

Rancang Bangun Robot Sepak Bola Beroda Menggunakan Kamera Huskylens

Jimmy Afridho¹, Agus Riyanto², Satriyo³, M Ridhwan Sufandi⁴, Wiwit Indah Rahayu⁵

Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Pontianak

Jl. Jend. Ahmad Yani, Bansir Laut, Kota Pontianak, Telp: (08561) 736180

jimidpmp@gmail.com, ariyanto228@gmail.com, satriyo.rbg@yahoo.co.id,

mr.sufandi86@gmail.com

ABSTRACT

A wheeled soccer robot is designed to move and kick the ball to score goals. This robot is equipped with wheels and motors for movement, a camera as its "eyes," and a servo motor for kicking the ball. One of the cameras that can be used is the HuskyLens, an artificial intelligence camera specifically developed for robotics applications. The use of HuskyLens in the soccer robot has the potential to change how the robot interacts with the ball, opponents, and its environment in a smarter and more adaptive way. The robot is designed to move and kick the ball automatically. Components used include an Arduino Uno microcontroller, HuskyLens camera, L293D motor driver shield, MG90S servo motor, proximity sensor, DC gearbox motor, and mecanum wheels. This research involved direct observation of several tests to evaluate the effectiveness of the components, particularly the HuskyLens camera, as the robot's "eyes." The results of the research and tests show that the robot successfully detects and approaches the ball to kick it. The camera can detect the ball at a distance of up to 12 meters, and the robot can kick the ball from a distance of up to 1.4 meters.

Keywords : Robotics, huskylens, l293d motor driver shield, proximity sensor, Arduino Uno microcontroller.

ABSTRAK

Robot sepak bola beroda merupakan sebuah robot yang dirancang agar dapat bergerak dan menendang bola untuk mencetak gol. Robot ini dilengkapi dengan roda dan motor sebagai penggerak, kamera sebagai mata robot dan motor servo sebagai penendang bola. Salah satu kamera yang dapat digunakan adalah HuskyLens, sebuah kamera kecerdasan buatan yang dikembangkan khusus untuk aplikasi robotika. Penggunaan HuskyLens pada robot sepak bola memiliki potensi untuk mengubah cara robot berinteraksi dengan bola, lawan, dan lingkungannya secara lebih pintar dan adaptif. Robot dirancang agar dapat bergerak dan menendang bola secara otomatis. Komponen yang digunakan adalah mikrokontroler arduino uno, kamera huskylens, driver motor shield l293d, motor servo mg90s, sensor proximiti, motor dc gearbox dan roda mecanum. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati langsung beberapa pengujian untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan komponen terutama kamera HuskyLens sebagai mata robot sepak bola. Hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan yaitu robot berhasil mendeteksi dan bergerak mendekati objek bola untuk menendang, jarak objek bola yang dapat di deteksi oleh kamera dapat mencapai 12 meter, untuk jarak tendang robot dapat mencapai 1,4 meter.

Kata kunci: Robotika, huskylens, driver motor shield l293d, sensor proximiti, mikrokontroler Arduino Uno.

1. PENDAHULUAN

Teknologi telah mengalami perkembangan yang pesat seiring waktu. Inovasi dan penemuan baru memungkinkan pengembangan teknologi yang lebih canggih dan kompleks. Contohnya, kemajuan dalam komputer dan komunikasi telah

mengarah pada era digital dan revolusi informasi. Seiring dengan pesatnya inovasi dan perkembangan teknologi, masyarakat kini telah beralih dari berbagai sistem manual kepada sistem yang lebih praktis dan fleksibel. Kehadiran beberapa instrumen teknologi

menjadikan masyarakat modern meletakkan titik ketergantungan terhadap keseluruhan komponen. Teknologi dengan segala kecanggihannya mampu merubah intensitas tolak pandang manusia menjadi lebih luas dan menyeluruh. Pada tahun 2013, terdapat penelitian yang membahas terkait dengan perkembangan dalam bidang robotika industri. Pada saat itu, robotika industri sedang menjalani proses inovasi besar yang berfokus pada peningkatan kecerdasan dan multi-fungsi dari robot tersebut. Robotika industri dikerahkan untuk memenuhi tuntutan lingkungan kerja industri. Dengan peningkatan pada kecerdasan buatan atau artificial intelligent (AI), maka robot industri mampu melakukan tugas yang lebih kompleks. Oleh karena itu, robot dengan ditanam system AI, mampu melakukan multi-fungsi sesuai tuntutan dari industri tersebut. (Hajduk, dkk., 2013).

