

RANCANG BANGUN ROBOT BERODA PENGENAL WARNA PADA BOLA BERBASIS ARDUINO

YUSFRIZAL

*Universitas Potensi Utama
Jl. K. L. Yos Sudarso Km.6,5 No.3-A Medan (20241)
E-mail : yusfrizal80@gmail.com*

ABSTRACT

The rapid development of technology, especially in the field of robotics, can be felt by all circles, technology is the result of an increasingly advanced human civilization, which greatly helps and makes it easier for humans to meet their daily needs. One of the wheeled robot technologies that have been successfully created today is a wheeled robot that is able to detect the color of a ball, but the object detection is still not perfect and there are still many shortcomings. This affects the path of the wheeled robot in the field, so it is necessary to improve the detection in order to better detect the color of the ball. In the design of a wheeled robot that recognizes the color of the arduino-based ball that is designed, the robot can look for the color on the ball according to the command on Android. The method used in this research is to use the method of observation and testing which is carried out by directly observing the situation in the room and conducting trials on the robot so that it can be seen the performance of the wheeled robot color recognition on the ball. The robot can search to recognize the color of the ball according to the command on Android, with a distance of 1 to 5 cm based on the trial scheme. In addition, the robot is also able to find the color of the ball according to the command on Android by following the position of the path that has been provided. The design of the wheeled robot to recognize the color of the ball using the TCS 3200 sensor based on Arduino with color input only detects 4 colors, namely red, green, blue, and black.

Keywords: *wheeled robot, color on the ball, arduino, android*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang begitu pesat, khususnya bidang robotika dapat dirasakan oleh semua kalangan, teknologi merupakan hasil dari peradaban manusia yang semakin maju, yang sangat membantu dan mempermudah manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Salah satu teknologi robot beroda yang berhasil diciptakan saat ini adalah robot roda yang mampu mendeteksi warna pada bola, tetapi pendeteksi obyeknya masih belum sempurna dan masih banyak kekurangan. Hal ini mempengaruhi jalan dari robot roda di lapangan, maka perlu adanya penyempurnaan pendeteksian agar bisa mendeteksi warna pada bola dengan lebih baik lagi. Dalam perancangan robot beroda pengenalan warna pada bola berbasis arduino yang dirancang, robot dapat mencari warna pada bola sesuai perintah pada android. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode observasi dan uji coba yang dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap keadaan di dalam ruangan dan melakukan uji coba terhadap robot sehingga dapat diketahui kinerja dari robot beroda pengenalan warna pada bola. Robot dapat mencari mengenali warna pada bola sesuai perintah pada android, dengan jarak 1 sampai 5 cm berdasarkan skema uji coba. Selain itu juga robot mampu mencari warna pada bola sesuai perintah pada android dengan mengikuti posisi jalur yg telah di sediakan. Rancangan robot beroda pengenalan warna pada bola menggunakan sensor

TCS 3200 berbasis arduino dengan inputan warna hanya mendeteksi 4 warna yaitu merah, hijau, biru, dan hitam.

Kata Kunci: robot beroda, warna pada bola, arduino, android

I. PENDAHULUAN

Semakin berkembang teknologi khususnya bidang robotika dapat dirasakan oleh semua kalangan, dimana teknologi merupakan hasil dari peradaban manusia yang semakin maju, yang sangat membantu dan mempermudah manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya [1]. Begitu juga dengan bidang elektronika, yang menuntut otomatisasi dalam segala hal yang dapat meringankan pekerjaan manusia dan menjadikan segalanya mudah digunakan dan dapat mendatangkan keuntungan [2]. Salah satu teknologi robot beroda yang berhasil diciptakan saat ini adalah robot roda pendeteksi bola yang berwarna, tetapi pendeteksi obyeknya masih belum sempurna dan masih banyak kekurangan pada sensor TCS 3200. Hal ini mempengaruhi jalannya robot roda di lapangan. Karena robot roda merupakan robot beroda pengenalan warna pada bola, maka perlu adanya penyempurnaan pendeteksi bola agar bisa mendeteksi warna pada bola dengan lebih baik lagi.

