

---

## Sistem Deteksi Posisi Dan Pengambilan Bola Pada Robot Sepak Bola

Amperawan<sup>1</sup>, Destra Andika<sup>2</sup>, Masayu Anisah<sup>3</sup>, Marcelinus I.J.<sup>4</sup>

12345 Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, Indonesia

Email: [amperawan230567@gmail.com](mailto:amperawan230567@gmail.com)

### ABSTRAK

Salah satu kontes robot yang di adakan di Indonesia tingkat regional dan nasional adalah Kotes Robot Sepal Bola Indonesia (KRSBI) beroda adalah salah satu bagian dari Kontes Robot Indonesia yang merupakan ajang kompetisi rancang bangun dan rekayasa di bidang robot. KRSBI pada tahun 2017 merupakan divisi baru diselenggarakan Pada robot penyerang penentu posisi dan pengambil bola pengendalinya menggunakan *board Arduino Mega* dan *software OpenCV* pad laptop. Beberapa yang digunakan pada robot sensor yaitu sensor kompas, sensor kamera, *encoder* dan sensor *infra red*. Sensor *infra red* fungsinya untuk mendeteksi adanya bola dilengan robot, dalam pendeteksian bola menggunakan sensor kamera yang dimana jarak terjauh mendeteksi bola 6 meter, sensor kompas mengetahui sudut posisi robot dan posisi tiang gawang. Dengan penelitian "Sistem Deteksi Posisi Dan Pengambil Bola Pada Robot Sepak Bola" dapat menjawab masalah tersebut dengan membantu robot dalam medeteksi dan pengambilan bola serta mengarahkan robot ke arah gawang. Penelitian ini melalui tahapan diantaranya adalah perancangan sistem dari *hardware* dan *software* serta dilakukan pengujian sistem dam pengambilan data.

**Kata kunci:** Robot sepak bola, Encoder, Sensor Kompas, kamera, infra red

## *Position Detection And Ball Taker System On Robot Soccer*

### ABSTRACT

One of the robot contests held in Indonesia at regional and national levels is the Indonesia Sepal Bola Robot Contest (KRSBI) with wheels, which is a part of the Indonesian Robot Contest which is a design and engineering competition in the field of robotics. KRSBI in 2017 is a new division organized by RISTEKDIKTI with the theme "Robot football to the soccer league in 2050." The attacking robot determines the position and control ball taker using Arduino Mega board and open CV software on a laptop pad. Some of the sensors used in robotic sensors are compass sensors, camera sensors, encoders and infrared sensors. The infrared sensor functions to detect the presence of a ball in the robot's arm. In detecting the ball using a camera sensor where the farthest distance to detect the ball is 6 meters, the compass sensor knows the angle of the robot's position and the position of the goalpost. With the research "Position Detection And Ball Taker System On Robot Soccer" can answer this problem by assisting the robot in detecting and retrieving the ball and directing the robot towards the goal. This research goes through stages including system design from hardware and software as well as system testing and data collection.

**Keywords:** Robot soccer, Encoder, Compass Sensor, camera, infra red

---

Correspondence author : Amperawan, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia  
E-Mail: [amperawan230567@gmail.com](mailto:amperawan230567@gmail.com)

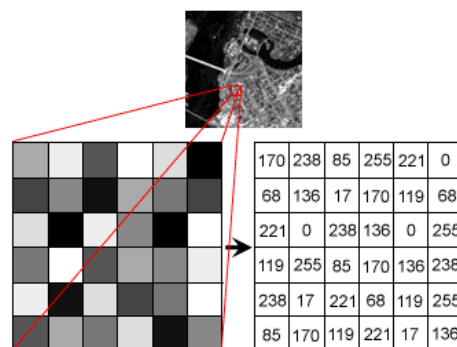
## I. PENDAHULUAN

Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBI – Beroda) adalah salah satu kategori baru dalam Kontes Robot Indonesia (KRI). KRSBI yang diselenggarakan di Indonesia berdasarkan aturan internasional yang berlaku di *RoboCup Middle Size League* (MSL), dengan menyesuaikan kondisi di Indonesia [8].