Robot merupakan sebuah alat yang dapat menghasilkan gerakan otomatis sesuai dengan gerakan yang diperintahkan oleh si pencipta robot. Robot sendiri memiliki berbagai macam jenis, antara lain robot humanoid (menyerupai manusia), robot manipulator (meniru bentuk makhluk hidup), robot mobile (dapat bergerak), robot animaloid (menyerupai hewan), dan masih banyak lagi. (Pashori dan Iswadi. 2014)

Awalnya robot digunakan untuk mempermudah pekerjaan yang memiliki tingkat berbahaya yang tinggi, berulang-ulang dan melelahkan. Keberadaan robot-robot canggih tidak hanya terbatas pada lingkup industri, tetapi juga telah merambah ke berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam bidang olahraga. Salah satu cabang olahraga yang mendapatkan perhatian luas adalah sepak bola. Sepak bola adalah olahraga yang penuh dinamika dan strategi, serta melibatkan pergerakan dan interaksi antara pemain.

Robot sepak bola adalah sebuah pengaplikasian jenis robot pada bidang olah raga sepak bola. Salah satu perlombaan robot yang diadakan oleh (Ristekdikti) adalah Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBI-B), di mana perlombaan ini merupakan perlombaan robot yang bermain bola layaknya manusia namun robot yang digunakan merupakan robot yang bergerak atau bermanuver menggunakan roda dan melakukan permainan secara otomatis tanpa adanya campur tangan manusia. (Putra dan Puriyanto. 2021).

Robot sepak bola dibagi menjadi dua yaitu robot humanoid dan robot beroda. Robot humanoid memiliki bentuk seperti manusia akan tetapi pada robot humanoid sendiri memiliki keterbatasan gerak, keseimbangan, dan biaya produksi yang tinggi. Oleh karena itu robot beroda merupakan sebuah solusi alternatif dari penggunaan robot humanoid. Dalam penggunaan robot beroda mengatur pergerakan dan keseimbangan robot dalam menjalankan misi menjadi lebih mudah.

Dalam dunia sepak bola, analisis taktik dan performa pemain menjadi hal yang sangat penting. Analisis ini biasanya dilakukan oleh pelatih dan analis tim menggunakan teknologi canggih seperti kamera pemantauan. Namun, penggunaan teknologi ini belum optimal dalam lingkungan latihan atau pertandingan robot sepak bola. Dalam konteks ini, pengembangan robot sepak bola yang dilengkapi dengan sistem penginderaan visual seperti kamera dapat memberikan kontribusi signifikan.

Salah satu kamera yang dapat digunakan adalah HuskyLens, sebuah kamera kecerdasan buatan yang dikembangkan khusus untuk aplikasi robotika. HuskyLens mampu mengenali objek, wajah, warna, dan tindakan berdasarkan citra visual yang diterimanya. Penggunaan HuskyLens pada robot sepak bola memiliki potensi untuk mengubah cara robot berinteraksi dengan bola, lawan, dan lingkungannya secara lebih pintar dan adaptif.

Dengan adanya robot sepak bola yang dilengkapi kamera HuskyLens ini, diharapkan dapat membuka peluang baru dalam pengembangan strategi permainan, analisis kinerja robot, serta meningkatkan pengalaman bermain bagi para penggemar sepak bola robotika.