Dalam perancangan robot beroda pengenalan warna pada bola berbasis arduino yang dirancang, robot dapat mencari warna bola sesuai perintah pada android. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode observasi dan uji coba yang dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap keadaan di dalam ruangan dan melakukan uji coba terhadap robot sehingga dapat diketahui kinerja dari robot beroda pengenalan warna pada bola. Robot dengan sensor TCS 3200 hanya mampu mengenali objek yang berjarak 1 - 5 cm berdasarkan skema uji coba [3]. Selain itu juga robot yang mengikuti posisi jalur yang telah disediakan memiliki jeda waktu yang relatif lama.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis berkeinginan untuk merancang

robot beroda pengenalan warna pada bola berbasis arduino sebagai media pembelajaran khususnya kepada pihak tertentu yang ingin mengetahui dalam pemahaman perancangan robot pengenalan warna berbasis arduino dan juga mengurangi jeda waktu dalam proses pengenalan warna pada bola sesuai perintah yang diinputkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dari penelitian yang dilakukan oleh KGS. M. Mailan dengan judul “Mobile Robot beroda pengenalan warna dan Pengikutan Bola dengan Menggunakan Metode Image Processing” kesimpulan dari penelitian ini adalah robot mobile yang dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler. Pada kalangan umum jenis robot yang seperti ini banyak dipakai pada mainan anak-anak seperti mobil radio kontrol, namun tanpa menggunakan mikrokontroler. Mobile radio kontrol menggunakan sistem yang sederhana dengan teknologi sangat terbatas. Dengan sentuhan mikrokontroler mobil radio kontrol ini dapat dikembangkan menjadi sistem yang lebih berguna, seperti kontrol menggunakan ponsel android, dan berbagai macam sensor-sensor dapat diterapkan pada mobil radio kontrol berbasis mikrokontroler ini. Sensor memungkinkan fungsi otomatis pada sebuah rangkaian mikrokontroler untuk melakukan suatu tugas yang telah diprogramkan. Salah satu sensor-sensor ini adalah pi camera. Pi camera ini adalah sebuah sensor image berbasis cahaya yang dapat mengambil gambar nyata secara langsung. Melalui image processing dengan menggunakan pi camera menjadi pendeteksi gerak. Selain sebagai pendeteksi gerak, pi camera dapat berfungsi sebagai pengganti salah satu penglihatan manusia yang akan ditiru. Mobile robot pendeteksi

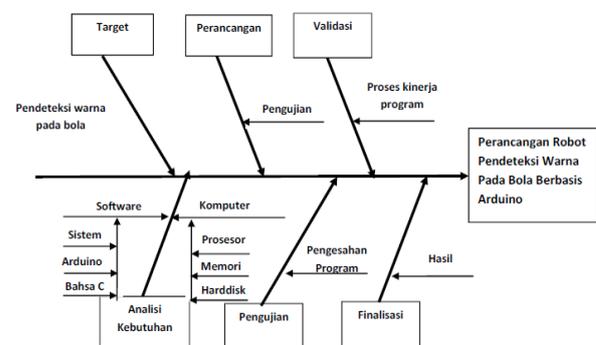
dan pengikut bola dengan metode image processing ini mampu mengikuti bola dengan warna tertentu dan juga dapat menghindari benturan dari objek yang ada di depannya, karena robot ini dilengkapi dengan sensor pi camera di depan mobile robot tersebut dan juga dilengkapi dengan sensor jarak di bagian depan maupun samping depan mobile robot tersebut [4].

Penelitian lain juga yang dilakukan oleh Nyayu Latifah Husni, Sabila Rasyad, M. S. Putra, Yordan Hasan dan Johansyah Al Rasyid dengan judul “Pengaplikasian Sensor Warna pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroler” menghasilkan kesimpulan bahwa kotak sampah statis, yang belum bisa bergerak menuju tempat orang yang ingin membuang sampah, merupakan salah satu sebab orang cenderung membuang sampah sembarangan. Hal ini diakrenakan kotak sampah statis tidak menghemat energi dan waktu orang yang akan membuang sampah. Pada penelitian ini, ditawarkan sebuah konsep penanggulangan sampah menggunakan robot sampah. Robot sampah ini dirancang dapat bergerak menuju lokasi orang yang ingin membuang sampah. Robot ini dapat berjalan secara otomatis. Keuntungan lain dari penggunaan robot sampah ini adalah navigasi yang menggunakan line tracking sehingga jalannya robot menuju lokasi sampah dapat tertata. Lokasi sampah dibedakan berdasarkan warna, sedangkan sistem gerak robot berbasis sensor garis sebagai pendeteksi line track. Dengan adanya robot sampah yang bisa menuju lokasi, orang yang akan membuang sampah dapat lebih menghemat energi dan waktu [5].