Pada Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda tersebut, robot diharuskan untuk dapat mendeteksi bola kemudian menggiringnya ke gawang lawan untuk mencetak gol secara otomatis. Berdasarkan hasil pertandingan yang penulis amati pada KRSBI – Beroda 2019 tingkat regional 1, robot sudah dapat mendeteksi keberadaan bola dan mendekati bola tersebut, namun kebanyakan dalam melakukan tendangan kearah gawang lawan, robot sering kali mengalami kegagalan sehingga memperkecil peluang terjadinya Gol. Salah satu penyebab ketidakakuratan robot dalam melakukan tendangan bola kearah gawang lawan adalah karena robot tidak mengetahui posisinya dan kemana arah yang tepat untuk melakukan tendangan. Ketidakakuratan robot dalam melakukan penendangan bola kedalam gawang lawan juga bukan hanya disebabkan pendektesian gawang oleh kamera, tetapi juga karena robot tidak mengetahui posisi dimana titik robot itu sendiri dan titik gawang lawan atau bahkan tidak memprediksi sudut tendangan bola sama sekali[1].

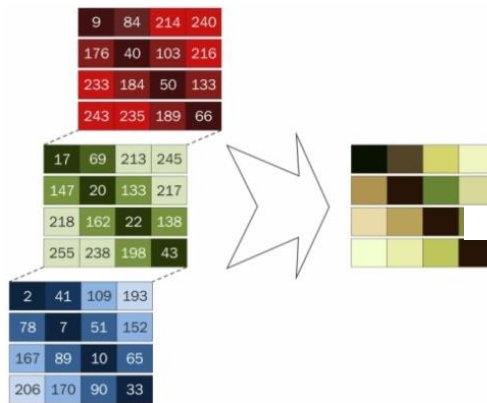
Citra digital tersusun dari kisi – kisi piksel dua dimensi. Piksel adalah unsur dasar penyusun sebuah citra digital. Semua citra yang tertampil pada layar monitor komputer, televisi, kertas, merupakan kumpulan rapat piksel – piksel yang tertata dalam bentuk kisi – kisi dua dimensi, baris dan kolom.

Setiap piksel tunggal berisi sebuah informasi, dan jumlah total informasi dari seluruh piksel akan memberi keseluruhan informasi terhadap citra digital. Dalam citra digital grayscale, (atau sering disebut orang awam, sebagai gambar hitam – putih), beberapa Pixel ada yang gelap, ada yang terang, dengan gradiasi yang beragam, disebut sebagai Intensitas Piksel (*Pixel Intesities*). Dalam pengolahan citra terdapat istilah *color space*, dan *color depth*, yang biasa digunakan untuk menjelaskan tipe data. Tipe data yang paling umum dan paling sederhana untuk merepresentasikan sebuah citra adalah data 8 bit untuk tiap pikselnya. Ini berarti setiap satu pixel memiliki nilai 0 sampai dengan 255. 0 berarti hitam, dan 255 berarti putih.



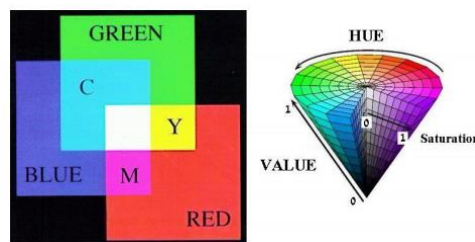
**Gambar 1.** Representasi Nilai 8 Bit Data Pada Warna Hitam Putih

Pada citra yang memiliki warna direpresentasikan dengan tiga kanal warna (*color channel*), kanal R (*red*), kanal G (*green*), dan kanal B (*blue*).



