

# *Object Tracking Dengan Menggunakan Color Filtering HSV Pada Robot World Cup*

## Object Tracking Using HSV Color Filtering on Robot World Cup

Kharis Sugiarto<sup>1\*</sup>, Andhika Giyantara<sup>2</sup>, Retno Debbi Yulisy<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

kharis.sugiarto@lecturer.itk.ac.id<sup>1\*</sup>, dhika@lecturer.itk.ac.id<sup>2</sup>, retnodebbiy@gmail.com<sup>3</sup>

Submitted: 19 Juli 2022, Revised: 15 November 2022, Accepted: 25 November 2022

**Abstrak** – Robot World Cup (RoboCup) merupakan federasi yang didirikan pada tahun 1993 untuk mendukung para peneliti dalam penelitian robot sepak bola. Tujuan adanya RoboCup yaitu untuk mendesak perkembangan terkini atau memajukan tingkat teknologi masyarakat dalam semua bidang. Pada penelitian ini diambil permasalahan bagaimana RoboCup dapat melakukan object tracking. Dalam mengenali objek di sekitarnya robot memerlukan sebuah proses analisis citra yang melibatkan persepsi visual. Image processing adalah proses pengolahan serta analisis citra yang melibatkan persepsi visual, ciri dari proses gambar yang berupa data masukan serta informasi keluaran dalam bentuk citra. Proses ini merupakan cara robot dapat melihat objek di sekelilingnya dan kemudian dibantu visi komputer untuk mengambil suatu keputusan. Penelitian ini object tracking dengan color filtering HSV pada robot world cup digunakan untuk mengetahui benda yang ada didepan robot dengan kamera depan. Penelitian untuk front vision robot ini menggunakan color filtering HSV dengan menggunakan berbagai nilai uji untuk menentukan nilai thresholding dan didapatkan hasil bahwa bola dapat teridentifikasi hingga jarak 1000 cm dengan dengan pencahayaan minimum 0 lux. Presentase tingkat keberhasilan kamera mendeteksi dengan color filtering HSV mencapai 100%.

**Kata Kunci:** HSV, Image processing, RoboCup.

**Abstract** – Robot World Cup (RoboCup) is a federation founded in 1993 to support researchers in soccer robot research. The purpose of the RoboCup is to push the latest developments or advance the technological level of society in all fields. In this research, the problem is how RoboCup can do object tracking. In recognizing objects around the robot requires an image analysis process that involves visual perception. Image processing is an image processing and analysis process that involves visual perception, the characteristics of the image process in the form of input data and output information in the form of images. This process is a way for robots to see objects around them and then assisted by computer vision to make decisions. In this research object tracking with HSV color filtering on the world cup robot is used to find objects in front of the robot with the front camera. This research for front vision robot uses HSV color filtering using various test values to determine the thresholding value and the results show that the ball can be identified up to a distance of 1000 cm with a minimum illumination of 0 lux. The percentage of the success rate of the camera detecting the HSV color filtering reaches 100%.

**Keywords:** HSV, Image processing, RoboCup.

### 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dalam kehidupan manusia berkembang sangat pesat seiring berjalannya waktu. Salah satu perkembangan tersebut yaitu pada teknologi pengembangan robotika. Dalam mengembangkan robotika negara Indonesia serta negara-negara lain mengadakan kontes robot. Salah satunya yaitu kontes *Robot World Cup (RoboCup)* [1]. Pada 1993 penelitian dari Jepang melakukan program penelitian yang diberi nama *J-League* yang kemudian terus berkembang secara Internasional dan namanya diubah menjadi *Robot World Cup*.

---

**Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)**

Vol.4, No.2, Desember 2022, pp. 143-152

ISSN: 2685-4066

DOI: 10.30812/bite.v4i2.2156

Adapun tujuan diadakan RoboCup yaitu untuk memajukan tingkat teknologi ke semua bidang salah satunya yaitu olahraga sepak bola [2].