Penelitian lain juga yang dilakukan oleh Ahmad Imam Bardani dan Nuryono Satya Widodo dengan judul “Deteksi Zona pada KRSTI dengan Sensor Warna TCS3200” menghasilkan kesimpulan bahwa robot seni tari Lanange Jagad untuk lomba Kontes Robot Seni Tari Indonesia (KRSTI) belum mampu membedakan zona warna pada arena yang menyebabkan robot

melakukan gerakan tarian yang tidak sesuai dengan tempatnya. Oleh karena itu dibutuhkan kontrol otomatisasi menggunakan sensor warna TCS3200. TCS3200 akan memperoleh komposisi RGB yang tepat menggunakan perhitungan frekuensi. Hasil yang dicapai dalam penelitian ini adalah robot seni tari Lanange Jagad dapat membedakan zona dengan memanfaatkan warna merah, biru, biru muda, hijau, dan putih dengan tingkat keberhasilan 84%. Ketika robot mendeteksi warna yang sudah ditentukan pada setiap zona, robot akan secara otomatis melakukan gerakan tari yang sudah disesuaikan dengan zona tersebut. Saat robot masuk ke zona warna berbeda maka robot akan menghentikan gerakan tari pada zona sebelumnya dan memanggil gerakan tari selanjutnya. Namun masih terdapat banyak noise saat melakukan pengujian sehingga nilai RGB yang digunakan untuk memanggil gerakan tari berubah sehingga robot tidak merespons perintah yang dimasukkan pada program. Nilai RGB yang stabil di dapatkan pada kondisi kaki robot menapak atau bersentuhan langsung dengan zona warna, nilai tersebut yang digunakan untuk pemanggilan gerakan tari [6].

Dalam metode perancangan system, adapun tahapan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Fishbone Diagram

Adapun penjelasan dari fishbone diagram adalah sebagai berikut :

1. Target

Targetnya membuat Robot beroda pengenalan warna Pada Bola berbasis Arduino.

2. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan perangkat lunak (software requirements analysis) merupakan aktivitas awal dari siklus hidup pengembangan perangkat lunak. Tahap analisis adalah tahapan pengumpulan kebutuhan-kebutuhan dari semua elemen sistem perangkat lunak yang akan dibangun.

a. Perancangan Perangkat Keras (Hardware), penggunaan perangkat keras pada penelitian ini yakni :

- Laptop Acer dengan spesifikasi RAM 2048 MB, Intel(R) Celeron(R) CPU 1000M @ 1,80GHz
- TCS3200.
- Arduino Uno.
- L298N H-Bridge.
- HC-05.
- Hand Phone
- Motor DC
- Photo diode dan led
- Servo.
- Baterai.
- Regulator

b. Perancangan Perangkat Lunak (Software), penggunaan perangkat lunak pada penelitian ini yakni software Arduino Uno.

3. Perancangan

Perancangan dalam penelitian ini adalah menggunakan sensor TCS3200 sebagai pendeteksi warna pada bola kemudian Photo diode dan led jalur yang akan telah ditentukan, kemudian menggunakan Modul Bluetooth HC-05 sebagai media pengiriman data, yang mana semuanya akan saling terhubung dalam Arduino uno yang berfungsi sebagai pusat perintah dari alat pendeteksi warna pada bola berbasis arduino uno.

4. Pengujian

Pengujian dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengecekan

terhadap alat yang telah dibuat untuk mengetahui apakah semua alat dapat berfungsi sebagai mana mestinya serta melakukan tes program terhadap alat [7].