**Gambar 2.** Representasi Nilai 8 Bit Data Pada Warna RGB

Dasar model warna RGB (*Red Green Blue*) tidak hanya mewakili warna tetapi juga intensitas cahaya. Pencahayaan yang berbeda beda pada warna bola dikarenakan pencahayaan yang ada disekitarnya. Oleh karena itu perwakilan langsung dari warna bola dengan komponen RGB cukup efisien. Namun, model warna HSV transformasi nonlinear dari ruang lingkup warna RGB. Ini memiliki nilai-nilai independen untuk *Hue*, *Saturation*, dan *Value*, masing masing sesuai untuk panjang gelombang, eksitasi, dan kecerahan[6][10].



**Gambar 3.** Sistem Koordinat HSV

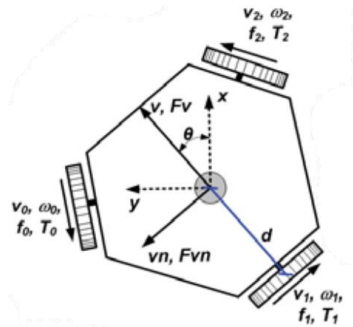
Roda Omni atau *omniwheel*, mirip dengan roda *Mecanum*, adalah roda dengan cakram kecil (disebut *roller*) di sekitar lingkar yang tegak lurus dengan arah putaran. Efeknya adalah roda dapat digerakkan dengan kekuatan penuh, tetapi juga akan meluncur ke samping dengan sangat mudah. Roda ini sering digunakan dalam sistem penggerak holonomik[4].



**Gambar 4.** *Omniwheel*

Penggunaan *omniwheel* pada robot *soccer* beroda agar robot dapat bergerak ke berbagai arah sehingga sangat fleksibel ketika bermanuver di dalam lapangan. Dasar dari *omni-directional robot* yang dikembangkan, dapat meneliti sistem kinematika dari robot tersebut [5]. Pada robot

soccer beroda digunakan konfigurasi 3 omni wheel untuk memungkinkan pergerakan robot yang bebas ke segala arah untuk navigasi pada robot. Navigasi robot merupakan sebuah sistem pengendalian pergerakan robot dalam bernavigasi, sehingga robot dapat bergerak maju, mundur, berbelok ke kiri dan berbelok ke kanan[3][9] .



**Gambar 5.** Konfigurasi 3 *Omni Wheel* [10]

Pergerakan robot dengan konfigurasi roda 3 *omni wheel* dikendalikan dengan mengatur kecepatan putaran setiap *omni wheel* yang berbeda-beda untuk menghasilkan arah pergerakan yang variatif [5][10]. Perbandingan kecepatan putaran setiap roda *omni wheel* dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$V_0 = -\frac{1}{2}\sqrt{3} \cos(\theta) + \frac{1}{2} \sin(\theta) \quad (1)$$

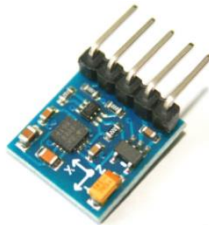
$$V_1 = -\sin(\theta) \quad (2)$$

$$V_2 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \cos(\theta) + \frac{1}{2} \sin(\theta) \quad (3)$$

Dimana  $\theta$  adalah sudut arah gerakan robot yang ditentukan. Dalam penentuan sudut pergerakan robot menuju titik yang di inginkan, robot menghitung sudut pergerakan arah robot dari posisi sekarang  $(x, y)$  terhadap posisi tujuan  $(x_1, y_1)$  dengan rumus sebagai berikut [4][10]:

$$\theta = \arctan \left( \frac{x_1 - x}{y_1 - y} \right) \quad (4)$$

Sensor kompas HMC5883L DT-Sense 3 Axis merupakan salah satu modul sensor yang mampu mendeteksi besaran medan magnet bumi dengan menggunakan IC HMC5883L. IC HMC5883L merupakan chip yang dibuat untuk mengukur besaran medan magnet yang dapat digunakan sebagai penunjuk arah. Modul ini menggunakan komunikasi I2C ke mikrokontroler[2][3].