Dalam mengenali objek di sekitarnya robot memerlukan sebuah proses analisis citra yang melibatkan persepsi visual dengan visi computer. Visi computer merupakan pengolahan citra yang dihubungkan dengan akuisisi citra, proses, klasifikasi serta pengambilan keputusan yang diikuti oleh identifikasi citra. Dengan visi computer indra penglihatan manusia dapat diduplikasikan ke dalam benda elektroik sehingga elektronika mampu memahami arti dari gambar yang dimasukkan [3].

Visualisasi yang digunakan pada robot pada dasarnya sama yaitu mengenali objek berdasarkan parameter warna, bentuk maupun ukuran. Penelitian deteksi objek pada robot berdasarkan pemodelan warna sudah banyak dilakukan, salah satunya yaitu penelien yang dilakukan dengan deteksi blob, *euclidean color filtering*, *grayscale*. Pada penelitian ini hasil dari pengujian warna pada objek terbukti dapat terdeteksi dan dapat melakukan *tracking* dalam jarak terbaik antara 40 cm - 80 cm dan dengan intensitas terbaik diantara 221 lux hingga 242 lux [4].

Penelitian lain yang membahas mengenai visualisasi robot dengan filter warna juga dilakukan dengan memanfaatkan kamera yang kemudian melakukan pengukuran jarak (s) dengan mengukur banyaknya perubahan pixel untuk memberikan batasan maksimal dan juga minimal pada sistem sehingga dapat mengikuti objek yang telah dideteksi. Hasil penelitian tersebut masih belum maksimal dalam hasil deteksinya [5].

Pada penelitian yang lain juga dengan mengidentifikasi objek dari bentuk dan warna dengan metode HSV untuk robot asisten menyatakan dengan cahaya 120 lux deteksi rata-rata mencapai 86.6% keberhasilan. Dengan jarak 30 cm minimal hasil dari pendeteksian mencapai 87.5%. Hal ini menyatakan perlu perbaikan pendeteksian dan penggunaan kamera yang reselusi lebih tinggi [6]. Pada penelitian lain mengenai robot humanoid bola untuk mendeteksi benda bola dengan maksimal bola 6 cm dan 3 cm menggunakan metode color filtering pada ruang warna HSV menyatakan bahwa jarak maksimal penyaringan hanya dapat dilakukan dari 20 cm sampai dengan 200 cm dengan color filtering membuktikan bahwa pentingnya metode filtering pada deteksi objek yang berwarna berbeda [7].

Dari penelitian-penelitian sebelumnya, RGB serta HSV dapat menangkap objek yang sudah didefinisikan menggunakan program. Akan tetapi pada RGB nilai dapat mudah berubah dan cukup sensitif dengan cahaya, Kemudian dari penelitian- penelitian sebelumnya desain *filtering* HSV maupun RGB akan menghasilkan hasil yang lebih baik jika menggunakan kamera yang lebih baik atau memiliki tangkapan resolusi yang lebih tinggi. Pada penelitian sebelumnya, metode *color filtering* dapat melakukan pemisahan objek-objek berdasar warna dari objek yang akan dideteksi [9].

Pada penelitian ini mengacu kepada beberapa kekurangan yang dihadapi maka dilakukan *tracking object* terhadap objek yang berbeda serta metode yang berbeda. Pada penelitian ini digunakan metode *Hue, Saturation, Value* (HSV) yang merupakan turunan RGB. Dengan mengganti perangkat dan setting filter HSV penelitian ini berguna untuk mengetahui hasil dalam mendeteksi objek serta *tracking* pada Robot *Word Cup*.