5. Validasi

Validasi dalam penelitian ini adalah dengan mengimplementasikan alat yang telah dibuat pada robot beroda pengenalan warna pada bola yang bertujuan untuk menunjukkan seberapa besar nilai keakuratan program terhadap kondisi-kondisi saat pemakaian sebenarnya [7].

6. Finalisasi

Finalisasi pada penelitian ini adalah merangkai semua komponen kedalam bentuk sebuah robot pendeteksi warna pada bola .

2.1 Pengertian Robot

Robot adalah sebuah sistem mekanik yang mempunyai fungsi gerak analog untuk fungsi gerak organisme hidup, atau kombinasi dari banyak fungsi gerak dengan fungsi intelligent, yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu [8]. Istilah robot berawal bahasa Cheko “robota” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor. Penggunaan robot lainnya termasuk untuk pembersihan limbah beracun, penjelajahan bawah air dan luar angkasa, pertambangan, pekerjaan "cari dan tolong" (search and rescue), dan untuk pencarian tambang. Belakangan ini robot mulai memasuki pasaran konsumen di bidang hiburan, dan alat pembantu rumah tangga, seperti penyedot debu, dan pemotong rumput robot dapat diartikan sebagai sebuah mesin yang dapat bekerja secara terus menerus baik secara otomatis maupun terkendali. Namun, Robot juga dapat menggambarkan jalannya sistem [9].



Gambar 2. Contoh Robot Beroda

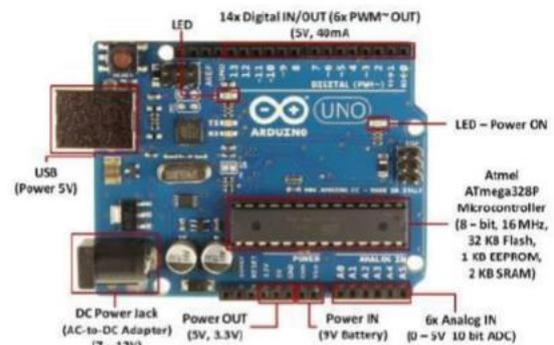
2.2 Warna

Warna adalah kesan yang diperoleh mata dari cahaya yang dipantulkan oleh benda-benda yang dikenai cahaya tersebut. Warna adalah secara objektif / fisik sebagai sifat cahaya yang dipancarkan, atau secara subjektif / psikologis sebagai bagian dari pengalaman indera penglihatan [10]. Sensor warna TCS230 adalah sensor warna untuk pendeteksian suatu objek benda atau warna sari objek yang di monitor. Sensor warna TCS230 juga dapat digunakan sebagai sensor gerak, dimana sensor mendeteksi gerakan suatu object berdasarkan perubahan warna yang diterima oleh sensor [11].

2.3 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-souce, diturunkan dari wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang [12]. Hardwarenya memiliki prosesor Atmega AVR dan softwarena memiliki bahasa pemrograman sendiri . Arduino adalah kit mikrokontroler yang serba bisa dan sangat mudah penggunaannya. Untuk membuatnya diperlukan chip programmer (untuk menanamkan bootloader Arduino pada chip). Arduino merupakan single board hardware yang open-source dan juga softwarena pun dapat di nikmati secara open-source juga. Software arduino dapat dijalankan di multiplatform, yaitu linux, windows, atau juga mac. Hardware arduino merupakan mikrokontroler yang

berbasiskan AVR dari ATMEL yang di dalamnya sudah diberi bootloader dan juga sudah terdapat standart pin I/O nya [13].



Gambar 3. Mikrokontroler Arduino Uno

2.4 TCS 3200

TCS3200 adalah sebuah photodetektor berbentuk tumpukan (array), terdiri dari filter warna merah, hijau dan biru. Tiap filter warna didistribusikan ke setiap tumpukan untuk mengeliminasi lokasi bias disepanjang warna. Terdapat sebuah oscilator atau pembangkit frekuensi yang menghasilkan sebuah gelombang kotak yang akan mengeluarkan besaran frekuensi tergantung dari intensitas dari warna yang diterima [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