**Gambar 6.** Sensor Kompas HMC5883L

Sensor Proximity E18-D80NK adalah sensor elektronik yang mampu mendeteksi keberadaan objek di sekitarnya tanpa adanya sentuhan fisik. Proximity Sensor tidak menggunakan bagian-bagian yang bergerak atau bagian mekanik untuk mendeteksi keberadaan objek disekitarnya, melainkan menggunakan medan elektromagnetik ataupun sinar radiasi elektromagnetik untuk mengetahui apakah ada objek tertentu disekitarnya. Sensor proximity ini hanya dapat mengetahui keberadaan halangan didepannya tanpa mengetahui jaraknya untuk mengatur jarak baca *sensor proximity* dapat diatur secara manual dengan memutar potensio pada sensor proximity[2].



**Gambar 7.** Sensor Proximity[9]

Rotary encoder tersusun dari suatu piringan tipis yang memiliki lubang-lubang pada bagian lingkaran piringan. LED ditempatkan pada salah satu sisi piringan sehingga cahaya akan menuju ke piringan. Di sisi yang lain suatu photo-transistor diletakkan sehingga photo-transistor ini dapat mendeteksi cahaya dari LED yang berseberangan. Piringan tipis tadi dikopel dengan poros motor, atau divais berputar lainnya yang ingin di ketahui posisinya, sehingga ketika motor berputar piringan juga akan ikut berputar. Setiap photo transistor terkena sinar *infra red* maka hitungan banyaknya pulsa[5][7][10].



**Gambar 8.** Rotary Encoder

Terdapat tiga parameter utama yang digunakan untuk menghitung posisi robot menggunakan *rotary encoder* yaitu diameter *omni-wheel encoder* ( $D_w$ ), jumlah resolusi *rotary encoder* ( $r_{enc}$ ) dan jumlah pulsa *rotary encoder* (*pulse*). Untuk mendapatkan jarak dari rotary encoder dibutuhkan keliling *omni-wheel* ( $K_w$ ) yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$K_w = D_w \times \pi \tag{5}$$

$$\text{Jarak} = \frac{\text{pulse}}{r_{enc}} K_w \tag{6}$$

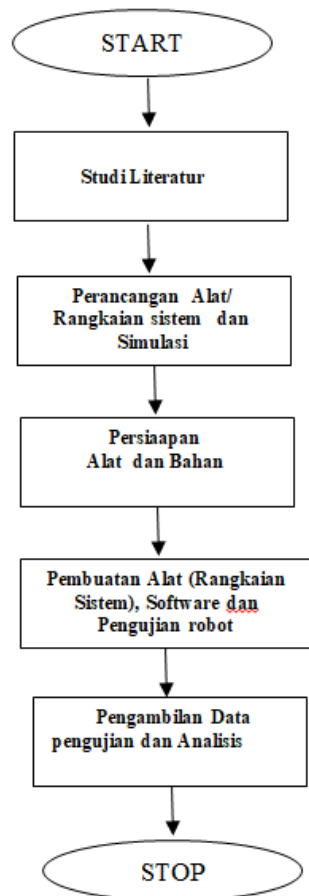
OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*), adalah sebuah pustaka *open source* yang dikembangkan oleh Intel yang fokus untuk menyederhanakan pemrograman terkait citra digital untuk bahasa pemrograman C/C++, dan telah dikembangkan ke phyton, java, matlab. Di dalam OpenCV sudah mempunyai banyak fitur seperti deteksi warna, pengenalan wajah, *Kalman filter*, dan berbagai jenis metode AI (*Artificial Intelligence*). OpenCV menyediakan berbagai algoritma sederhana terkait *Computer Vision* untuk *low level API*[6].