Dalam perancangan robot sepak bola menggunakan kamera AI huskylens, robot dapat mencari, mendeteksi, dan mengikuti posisi bola sesuai dengan perintah pada program. Penelitian ini menggunakan metode observasi dan uji coba yang melibatkan pengamatan langsung terhadap kondisi di dalam ruangan serta melakukan serangkaian uji coba terhadap robot untuk mengevaluasi kinerjanya. Selain itu juga robot akan dapat mengikuti posisi bola setelah pendeteksian lalu mengikuti bola dan gerakan akhirnya yaitu dapat menedang bola.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen

dan terdapat beberapa langkah penelitian dengan diagram alir (*flowchart*) yang dibuat sebagai berikut ini :

1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Penjelasan dari metode diagram alir yang dibuat dalam menyelesaikan robot sepak bola beroda agar mendapatkan hasil sesuai rencana dan target dibuatlah beberapa proses kegiatan, yaitu :

a. Studi Literatur

Metode ini dilakukan untuk mengumpulkan data yang bersangkutan dengan proses pembuatan robot sepak beroda serta mengumpulkan teori-teori yang berkaitan sebagai referensi untuk menunjang penulisan skripsi ini. Teori-teori yang diambil dari buku, jurnal dan artikel yang didapat dari internet dan berkaitan dengan robot sepak beroda. Misalnya instalasi mikrokontroler dan modul driver serta sistem pengujian robot.

b. Perancangan Sistem

Pada proses ini yang akan dilakukan adalah perancangan sistem dari kerja robot yang terdiri dari diagram blok, flowchart, skema rangkaian serta desain alat.

c. Pembelian Bahan

Proses pembelian material dan komponen pendukung dalam pembuatan robot sepak beroda. Pembelian dapat dilakukan dengan pemesanan online ataupun pembelian di toko terdekat.

d. Perancangan Alat

Proses perancangan alat dilakukan dengan menyatukan komponen yang telah dibeli sesuai dengan skema rangkaian yang telah dibuat. Lalu membuat program robot dan memberikan perintah yang ingin dijalankan oleh robot. Setelah itu merancang bodi dari alat dan peletakkan komponen yang telah di rancang ke

dalam bodi sehingga mendapatkan hasil yang rapi dan efektif saat pengoperasian alat.

e. Pengujian Alat

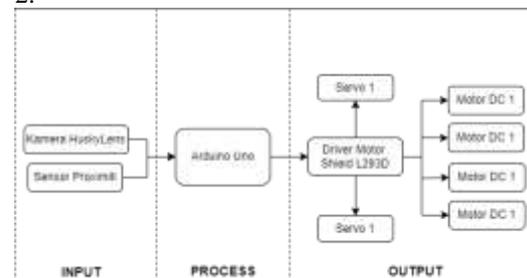
Proses pengujian fungsi dari alat yang telah dirancang baik mekanik dan rangkaian, sesuai fungsi target yang diharapkan.

f. Pengambilan Data dan Analisis

Proses pengambilan data yang dilakukan dan didapat dari alat yang telah dibuat dan diuji sebelumnya sebagai data untuk pembuatan analisis.

2. Rancangan Sistem

Perancangan diagram blok dari Robot Sepak Bola Beroda Menggunakan Kamera Huskylens seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok

Dari diagram blok pada gambar 2 dapat diuraikan fungsi dari masing-masing komponen sebagai berikut:

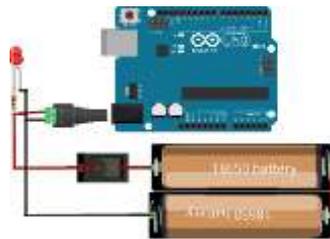
- Arduino Uno berfungsi sebagai otak atau pusat pengendali dari keseluruhan system alat yang melibatkan input dan output.
- Kamera Huskylens berfungsi sebagai mata dari robot yang mendeteksi objek bola.
- IC driver motor berfungsi sebagai pengontrol motor dc dimana output tersebut merupakan sistem gerak dari alat (roda).
- Sensor proximiti berfungsi sebagai switch untuk servo 2 apabila bola terdeteksi.
- Servo 1 berfungsi sebagai penggerak kamera untuk mencari objek bola.
- Servo 2 berfungsi sebagai alat penendang bola.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui bagaimana kinerja sistem secara keseluruhan, bagian ini akan menunjukkan cara melakukan dan membahas sistem perancangan yang telah dirancang sebelumnya. Hasil perancangan akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan kesimpulan dan kekurangan agar kinerja keseluruhan sistem dapat disesuaikan dengan perancangan.