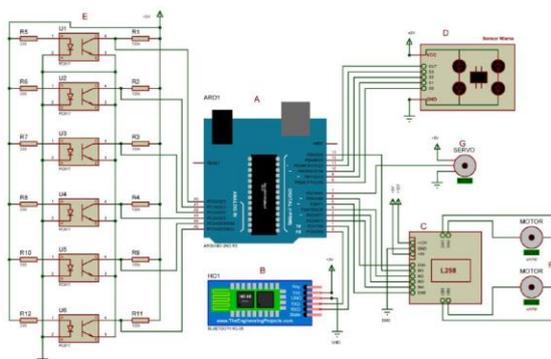
Dalam perancangan robot beroda pengenalan warna pada bola berbasis arduino yang harus dipecahkan. Permasalahan-permasalahan tersebut antara lain :

1. Sistem Mekanik alat, dalam merancang robot beroda pengenalan warna pada bola berbasis arduino ini cukup rumit, yaitu cara untuk jarak jangkauan warna pada bola tersebut yang akan pendeteksi warna pada bola yang akurat.
2. Sistem Kerja, yaitu ketika rangkaian sudah terpasang pada alat pendeteksi warna pada bola, kemudian akan dibuat program pada arduino IDE untuk menjalankan perintah-perintah yang dibuat. Setelah itu program tadi akan di upload kedalam arduino hardware dengan menggunakan kabel arduino. Setelah proses upload selesai maka akan dipasangkan satu daya pada

arduino. Kemudian akan terlihat hasil dari alat pendeteksi warna pada bola pada arduino IDE yang diaplikasikan yang akan menampilkan mendeteksi warna pada bola.

Perancangan robot beroda pengenalan warna pada bola berbasis arduino yaitu perancangan secara hardware dan software. Perancangan hardware dapat diawali dengan membuat diagram blok sistem, dimana tiap-tiap blok saling berhubungan antara yang satu dengan yang lainnya. Diagram blok memiliki beberapa fungsi yakni menjelaskan cara kerja suatu sistem secara sederhana, menganalisa cara kerja rangkaian, mempermudah memeriksa kesalahan suatu sistem yang dibangun.

Dalam perancangan ini digunakan perangkat keras yang sudah termodul dan dapat mudah diintegrasikan dengan Arduino. Adapun rangkaian berupa skema alat yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Skema Alat Pengenal Warna Pada Bola Berbasis Arduino

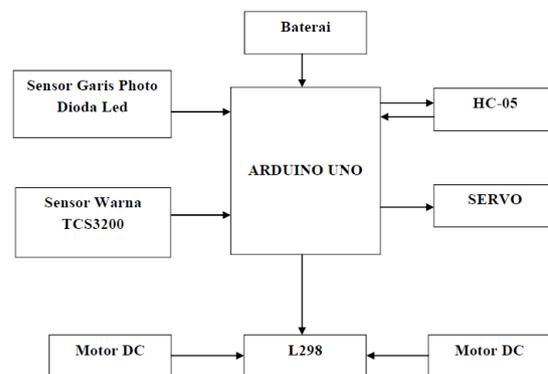
Keterangan gambar :

1. Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset.
2. HC-05 Adalah sebuah modul Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial wireless (nirkabel) yang mengkonversi

port serial ke Bluetooth. HC-05 menggunakan modulasi bluetooth V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz.

3. H-bridge rangkaian yang konfigurasi atau susunan transistornya seperti membentuk huruf H. Transistor ini digunakan sebagai switching atau sebagai saklar sehingga nantinya motor dapat berputar searah jarum jam (clockwise) dan berlawanan arah jarum jam (counterclockwise).
4. TCS3200 adalah sebuah photodetektor berbentuk tumpukan (array), terdiri dari filter warna merah, hijau dan biru. Tiap filter warna didistribusikan kesetiap tumpukan untuk mengeliminasi lokasi bias disepanjang warna.
5. Regulator adalah untuk mengatur arus baterai.
6. Motor DC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC. Motor DC atau motor arus searah sebagaimana.
7. Motor Servo digunakan untuk menggerakkan kamera ke arah sensor yang sedang aktif. Pada perancangan ini digunakan Motor Servo tipe MG90S yaitu Motor Servo yang dapat berputar sampai dengan sudut 180 derajat.

