukkan bahwa sensor dapat berfungsi dengan baik pada jarak 15–125 cm. Sensor dapat mendeteksi objek dengan baik di setiap pengujian dan menunjukkan hasil pengukuran yang konsisten.

### 3.2 Pengujian Kamera OV2640

Kamera OV2640 merupakan sensor gambar CMOS yang bekerja pada daya rendah dan menyediakan kemampuan lengkap dari chip tunggal UXGA (1632x1232) dalam ukuran yang kompak [15]. Pengujian kamera OV2640 dilakukan untuk mengukur seberapa baik kamera bisa melihat bola tenis. Kamera ini dipakai untuk menemukan posisi bola tenis yang nantinya akan diambil robot. Pengujiannya dilakukan dengan menaruh bola di jarak yang berbeda beda. Tujuannya agar gambar yang diambil kamera jelas dan sistem bisa terus menerus mengenali objek tersebut. Data hasil pengujian disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Data Pengujian Kamera OV2640

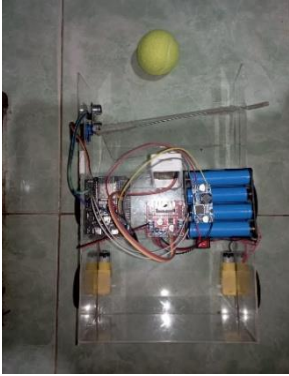



No	Jarak Kamera OV2640 dari Bola Tenis	Deteksi Bola	Tangkapan Gambar
1.	20 cm	Berhasil	
2.	40 cm	Berhasil	
3.	60 cm	Berhasil	
4.	80 cm	Berhasil	
5.	100 cm	Terlihat tetapi tidak terdeteksi	


Berdasarkan tabel pengujian diatas, kamera OV2640 diuji pada jarak yang berbeda terhadap bola tenis. Hasilnya, kamera dapat mendeteksi bola dengan baik dari 20 cm sampai 80 cm. Pada jarak 100 cm, bola masih terlihat tetapi sistem tidak mendeteksinya karena ukuran objek pada citra semakin kecil sehingga jumlah piksel yang merepresentasikan bola tidak mencukupi. Kondisi ini menyebabkan nilai HSV yang diperoleh tidak memenuhi ambang deteksi yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa batas efektif deteksi kamera berada hingga sekitar 80 cm. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, diperoleh tingkat akurasi deteksi sebesar 80% dengan 4 keberhasilan dari 5 kali percobaan.

### 3.3 Pengujian Posisi Bola Tennis

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa baik robot dapat menemukan bola tennis di posisi yang berbeda-beda. Robot telah diprogram dengan perintah, jika bola tidak terdeteksi selama 1 detik, robot akan berputar sampai bola berhasil dideteksi. Pengujian dilakukan pada kondisi pencahayaan yang terang dan stabil. Akan tetapi tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk melihat apakah robot dapat mendeteksi bola dari berbagai posisi dengan tepat. Data hasil pengujian disajikan pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Data Pengujian Posisi Bola Tennis

No	Gambar Pengujian	Jarak (Cm)	Deteksi Bola	Waktu Tempuh (Detik)
1.		20 cm	Berhasil	5,30
2.		40 cm	Berhasil	9,67
3.		60 cm	Berhasil	13,80
4.		80 cm	Berhasil	16,67

5.		100 cm	Gagal	-
<b>Rata-rata Waktu Tempuh</b>				11,36

Berdasarkan tabel pengujian posisi bola, pada pengujian pertama, bola diletakkan di depan robot dengan jarak 20 cm, dan robot berhasil mendeteksi serta mengambil bola dalam waktu 5,30 detik. Pengujian kedua, bola diletakkan sedikit ke samping dari robot dengan jarak 40 cm, dan robot berhasil mendeteksi serta mengambil bola dalam waktu 9,67 detik. Pada pengujian ketiga, bola diletakkan di sebelah kanan dari robot dengan jarak 60 cm, dan robot berhasil mendeteksi serta mengambil bola dalam waktu 13,80 detik. Pengujian keempat, bola diletakkan di kanan belakang robot dengan jarak 80 cm, dan robot berhasil mendeteksi serta mengambil bola dalam waktu 16,67 detik. Pada pengujian kelima, bola diletakkan di belakang robot dengan jarak 100 cm, dan robot gagal mendeteksi, sehingga bola tidak berhasil diambil. Dari lima pengujian ini, diperoleh waktu tempuh rata-rata untuk mengambil 4 bola sebesar 11,36 detik. Selain itu, tingkat keberhasilan sistem adalah sebesar 80%, dengan 4 keberhasilan dari 5 percobaan.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian pada robot pengambil bola tenis otomatis menggunakan metode Hue Saturation Value (HSV), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Robot berhasil mendeteksi bola tenis secara real-time menggunakan kamera OV2640 dengan metode HSV, dengan jarak deteksi efektif antara 10 – 80 cm.
2. Pemanfaatan metode HSV memungkinkan robot untuk secara otomatis mendeteksi posisi bola tenis dan memandu pergerakannya menuju lokasi bola, sehingga sesuai dengan fungsi utamanya sebagai robot pengambil bola tenis otomatis.
3. Motor servo berfungsi optimal dalam mekanisme pengambilan bola dengan mengatur sudut dari gerakannya seperti 180 derajat maupun 360 derajat dan respons setelah robot berhenti di depan bola.
4. Pengujian menunjukkan bahwa metode HSV bagus untuk mengenali warna bola tenis (kuning kehijauan) pada berbagai kondisi pencahayaan, meskipun akurasi terkadang menurun sedikit pada pencahayaan terlalu terang atau gelap.
5. Sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja baik dalam mendeteksi jarak dengan cukup akurat. mulai dari 15 cm sampai dengan 125 cm, serta mengaktifkan servo penyapu bola secara otomatis saat bola berada dalam jarak dekat atau jarak yang sudah ditentukan.