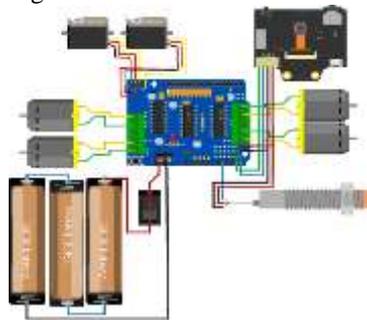
3.1 Wiring Sistem

Rancangan ini menjelaskan relasi instalasi tiap komponen secara penuh atau penghubungan antara kamera, sensor, motor dc, motor servo, serta baterai dengan Arduino uno dan driver motor. Gambar 3 dan 4 merupakan gambar skema rangkaian robot sepak beroda menggunakan Fritzing.



Gambar 3. wiring komponen

Pada Gambar 3 menunjukkan pengkabelan dari komponen yang terhubung langsung ke arduino. Sedangkan pada gambar 4 menunjukkan pengkabelan dari komponen yang terhubung ke driver, komponen-komponen pada gambar 4 tidak secara langsung terhubung ke arduino karena driver sudah menyatu dengan semua port atau pin yang ada di arduino.



Gambar 4. Wiring Pada Driver

Penjelasan dari skema rangkaian di atas adalah sebagai berikut:

1. Ke 4 Motor DC dikontrol melalui ic l293d yang terhubung ke pin output driver motor shield.
2. IC L293D digunakan sebanyak dua buah, satu ic hanya dapat mengontrol 2 buah motor dc.
3. Sensor proximity digunakan untuk pendeteksi bola dalam jarak tendang.
4. Servo1 menggunakan SG90 yang difungsikan untuk menggerakkan kamera.
5. Servo2 menggunakan MG90S yang difungsikan untuk menendang bola.

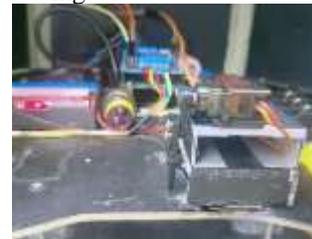
6. Sebagai sumber energi arduinonya, menggunakan batrai 18650 3500mAh/25A berjumlah 2 buah dan 3 buah khusus untuk sumber tenaga 4 motor dc.

3.2 Pengujian Alat

Setelah menyelesaikan proses kalibrasi semua komponen tersebut dirancang, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian terhadap fungsi komponen yang digunakan.

1. Komponen Penendang Bola

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan dua buah bola berbeda, yaitu bola futsal yang berwarna oren dan bola voli yang berwarna kuning. Yang telah diuji dalam tahap ini adalah sensor proximity dan motor servo mg90s.



Gambar 5. Komponen Penendang

Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan dari masing-masing bola, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Gerak Servo

No.	Gambar Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian
1		Deteksi objek bola oren	Jarak deteksi yang terbaca oleh sensor proximity 36cm
2		Deteksi objek bola kuning	Jarak deteksi yang terbaca oleh sensor proximity 9cm

Tabel 1 menunjukkan bahwa pergerakan servo sebagai penendang bola yang diaktifkan oleh sensor proximity memiliki perbedaan jarak dimasing-masing bola. Hal ini disebabkan oleh pantulan yang diberikan oleh bola berbeda, dimana pada bola oren dengan jarak 36cm proximity sudah dapat menerima sinyal pantulan sedangkan pada bola kuning pantulan sinyal yang dapat diterima pada jarak 9cm.