Gambar 9. Logo OpenCV[6]

## II. METODE PENELITIAN

Secara garis besar langkah penelitian pada perancangan alat/ sistem ini dapat di lihat pada gambar 10.

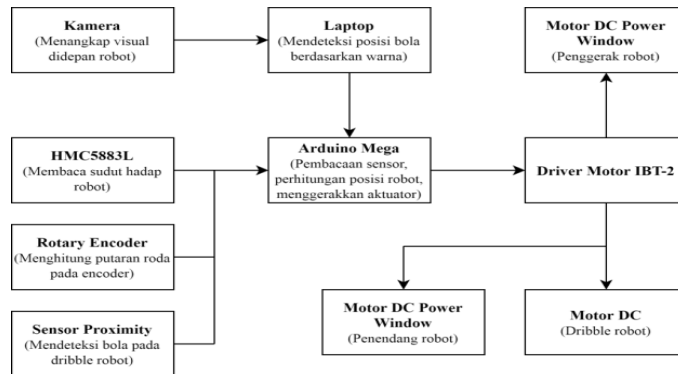


Gambar 10. Flowchart Penelitian

Langkah-Langkah Metode Penelitian tersebut yaitu :

1. Studi Literatur.
2. Perancangan Alat/ Rangkaian sistem dan Simulasi
3. Menyiapkan alat dan bahan yang akan di gunakan untuk dalam pembuatan alat/ rangkaian dan simulasi (komponen elektronika, mekanik dan *software*).
4. Pembuatan alat (rangkaiian sistem), *software* dan Pengujian robot.
5. Pengambilan data pengujian dan analisis.

### Perancangan Diagram Blok “SISTEM DETEKSI POSISI DAN PENGAMBIL BOLA PADA ROBOT SEPAK BOLA”



Gambar 11. Diagram Blok Robot Sepak Bola

Implementasi robot sepak bola yang telah dibuat dari hasil penelitian yang telah dilakukan :

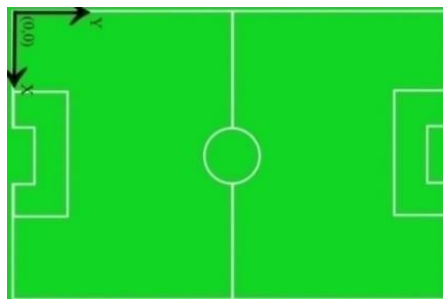


Gambar 12. Implementasi Robot Sepak Bola

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian deteksi posisi bola:

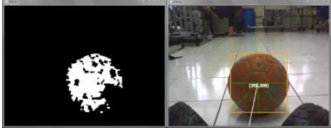

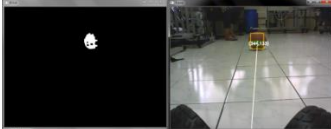
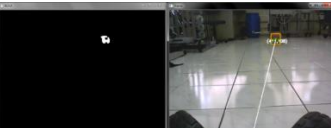
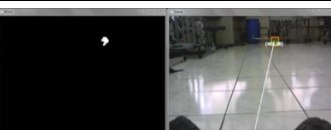
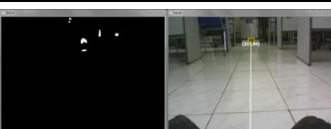
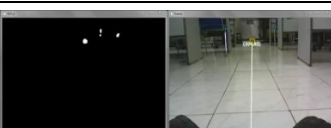
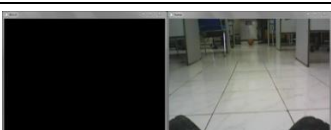
1. Menentukan posisi posisi x dan y robot di lapangan untuk mendapatkan posisi bola



Gambar 13. Ilustrasi sumbu x dan y pada lapangan

Hasil Pengujian Deteksi Bola Menggunakan Kamera pada jarak 50 cm sampai dengan 650 cm.

Tabel 1. Hasil Pengujian Deteksi Bola Menggunakan Kamera pada jarak 50 cm - 650cm.