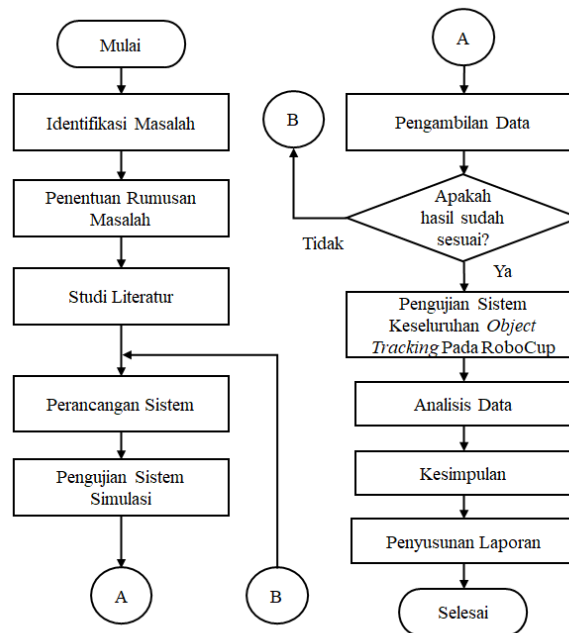
## 2. Metode Penelitian

Dalam metode penelitian dibuat sebuah alur penelitian yang menunjukkan peroses pengerjaan yang sudah dilakukan. Berikut gambar 1 adalah prosedur penelitian yang dilakukan untuk mengetahui langkah kerja sistematis.

### 2.1. Hue Saturation Value (HSV)

*Hue, Saturation, Value* (HSV) adalah salah satu dari pemodelan warna yang merupakan turunan dari model *Red Green Blue*. RGB perlu dikonversi untuk mendapatkan model warna dari HSV. HSV adalah salah satu cara dalam mengartikan warna yang didasarkan oleh roda warna, HSV adalah model warna yang dekat untuk memaparkan sensasi warna oleh mata manusia. Panjang gelombang dari model warna HSV untuk *Hue* yaitu di antara rentang 0 hingga 255. 0

adalah nilai untuk warna merah, dan akan menjadi merah kembali pada nilai 256 (bernilai 0) setelah melalui spektrum. Saturation pada HSV merupakan proses untuk meningkatkan tingkat dari kecerahan warna yang didasari oleh total *hue*. Selanjutnya adalah *value* yang merupakan ukuran dari besarnya kecerahan warna. Nilai *value* semakin besar maka akan semakin terlihat cerah, dan sebaliknya jika semakin rendah maka akan semakin terlihat gelap. Rentang nilai *value* yaitu pada rentang 0% hingga 100% [8]



Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

2.2. Konversi RGB ke HSV

HSV didapatkan dengan mengkonversi nilai dari RGB. H merupakan komponen *Hue*, S adalah *Saturation* dan V adalah *Value*. Kemudian RGB secara berurutan adalah *Red Green Blue*. Berikut adalah persamaan konversi RGB kesalam HSV.

$$H = \begin{cases} 60^\circ \times \left(\frac{G-B}{max-min} \text{ mod } 6\right), & \text{jika } R = \text{max} \\ 60^\circ \times \left(\frac{B-R}{max-min} + 2\right), & \text{jika } G = \text{max} \\ 60^\circ \times \left(\frac{R-G}{max-min} + 4\right), & \text{jika } B = \text{max} \end{cases} \quad (1)$$

$$H = H + 360, \quad \text{jika } H < 0 \quad (2)$$

$$V = \max(r, g, b) \quad (3)$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{jika } \text{max} = \text{min} \\ \frac{\text{max}-\text{min}}{V}, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (4)$$

Tabel 1. Hasil Nilai HSV Pada Gambar

R	G	B	H	S	V
223	117	94	4.95	232.815	151.98
227	187	196	172.875	45.645	226.95
210	59	50	1.675	194	209.865
179	0	3	179.57	255	179

173	108	112	178.118	95.88	172.89
152	40	20	4.515	221.595	151.98
109	89	91	177.31	46.41	108.885
100	33	51	171.84	170.595	99.45
97	0	0	180	255	96.9
95	24	32	176.78	192.78	94.35

Persamaan 1 merupakan persamaan untuk mendapatkan nilai Hue. Kemudian jika nilai Hue kurang dari 0 maka digunakan persamaan 2. Selanjutnya digunakan nilai maksimum dari RGB sebagai nilai *value* dengan persamaan 3. Pada persamaan 4, nilai S bernilai 0 jika nilai maksimum sama dengan minimum, dan untuk nilai lainnya dicari dengan mengurangkan nilai maksimum minimum kemudian dibagi dengan nilai *value* [6]. Selanjutnya untuk dapat melakukan *tracking object* digunakan *thresholding* untuk melakukan *binarisasi* untuk memisahkan objek dengan latar. Diambil 10 warna sample pada bola dengan menggunakan persamaan 1 hingga persamaan 4 didapatkan nilai pada Tabel 1. Pada penelitian ini dibatasi untuk Hue yang digunakan adalah 172-180. Sehingga dari data yang didapat digunakan nilai