Tabel 2. Hasil Jarak Tendang Bola

No	Skenario Pengujian	Jarak Tendang (meter)
1	Servo Menendang Saat Robot Bergerak Atau Berjalan	1,30
2		1,33
3		1,46
4		1,35
5		1,43
1	Servo Menendang Saat Robot Diam Atau Berhenti	1,30
2		1,25
3		1,21
4		1,23
5		1,18

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa jarak dari hasil menendang bola pada saat robot diam cenderung lebih dekat jika dibandingkan dengan jarak tendang bola saat robot sedang bergerak.

2. Jarak Deteksi Kamera

Pengujian ini dilakukan di dua tempat berbeda dengan menjadikan bola dan tempat sebagai target pengujian.

2.1. Lapangan voli

Berlatar tempat dilapangan voli terbuka dengan warna lapangan hijau berbahan dasar semen.

a. Bola Didepan

Berikut adalah pengujian jarak terhadap bola yang berada lurus didepan robot dalam frame kamera.

Tabel 3. Posisi Bola Didepan

No	Tampilan	Jarak (m)	Objek	Kondisi Cahaya
1		11,80	Bola Oren	Cahaya luar mendung
2		8,10	Bola Kuning	Cahaya luar mendung

Pada tabel 3 cahaya yang di hasilkan dari cuaca mendung cukup baik untuk ditangkap oleh kamera sehingga untuk bola berwarna oren jarak

yang dapat dicapai menjadi lebih jauh yaitu 11.80 m. Namun tidak dengan bola kuning, jarak yang dapat dicapai oleh bola kuning hanya 8.10m.

b. Bola Disudut Kiri

Berikut adalah pengujian jarak terhadap bola yang berada dikiri robot dalam frame kamera.

Tabel 4. Posisi Bola Disudut Kiri

No	Tampilan	Jarak (m)	Objek	Kondisi Cahaya
1		10.1	Bola Oren	Cuaca luar cerah berawan
2		9.39	Bola Kuning	Cuaca luar cerah berawan

Pada tabel 4 cahaya dilokasi saat pengujian adalah langit cerah berawan. Jarak yang dapat dicapai oleh bola oren menjadi lebih dekat jika dibandingkan dengan cuaca mendung, yaitu hanya 10.10m. Sedangkan untuk bola kuning menjadi lebih jauh jika dibandingkan dengan cuaca mendung, yaitu menjadi 9.39m.

c. Bola Disudut Kanan

Berikut adalah pengujian jarak terhadap bola yang berada dikanan robot dalam frame kamera.

Tabel 5. Posisi Bola Disudut Kanan

No	Tampilan	Jarak (m)	Objek	Kondisi Cahaya
1		9.90	Bola Oren	Cuaca luar cerah berawan
2		9.24	Bola Kuning	Cuaca luar cerah berawan

Pada tabel 5 cuaca saat pengujian dilakukan adalah cerah berawan. Jarak deteksi yang dapat dicapai oleh bola oren adalah 9.90 m. sedangkan pada bola kuning hanya 9.24 m.

2.2. Ruang Laboratorium

Berlatar tempat diruangan laboratorium elektronika dengan warna lantai putih berbahan keramik.

a. Bola Didepan

Berikut adalah pengujian jarak terhadap bola yang berada lurus didepan robot dalam frame kamera.

Tabel 6. Posisi Bola Didepan

No	Tampilan	Jarak (m)	Objek	Kondisi Cahaya
1		9.79	Bola Kuning	Cahaya Lampu Ruangan Yang Cukup Baik
2		9.79	Bola Oren	Cahaya Lampu Ruangan Yang Cukup Baik

Tabel 6 menunjukkan tampilan pada frame kamera dengan posisi bola didepan robot dengan jarak 9.79m dalam ruangan laboratorium dalam pencahayaan lampu yang baik.

b. Bola Disudut Kiri

Berikut adalah pengujian jarak terhadap bola yang berada dikiri robot dalam frame kamera.