#### REFERENSI

- [1] M. Ali, A. Atiq, N. Yanti, and A. N. Pratama, "Meningkatkan Kemampuan Pengembalian Bola Hasil Smash dari Lawan Berbasis Model Project Based Learning pada Pembelajaran Mata Kuliah Tenis Lapangan," *Gelanggang Olahraga: Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga (JPJO)*, vol. 6, no. 1, pp. 45–52, 2022.
- [2] P. F. D. Putri, A. G. Pasaribu, T. I. B. Sembiring, F. Rizki, R. B. D. Siahaan, and R. Azlia, "Perbedaan Teknik Forehand Antara Pemain Tingkat Lanjut dan Pemula," *Jurnal Dunia Pendidikan*, vol. 4, no. 1, pp. 155–160, 2023.
- [3] M. Fahriza Pratama Oroh, D. Asifa Willi, N. Bilqis Hasibuan, I. Gunawan Hura, and T. Bonardo Sirait, "Prinsip Dasar dan Teknik Tenis Lapangan: Sebuah Tinjauan Teoritis," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 8, no. 3, pp. 42501–42508, 2024.
- [4] R. Pramudiya, C. Asyraq, A. Kadafi, and R. P. Sardika, "Analisi Gambar Menggunakan Metode Grayscale dan HSV (Hue, Saturation, Value)," *Just IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 14, no. 3, pp. 174–180, 2024.
- [5] K. Sugiarto, A. Giyantara, and R. D. Yulisya, "Object Tracking Dengan Menggunakan Color Filtering HSV Pada Robot World Cup," *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, vol. 4, no. 2, pp. 143–152, 2022.
- [6] A. Setiyani, M. Maison, and S. Fuady, "Perancangan Sistem Deteksi Objek Bola dengan Metode Coloring HSV Berbasis VB.Net untuk Robot Sepak Bola Beroda," *Jurnal Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 67–73, 2022.
- [7] A. Pratama, A. R. Putri, and E. M. Safitri, "Analisis Faktor - Faktor Penerimaan Sistem Informasi

- Manajemen Rumah Sakit Sakinah Mojokerto,” *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 136–146, 2022.
- [8] Unang Achlison, “Analisis Implementasi Pengukuran Suhu Tubuh Manusia dalam Pandemi Covid-19 di Indonesia,” *Pixel: Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, vol. 13, no. 2, pp. 102–106, 2020.
- [9] A. Zalukhu, P. Swingly, and D. Darma, “Perangkat Lunak Aplikasi Pembelajaran Flowchart,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Industri*, vol. 4, no. 1, pp. 61–70, 2023.
- [10] D. Ahmad Nur Kholis Suhermanto, W. Aribowo, A. Lukita Wardani, and Mahendra Widyartono, “Rancang Bangun Kendali Adaptif Motor DC Berdasar Suhu Menggunakan Wemos D1 R1 dan LoRa,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 12, no. 2, pp. 74–83, 2023.
- [11] Rayhan Al Hayubi, Salsabila Aulia, Dafairro Abbil Gunawan, Syarif Hidayatullah, and Didik Aribowo, “Implementasi Sistem Penggerak Servo SG 90 Berbasis Arduino Uno dengan Kontrol Sudut Dinamis,” *Mars : Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 6, pp. 130–140, 2024.
- [12] T. Rohman, W. Aribowo, A. L. Wardani, and R. Rahmadian, “Perancangan Sistem Pengendali Kecepatan Motor DC Menggunakan Kontroler Proportional Integral Derivative Pada Palang Pintu Parkir,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 12, no. 2, pp. 48–54, 2023.
- [13] R. Saputra and B. Yulianti, “Alat Pendeteksi Originalitas Baterai Tipe 18650 Berbasis Arduino Nano,” *Jurnal Teknologi Industri*, vol. 10, no. 1, pp. 2–6, 2021.
- [14] T. N. Arifin, G. Febriyani Pratiwi, and A. Janrafasasih, “Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak,” *Jurnal Tera*, vol. 2, no. 2, pp. 55–62, 2024.
- [15] F. Himawan, P. Perdana, and Y. A. Surya, “Rancang Bangun Purwarupa Smart Garden Menggunakan Kamera, Sensor Suhu Dan Kelembaban Tanah Berbasis Internet Of Things (IOT) Dengan ESP8266,” *Jurnal JEETech*, vol. 2, no. 2, pp. 78-83, 2021.