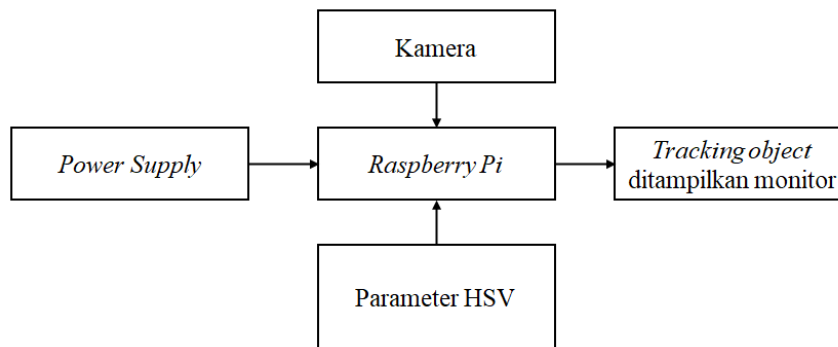
Maksimum: 180, 255, 227

Minimum : 172, 46, 94

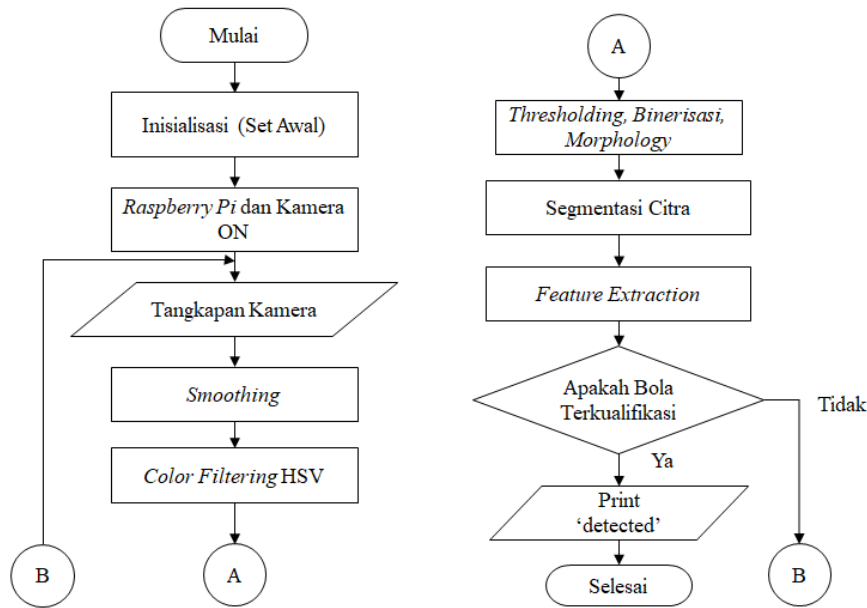
Sebagai *thresholding*.

**2.3. Perancangan Sistem**

Pada sistem dirancang *color filtering* HSV untuk dapat melakukan *tracking* pada bola. Adapun blok diagram sistem *object tracking* menggunakan *color filtering* HSV pada *robot world cup* ditunjukkan pada 1. Pada perancangan dilakukan pengujian, pengujian dilakukan pada setiap bagian *object tracking* yaitu kamera, *Raspberry Pi*, serta hasil *object tracking* dari tangkapan kamera. Dari Blok diagram pada Gambar 2 *power supply* akan memberikan tegangan pada *raspberry pi* yang kemudian akan memanfaatkan kamera sebagai sensor visual. Pada *raspberry pi* akan terjadi proses *color filtering* untuk identifikasi objek, yang kemudian hasil keluaran *tracking object* akan menampilkan bola dalam koordinat (x, y) (px). Berikut pada 3 ditampilkan diagram alir *object tracking* pada RoboCup.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem



Gambar 3. Diagram Alir *Object Tracking*

Pada Gambar , di tunjukan sebuah diagram alir proses kerja sistem yaitu mulai kemudian melakukan inisialisasi set wal dan menghidupkan *controller* serta kamera. Kamera akan menangkap gambar yang kemudian dijadikan sebagai *input*, hasil tangkapan kamera kemudian akan dihaluskan (*smoothing*) untuk mengurangi *noise*. Selanjutnya tangkapan gambar diubah ke warna HSV dan kemudian dilakukan pre-processing yaitu *thresholding, binerisasi dan morphology opening* yang diteruskan ke segmentasi citra serta *feature extraction* dengan membatasi objek pixel warna merah yang terdeteksi paling besar ialah bola. Jika objek terkualifikasi dalam artian memiliki warna merah dan luas area paling besar maka bola terdeteksi dan akan ditampilkan ‘*detected*’ beserta koordinat (x, y) (px). Jika bola belum terdeteksi maka akan kembali melakukan tangkapan kamera.

**3. Hasil dan Pembahasan**

Hasil dari penelitian ini berupa sistem *object tracking* pada kamera depan robot. Pada penelitian ini dilakukan pengujian untuk mendapatkan hasil serta analisis dari sistem yang telah dibuat. Hasil dari *object tracking* akan ditampilkan oleh LCD yang terhubung oleh *controller Raspberry Pi* yang diperlihatkan pada gambar 4.

**3.1. Pengujian**

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan semua fungsi sistem dapat berjalan dengan baik dan mengetahui batasan kemampuan dari sistem yang telah dibuat.

**3.1.1 Pengujian Warna**

Pengujian terhadap warna dilakukan untuk memastikan bahwa hanya warna merah yang dapat terdeteksi. Hasil dari pengujian warna dapat dilihat pada Tabel 2.

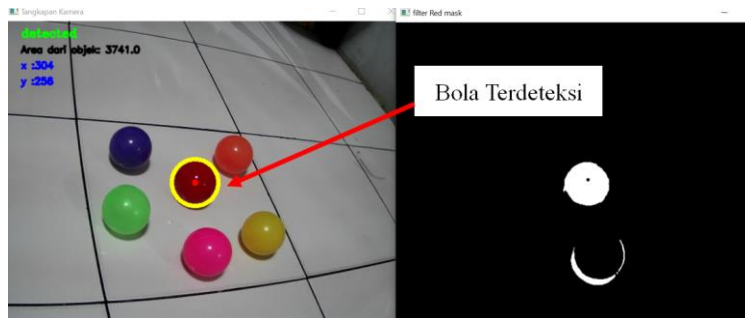
Tabel 2. Pengujian Warna

HSV	Warna					
	Merah	Hijau	Biru	Pink	Orange	Kuning
Min : (172, 46, 94)	√	X	X	X	X	X
Maks: (180, 255, 227)						

Keterangan: √ : Mendeteksi X : Tidak mendeteksi



Gambar 4. Hasil *Object Tracking*



Gambar 5. Pengujian Warna

Pada pengujian warna, warna merah dapat terdeteksi sedangkan untuk warna lain tidak dapat terdeteksi, adapun hasil deteksi terhadap warna dapat dilihat pada Gambar 5.

**3.1.2 Pengujian Pencahayaan**

Pengujian pencahayaan dilakukan untuk mengetahui batas minimum yang bisa diterima oleh sistem. Adapun hasilnya diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Pencahayaan

HSV	Illuminan (lux)							
	1.4	7.5	62.4	140.5	189.8	208.1	316.6	
Min : (172, 46, 94)	√	√	√	√	√	√	√	
Maks: (180, 255, 227)								

Keterangan:

√ : Mendeteksi

X : Tidak mendeteksi

Pada pengujian sistem dapat tetap mendeteksi pada 0 lux.