Tabel 7. Posisi Bola Disudut Kiri

No	Tampilan	Jarak (m)	Objek	Kondisi

1		9.79	Bola Kuning	Cahaya Lampu Ruangan Yang Baik
2		9.79	Bola Oren	Cahaya Lampu Ruangan Yang Baik

Sama halnya dengan tabel 6 namun pada tabel 7 menunjukkan tampilan pada kamera dengan posisi bola disudut kiri frame dengan jarak 9.79 m dalam ruangan laboratorium dalam pencahayaan lampu yang baik.

c. Bola Disudut Kanan

Berikut adalah pengujian jarak terhadap bola yang berada dikanan robot dalam frame kamera.

Tabel 8. Posisi Bola Disudut Kanan

N	Tampilan	Jarak (m)	Objek	Kondisi
1		9.79	Bola Kuning	Cahaya Lampu Ruangan Yang Baik
2		9.79	Bola Oren	Cahaya Lampu Ruangan Yang Baik

Pada tabel 8 menunjukkan tampilan pada kamera dengan posisi bola disudut kiri frame dengan jarak 9.79 m dalam ruangan laboratorium dalam pencahayaan lampu yang baik.

3.3 Analisis Hasil Pengujian

1. Analisa Pengujian Tendang Bola

Dengan rancangan yang telah dilakukan, robot dilengkapi dengan sensor proximiti inframerah yang mampu

mendeteksi benda-benda dengan jarak minimum 6cm. Namun, perbedaan signifikan dalam jarak deteksi terjadi antara bola oren dan bola kuning karena karakteristik pantulan gelombang inframerah keduanya yang berbeda. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 1, Bola oren, yang memiliki sifat pantulan yang lebih baik terhadap gelombang inframerah, memantulkan gelombang tersebut dengan efisiensi tinggi, memungkinkan sensor untuk mendeteksi bola oren pada jarak hingga 36cm. Di sisi lain, bola kuning menyerap sebagian besar gelombang inframerah yang dikirimkan oleh sensor, menyebabkan sensor hanya mendapatkan sedikit pantulan kembali, dan karena itulah, bola kuning dapat dideteksi dalam jarak 9cm.

Dari hasil pengujian menendang bola pada tabel 2 yang telah dilakukan dengan dua kondisi, masing-masing kondisi dilakukan dengan lima kali pengujian dan menghasilkan jarak rata-rata: jarak tendang saat robot bergerak adalah 1,37 meter, sedang jarak tendang saat robot diam adalah 1,23 meter. Perbedaan jarak tersebut disebabkan oleh adanya bantuan gaya dorong saat robot bergerak.

2. Analisa Jarak Deteksi Kamera

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 3 hingga 8 Pencahayaan di tempat pengukuran sangat memengaruhi kemampuan kamera Huskylens dalam mendeteksi jarak bola. Hasil jarak bisa berbeda ketika diuji dalam cuaca yang berbeda. Pada lapangan voli, ketika cuaca mendung, kamera bisa mendeteksi bola dari jarak lebih jauh dibandingkan cuaca cerah. Ini karena bola oren dan kuning memantulkan cahaya dengan cara yang berbeda. Bola oren, yang lebih terang, bisa memantulkan cahaya lebih baik, sementara bola kuning, yang lebih gelap, memerlukan pencahayaan lebih terang agar bisa dideteksi dengan jarak lebih jauh. Untuk pengujian dalam ruangan laboratorium, cahaya yang terdapat pada ruangan tersebut sangat baik. Namun pada saat pengujian tersebut tidak dapat diketahui jarak maksimal dari hasil yang dapat dideteksi oleh kamera, karena ruangan yang digunakan terbatas sehingga jarak yang didapat hanya 9 meter lebih.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan terhadap robot sepak bola dengan kamera huskylens, penulis dapat menyimpulkan bahwa:

1. Penggunaan kamera Huskylens sebagai mata atau alat pendeteksi objek bola pada robot sepak bola beroda mengalami kekurangan dalam fungsi deteksinya.

2. Untuk pelacakan bola yang optimal, objek yang ingin dilacak harus berupa bola tanpa motif dan tanpa kilatan, karena motif dan kilatan pada bola dapat terdeteksi dan tersimpan saat kamera melakukan kunci deteksi objek.