No	Jarak Bola	Tampilan Deteksi Bola	Kondisi
1	50 Cm		Terdeteksi
2	100 Cm		Terdeteksi
3	200 Cm		Terdeteksi
4	300 Cm		Terdeteksi
5	400 Cm		Terdeteksi
6	500 Cm		Terdeteksi
7	600 Cm		Terdeteksi
8	650 Cm		Tidak Terdeteksi

#### Hasil Pengujian Pengambilan Bola

Lapangan berukuran 3 meter x 3,6 meter dan lebar gawang 1,5 meter, pengujian dilakukan berulang dengan posisi bola yang berubah-ubah untuk mengetahui kemampuan robot dalam mengambil bola.





Gambar 14. Posisi awal  $X = 0$  dan  $Y = 0$  Robot dengan Bola



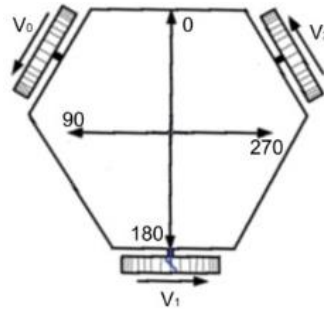
Gambar 15. Robot menentukan Posisi bola dan mengambil bola

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk mendapat hasil yang optimal kerja robot sepak bola.

**Tabel 2.** Pengujian Robot Mencari dan Mengambil Bola

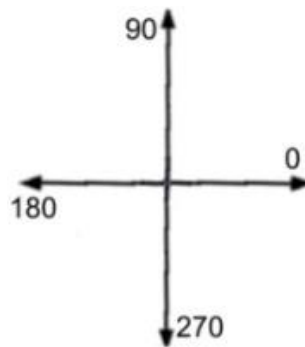
Percobaan Ke	Posisi Awal Bola (cm)		Posisi Bola (cm)		Deteksi Bola	Status Bola yang diambil
	X	Y	X	Y		
1	0	0	60	150	Berhasil	Berhasil
2	0	0	45	240	Berhasil	Berhasil
3	0	0	90	180	Berhasil	Berhasil
4	0	0	110	110	Berhasil	Berhasil
5	0	0	150	120	Berhasil	Berhasil
6	0	0	150	130	Berhasil	Berhasil
7	0	0	180	200	Berhasil	Berhasil
8	0	0	210	120	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
9	0	0	230	140	Berhasil	Berhasil
10	0	0	220	120	Berhasil	Berhasil

Berdasarkan teori yang dijelaskan sebelumnya, untuk mencapai posisi target dari posisi ketika robot mendapatkan bola, digunakan persamaan (4) yang hasil perhitungannya akan digunakan untuk menentukan arah pergerakan robot menggunakan persamaan (1), persamaan (2) dan persamaan (3).



**Gambar 16.** Koordinat Derajat Robot ( $\theta_r$ )

Pada Gambar 16 merupakan koordinat sudut arah gerak yang digunakan pada persamaan (1), (2) dan (3) sesuai dengan referensi yang diambil dari jurnal [3]. Berbeda dengan koordinat derajat pada umumnya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 17.



**Gambar 17.** Koordinat Derajat Kartesius ( $\theta$ )

Dikarenakan perbedaan ini maka diperlukan penyesuaian agar perhitungan yang dilakukan pada persamaan (4) dapat digunakan pada persamaan (1), (2) dan (3), yaitu  $\theta$  dikurangi  $90^\circ$  setelah perhitungan. Untuk memberikan gambaran cara robot mencapai posisi target, diambil contoh data pada percobaan 1, dimana posisi pada saat robot mendapatkan bola adalah  $X = 60$  dan  $Y = 150$ , maka posisi target adalah  $X = 90$  dan  $Y = 270$ , maka besarnya sudut arah gerak robot menuju posisi target dijabarkan dalam persamaan berikut :