**3.1.3 Pengujian Jarak**

Pengujian jarak dilakukan untuk mengetahui batas minimum dan maksimum yang dapat dilakukan. Adapun hasil yang didapatkan diperlihatkan pada Tabel 4. Adapun jarak minimum yang dapat dilakukan adalah 100 cm dan maksimum 1000 cm. Untuk mengetahui presentasi keberhasilan dengan formulasi ;

$$Persen\ Keberhasilan(\%) = \frac{Jumlah\ data\ terdeteksi}{Jumlah\ data\ total\ deteksi} \times 100\%$$

$$Persen\ Keberhasilan(\%) = \frac{16}{16} \times 100\%$$

$$Persen\ Keberhasilan(\%) = 100\%$$

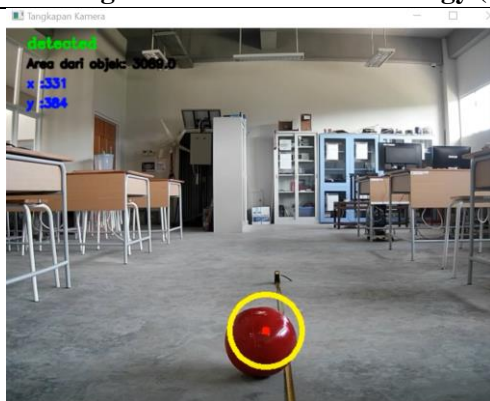
Tabel 4. Pengujian Jarak

Jarak (cm)	Koordinat (px)		Area (px)	r (px)	Keterangan
	x	y			
0	0	0	13402	85.2252	Terdeteksi
30	230	302	9450	65.0944	Terdeteksi
50	250	330	8560	85.3937	Terdeteksi
70	289	360	6450	65.0946	Terdeteksi
100	317	436	5831.5	43.0839	Terdeteksi
160	333	354	2834.5	30.0375	Terdeteksi
220	341	316	1635.0	22.8131	Terdeteksi
280	342	288	703.5	14.9643	Terdeteksi
340	341	277	664.0	14.5381	Terdeteksi
400	346	268	569.5	13.4639	Terdeteksi
460	345	259	423.0	11.6037	Terdeteksi
520	352	249	164.5	7.23616	Terdeteksi
580	351	245	196.0	7.89865	Terdeteksi
640	349	242	185.5	7.68417	Terdeteksi
700	351	241	221.0	8.38728	Terdeteksi
760	351	236	122.5	6.24443	Terdeteksi
820	351	235	126.0	6.33301	Terdeteksi
880	353	233	105.5	5.79497	Terdeteksi
940	351	232	141.5	6.71125	Terdeteksi
1000	358	229	75.5	4.90228	Terdeteksi

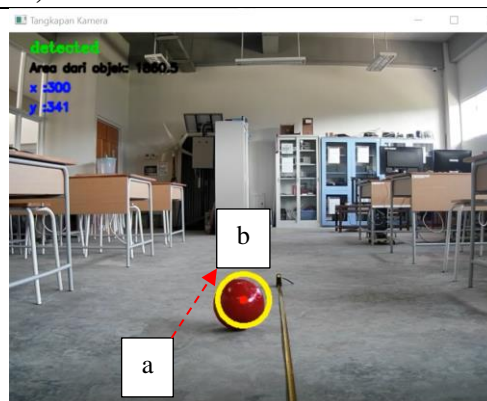
Hasil deteksi objek dengan jarak 100cm sampai dengan 1000cm menunjukkan presentasi keberhasilan 100%. Hal ini membuktikan bahwa dengan HSV objek sudah terbaca dengan baik dan dapat dijadikan acuan sebagai deteksi perbedaan objek bola dengan warna yang berbeda. Adapun jarak 0 sampai 100 cm objek terdeteksi dengan baik. Sedangkan objek dengan lebih dari 1000 cm tidak menjadi sasaran penelitian karena nilai tersebut adalah nilai maksimum batasan.

### 3.1.4 Pengujian *Object Tracking*

Pengujian *object tracking* dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pada *front camera* robot telah dapat melakukan *tracking*. Adapun hasil *tracking* diperlihatkan pada Gambar 7. Bola Setelah Digerakan. Pada pengujian didapatkan hasil bahwa *color filtering* HSV dapat mendeteksi objek bola serta melakukan *tracking* terhadap bola. Sebelum bola digerakan bola berada pada titik a koordinat (331, 384) kemudian setelah digerakan bola berpindah ke titik b koordinat (300, 341) yang ditunjukkan di Gambar .