Dalam perancangan ini dikenal dengan diagram blok yang dapat mempermudah kinerja pembuatan sistem tersebut atau memahami konsep dari sistem tersebut dan dapat lihat pada diagram blok rancangan sistem seperti berikut :



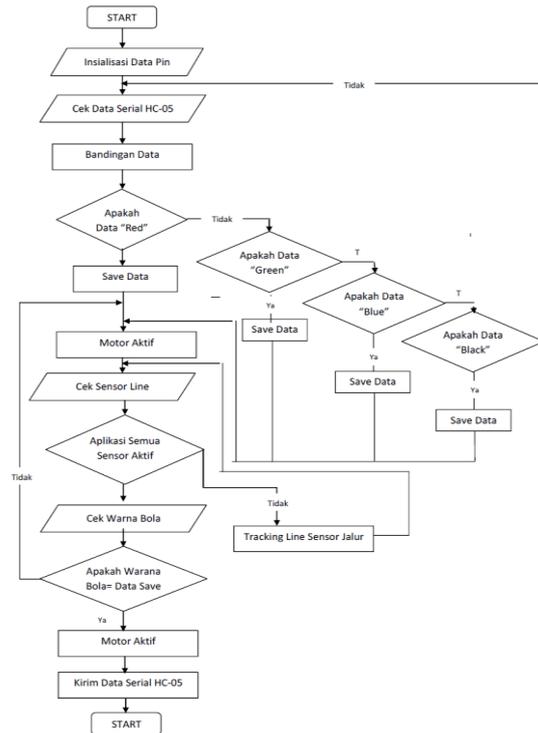
Gambar 5. Diagram Blok

Perangkat keras sistem ini terdiri dari Arduino uno sebagai pusat instruksi dari sistem ini, dimana mengintruksikan semua modul – modul komponen sistem yang bersifat input dan output. Fungsi dari masing-masing blok yaitu sebagai berikut:

1. Photodiode led berfungsi mendeteksi warna garis hitam dan putih pada jalur yang tersedia.
2. TCS3200 berfungsi untuk berdasarkan dasarnya jarak dan dimensi objek yang akan mendeteksi jarak dan media penerima notifikasi dari aplikasi android.
3. Arduino Uno berfungsi sebagai pusat instruksi dari sistem ini, dimana didalam arduino tersebut terdapat instruksi dari setiap modul.
4. HC-05 berfungsi koneksi suatu perangkat arduino.
5. Servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor.
6. Motor DC berfungsi sebagai alat gerak di mana roda berjalan.
7. L298 berfungsi sebagai mengontrol Motor DC kiri dan kanan.

Sistem ini bekerja diawali dari Photodiode led berfungsi mendeteksi warna garis hitam dan putih pada jalur, sensor TCS3200 akan mendapatkan data warna pada bola kemudian HC-05 akan menerima data, H-Bridge atau L298 menjadi pemicu gerak motor dc, Servo sebuah perangkat atau aktuator putar untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor sehingga mengirim data kepada penerima berupa aplikasi.

Adapun flow chart dari perancangan robot beroda pengenalan warna pada bola berbasis arduino dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



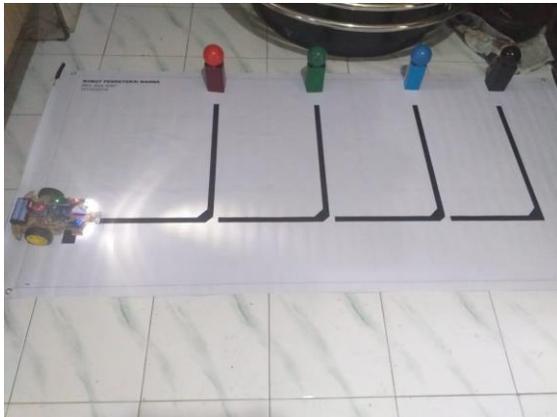
Gambar 6. Flowchart Pengenal Warna Pada Bola Berbasis Arduino

Adapun penjelasan dari gambar 6 adalah sebagai berikut :