3. Respon terhadap pergerakan objek juga mengalami keterlambatan, sehingga saat objek bergerak dengan cepat dan berjarak cukup jauh dari robot, objek tidak akan terdeteksi atau hilang karena kamera masih mengalami keterlambatan dalam mengikuti gerakan objek tersebut. Objek akan kembali terdeteksi jika jarak antara objek dan robot lebih dekat dan kamera dapat membaca objek dengan lebih jelas.

4. Sistem penendang bola yang menggunakan motor servo sudah berfungsi dengan baik, namun jarak yang dihasilkan tidak begitu jauh dan hanya dapat mencapai 1,37 meter sampai 1,46 meter tidak lebih dari 1,5 meter.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal:

- [1] Amperawan, Andika. D., Anisah, M., & Marcelinus, I.J. (2022). Sistem Deteksi Posisi Dan Pengambilan Bola Pada Robot Sepak Bola. *Jurnal Ampere*, 7(1), 28-38.
- [2] Adriansyah, A., & Hidyatama, O. (2013). Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino Atmega 328p. *Jurnal Teknologi Elektro*, 4(3), 100–112.
- [3] Fadilah M.G. (2019). Prototipe Alat Keamanan Rumah berbasis Internet Of Things Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu. Universitas Pasundan,.
- [4] Hajduk, M., Jenčík, P., Jezný, J., & Vargovčík, L. (2013). Trends in industrial robotics development. *Applied Mechanics and Materials*, 282, 1-6. Trans Tech Publications Ltd.
- [5] Ipanhar, A., Wijaya, T. K., & Gunoto, P.,(2022). Perancangan Sistem Monitoring Pintu Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Esp32-Cam. *Sigma Teknika*, 5(2), 333-350.

- [6] Jaiman F. & Wiguna A. S. (2019). Sistem Penjemuran Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Pendekatan Metode Naïve Bayes., Universitas Kanjuruhan Malang, 2, 645-655.
- [7] Khaharsyah, A., Ratnawati, D., & Handoyono, NA.,(2021). Aplikasi infrared proximity sensor untuk wastafel otomatis di area bengkel PVTM. Jurnal Taman Vokasi, 9(2), 157–160.
- [8] Pashori, A., & Iswadi, I. (2014). Teknologi Robot. JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya, 1(1), 82-93.
- [9] Putra, R. M., & Puriyanto, R. D. (2021). Sistem Deteksi dan Pelacakan Bola dengan Metode Hough circle Transform Menggunakan Kamera Omnidirectional pada Robot Sepak Bola Beroda. Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro, 3(3), 176-184.
- [10] Risfendra, Akbar, A. A., & Firdaus, (2020). Sistem Pergerakan dan Deteksi Pada Robot Sepak Bola Beroda Berbasis Image Processing dengan Penerapan Multivision. INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi, 20(3), 31–42.
- [11] Rosi,I,N., (2017), Rancang Bangun Alat Pembuat Minuman Kopi Otomatis Menggunakan Konveyor. Jurnal Ilmiah Mikrotek, 2(4), 35-45.
- [12] Siahaan, M., Jasa, C. H., Anderson, K., Rosiana, M. V., Lim, S., & Yudianto, W. (2020). Penerapan Artificial Intelligence (AI) Terhadap Seorang Penyandang Disabilitas Tunanetra. Journal of Information System and Technology, 1(2), 186-193.
- [13] Supriyanto, Y., Sufiyanto, S., & Kusnadi. (2018). Desain Mecanum Wheel System pada Kendaraan Robot Tempur Kota. Transmisi, 14(2), 306-311.
- [14] Sunarto, E.C. & Yulianti, B.,(2018). Rancang Bangun Prototipe Alat Angkut Helikopter Berbasis Arduino. Jurnal TESLA, 20(2), 157-165.
- [15] The, B. (n.d.). 1. Introduction 1.1.
- [16] Yusfrizal, (2021). Rancang Bangun Robot Beroda Pengenal Warna Pada Bola Berbasis Arduino. JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama), 5(2), 120–129.