$$\theta = \arctan \left( \frac{y_1 - y}{x_1 - x} \right)$$

$$\theta = \arctan \left( \frac{270 - 150}{90 - 60} \right)$$

$$\theta = 75,96^\circ$$

Setelah didapatkan  $\theta = 75,96^\circ$ , untuk mendapatkan nilai perbandingan kecepatan putaran setiap *omniwheel*,  $\theta = 75,96^\circ - 90^\circ = -14,04 = 345,96^\circ$ . setelah didapatkan nilai  $\theta = 345,96^\circ$  maka didapatkan perbandingan kecepatan setiap *omniwheel* sebagai berikut:

$$V_0 = -\frac{1}{2}\sqrt{3} \cos(345,96^\circ) + \frac{1}{2} \sin(345,96^\circ) = -0,9873$$

$$V_1 = -\sin(345,96^\circ) = 0,2425$$

$$V_2 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \cos(345,96^\circ) + \frac{1}{2} \sin(345,96^\circ) = 0,7188$$

Setelah robot bergerak sesuai sudut arah pergerakan robot, secara bersamaan robot mengukur posisi secara *real time* sehingga robot akan berhenti ketika posisi target telah tercapai menurut perhitungan yang dilakukan robot.

#### IV. KESIMPULAN

Robot sepak bola mampu mendeteksi keberadaan bola sampai pada jarak sejauh 600 cm. *Positioning* yang dilakukan robot untuk mendapatkan bola 100 % berhasil. Dengan menggunakan metode *odometry* untuk menentukan posisi menendang ke gawang, robot *soccer* dapat mencetak gol dengan presentasi keberhasilan sebesar 90%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Khumaidi *et al*, “Pemetaan Posisi Robot Soccer Menggunakan Gyrodometry,” vol. 19, no. 3, 2021.
- [2] A. Trianes, A. Yulianto, “Implementasi Behavior Based Control dan PID Pada Robot Mobile Autonomous,” . J. T. Elektro, U. I. Batam, and O. Avoidance, 2015
- [3] D. U. Rijalussalam, M. Budiyanto, and A. Mayub. “Trajectory Tracking pada Robot Omni dengan Metode Odometry,” vol. 8, no. 1, 2019.
- [4] H. P. Oliveira, A. J. Sousa, A. P. Moreira, and P. J. Costa, “Dynamical models for omni-directional robots with 3 and 4 wheels,” *ICINCO Proc. 5th Int. Conf. Informatics Control. Autom. Robot.*, vol. 1 RA, no. May, pp. 189–196, 2008, doi: 10.5220/0001489201890196.
- [5] I. K. Wibowo, M. M. Bachtiar, B. S. B. D, and M. Labiyb, “Penentuan Posisi Robot Menggunakan Odometry Omniwheel,” . International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics 2018
- [6] M. Zikri Andrekha1, Yasdinul Huda, “Deteksi Warna Manggis Menggunakan Pengolahan Citra dengan Opencv Python,” *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 9, No. 4, 2021.
- [7] Kadir, Abdul. "Programming Wireless untuk Arduino , Yogyakarta: Penerbit Andi, 2017.
- [8] Ristekdikti. *Buku Panduan Kontes Robot Sepakbola Indonesia Beroda ( KRSBI Beroda )*. 2019.
- [9] Ryan Laksmana Singgeta1, Pinrolinvic D.K. Manembu, “Implementasi Sistem Monitoring Penggunaan Air Minum Pada Multiple Dispenser Berbasis IoT,” *Rang Teknik Journal*, Vol. 4 No.1.2021
- [10] Taufik Rahmadani, Wisnu Dyan Nugroho , Atha’ Dwira Perdana , Aris Triwiyatno. 2018 “Pendeteksian Objek Menggunakan Algoritma HSV Berbasis RASPBERRY PI 3B”. Universitas Diponegoro. Semarang. *Jurnal Transient*. Vol. 7. No. 2, Juni 2018,