1. Langkah pertama diawali dari Start adalah menginisialisasi komponen yang ada di sistem yaitu, Arduino uno, TCS3200, bluetooth, servo, photo diode atau h-bridge atau L298
2. Setelah ini sialisasi komponen maka alat dapat bekerja, adapun cara kerja dari alat adalah sebagai berikut :
 - a. Photo diode led akan mendeteksi jalur hitam dan putih
 - b. TCS3200 akan mendeteksi jarak pada bola
 - c. Bluetooth akan berfungsi sebagai penerima data
 - d. Setelah bluetooth hidup maka akan menerima data dari android dan android menampilkan hasil pada mengenal warna pada bola.
3. Setelah alat dapat bekerja maka akan dilakukan pengujian terhadap alat, adapun tahapan dalam pengujian adalah sebagai berikut :
 - a. Pembacaan data Photo diode led
 - b. Pengujian Bluetooth

- c. Pengujian TCS3200
- d. Pengujian Kabel
- e. Pengujian android
- f. Pengujian servo
- g. Pengujian H-bridge/ L298
- h. Pengujian Motor DC

Tampilan hasil dari robot pengenalan warna pada bola ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akan dievaluasi sebagai pertimbangan untuk menentukan pendeteksian warna pada bola dan juga sebagai pertimbangan untuk menentukan bola pada warna merah, kuning, biru, dan hitam dapat dilihat pada Gambar 7.



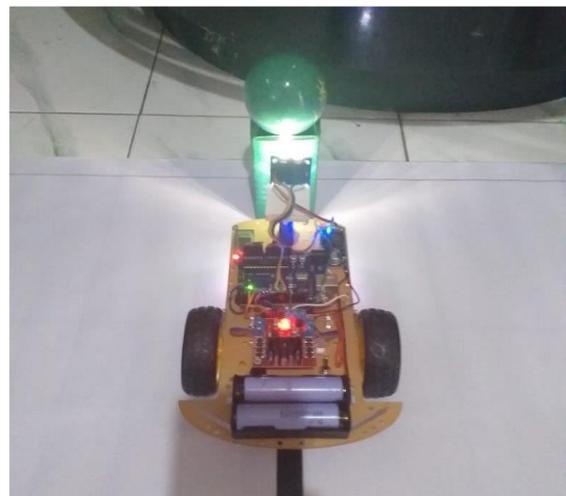
Gambar 7. Tampilah Hasil dari Robot Beroda Pengenal Warna Pada Bola



Gambar 8. Tampilan Aplikasi Tombol Pengenal Warna



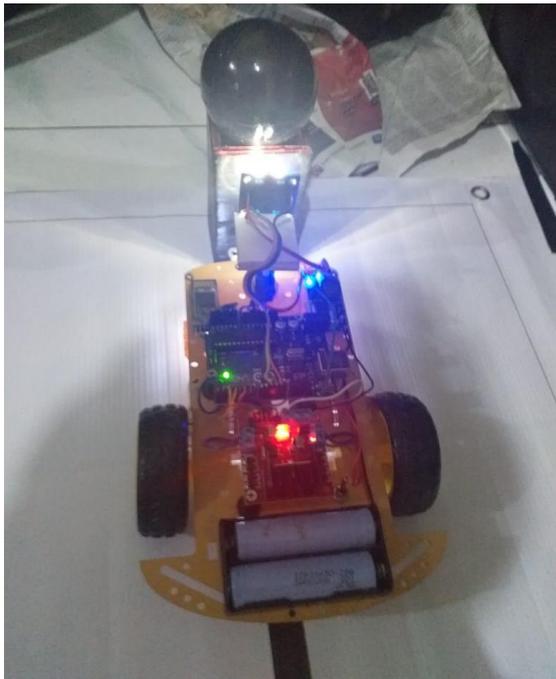
Gambar 9. Tampilan Hasil Robot Beroda Pengenal Warna Merah



Gambar 10. Tampilan Hasil Robot Beroda Pengenal Warna Hijau



Gambar 11. Tampilan Hasil Robot Beroda Pengenal Warna Biru



Gambar 12. Tampilan Hasil Robot Beroda Pengenal Warna Hitam

Tabel hasil pengujian pada pengenalan warna pada bola berbasis arduino ini merupakan hasil dari pengujian robot yang sudah berhasil diuji coba dan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Tombol	Reaksi	Keterangan
1	Merah	Mencari warna merah	Terlaksana
2	Hijau	Mencari warna hijau	Terlaksana
3	Biru	Mencari warna biru	Terlaksana
4	Hitam	Mencari warna hitam	Terlaksana

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisa dan implementasi pembahasan maka penelitian ini menyimpulkan beberapan yaitu :

1. Rancangan robot beroda pengenal warna pada bola memiliki jeda waktu yang singkat dalam proses pendeteksian warna pada bola.

2. Rancangan robot beroda pengenal warna pada bola dengan alat pendeteksi warna pada bola dengan menggunakan Sensor TCS 3200 berbasis arduino.
3. Rancangan robot beroda pengenal warna pada bola dapat mencari warna sesuai perintah dan hanya mendeteksi 4 warna yaitu merah, hijau, biru, dan hitam.

5. SARAN

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Diharapkan ke depannya adanya pengembangan baik berupa penambahan pendeteksi warna pada bola yang sesuai dibutuhkan atau tambahan lainnya.
2. Diharapkan pada pengembangan selanjutnya dapat memaksimalkan kinerja dari pendeteksi warna pada bola.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sofwan, S. Alfian, and R. Soleman, "Perancangan teknologi dalam penerapan robot pelayan tamu cottage," *J. Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, p. 15, 2017.
- [2] I. Zulkarnain, M. Ramadhan, and B. Anwar, "Implementasi Alat Pendeteksi Warna Benda Menggunakan Fuzzy Logic dengan Sensor TCS3200 Berbasis Arduino," *J-SISKO TECH (Jurnal Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD)*, vol. 2, no. 2, pp. 106–117, 2019.
- [3] S. F. Athifa and H. H. Rachmat, "Evaluasi Karakteristik Deteksi Warna RGB Sensor TCS3200 Berdasarkan Jarak Dan Dimensi Objek," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 16, no. 2, pp. 105–120, 2019.
- [4] K. G. S. M. Mailan, "Mobile Robot Beroda Pengenal Warna Dan Pengikut Bola Dengan Menggunakan Metode Image Processing." Politeknik Negeri Sriwijaya, 2017.

- [5] N. L. Husni, S. Rasyad, M. S. Putra, Y. Hasan, and J. Al Rasyid, "Pengaplikasian Sensor Warna pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroler," *J. Ampere*, vol. 4, no. 2, pp. 297–306, 2020.
- [6] A. I. Bardani and N. S. Widodo, "Deteksi Zona pada KRSTI dengan Sensor Warna TCS3200," *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 56–63, 2019.
- [7] Y. Yusfrizal, "Penerapan Algoritma Fisher-Yates Shuffle Pada Game Mencocokkan Gambar Monumen Dunia," *JTIK (Jurnal Tek. Inform. Kaputama)*, vol. 4, no. 2, pp. 162–170, 2020.
- [8] Z. Lubis, "Metode Baru Robot Pengantar Menu Makanan Menggunakan Android dengan Kendali PID Berbasis Mikrokontroler," *JET (Journal Electr. Technol.)*, vol. 3, no. 2, pp. 105–115, 2018.
- [9] A. R. Hendrawan, M. R. Fauzi, I. Purnamasari, and M. Martias, "Pembuatan Robot Menggunakan Sensor Ultrasonic HC-SR04 Berbasis Mikrokontroler Atmega 328," *JITK (Jurnal Ilmu Pengetah. Dan Teknol. Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 83–90, 2018.
- [10] R. Rizal, "Mitos dan Eksplanasi Ilmiah Lembayung Senja," *J. Filsafat Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 16–22, 2018.
- [11] D. A. Nano, "Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Sensor Warna Tcs3200," *Alat Pendeteksi Warn. Menggunakan Sens. Warn. Tcs3200 Dan Arduino Nano*, vol. 1, pp. 167–170, 2018.
- [12] M. G. Fadilah, "Prototype Alat Keamanan Rumahberbasis Internet Of Things Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu." Universitas Pasundan, 2019.
- [13] F. Jaiman and A. S. Wiguna, "Sistem Penjemuran Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Pendekatan Metode Naïve Bayes," *Semnas SENASTEK Unikama 2019*, vol. 2, 2019.
- [14] W. M. Arduino, "Perancangan Alat Sortasi Buah Tomat Berdasarkan."