Gambar 6. Bola Sebelum Digerakan



Gambar 7. Bola Setelah Digerakan

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan menerapkan metode *color filtering* HSV untuk mengidentifikasi objek bola didapatkan hasil bahwa bola dapat teridentifikasi dari jarak 100 cm hingga 1000 cm dengan presentase keberhasilan 100%. Metode *color filtering* HSV dapat melakukan *tracking* terhadap objek dengan minimum cahaya 0 lux. Adapun jarak 0 sampai 100 cm objek terdeteksi dengan baik. Sedangkan objek dengan jarak lebih dari 1000 cm tidak menjadi sasaran penelitian karena nilai tersebut adalah nilai batas maksimum. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya dalam meningkatkan akurasi pada identifikasi objek perlu adanya *shape recognition* untuk menambah keakuratan pembacaan objek yaitu pada koordinat bola secara *realtime*.

#### Referensi

- [1] B.S. Haryanto, H.S. Utama, and D.S. Naga, "Perancangan Robot Dengan Kemampuan Mencari, Mendekati, dan Menggiring Bola Ke Gawang," *TESLA. Jurnal Teknik Elektro. Univ. Tarumanagara*, vol. 20, no. 1, pp. 70-81, 2018. [Online]. Available: <https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/2969/1817>
- [2] G. Hermawan, "Implementasi Algoritma *Particle Swarm Optimization* untuk Penentuan Posisi Strategis Agent Pada Simulasi Robot Sepak Bola Dua Dimensi," *KOMPUTA. Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika. Univ. Komputer Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 63-70, Oktober 2012. [Online]. Available: <https://ojs.unikom.ac.id/index.php/komputa/article/view/62/59>
- [3] D. A. Prabowo, D. Abdullah, and A. Manik, "Deteksi dan Perhitungan Objek Berdasarkan Warna Menggunakan *Color Object Tracking*," *Jurnal Pseudocode. Program Studi Teknik Informatika. Univ. Bengkulu*, vol. 5, no. 2, pp. 85-91, 2018. [Online]. Available: <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/pseudocode/article/view/5857/2948>
- [4] A. H. Nana, M. Ichwan, and I.M.S. Putra, "Segmentasi Citra untuk Deteksi Objek Warna Pada Aplikasi Pengambilan Bentuk Citra *Rectangle*," in *A Dictionary of the Internet*. Institut Teknologi Nasional library, [Online document], 2015. Available: <http://lib.itenas.ac.id/kti/wp-content/uploads/2015/07/Jurnal-I-made-Santika-Putra.pdf> [Accessed: Juli 17, 2022].
- [5] D. Irawan, Misbah, and J.R. Baihaqi, "Design of Human Followers Trolley Robot Based on Object Tracking (Color Detection) Method," *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology (IJERAT)*, vol. 5, no. 3, pp. 15-23, 2019. [Online]. Available: <https://ijerat.com/index.php/ijerat/article/view/31/46>
- [6] Muharom, S., Asnawi, S., & Bachri, A. (2021). Robot Pengikut Target Berdasarkan Bentuk dan Warna Menggunakan Metode HSV Untuk Aplikasi Assistant Robot. *Je-Unisla*, 6(1), 415-423.
- [7] Khamdi, N., Susantok, M., & Leopard, P. (2017). Pendeteksian Objek Bola dengan Metode Color Filtering HSV pada Robot Soccer Humanoid. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 123-128.



- [8] M.R.V. Aditya, N.L. Husni, D.A. Pratama, and Handayani, "Penerapan Sistem Pengolahan Citra Digital Pendeteksi Warna pada Starbot," *Jurnal Teknika*, vol. 14, no. 2, pp. 185-191. [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teknika/article/download/2168/1220>
- [9] Joni, K., Abidin, Z., & Ibadillah, A. F. (2017). Rancang Bangun Robot Penghinder Halangan Berbasis Kamera Menggunakan Deteksi Kontur. *JURNAL INFOTEL*, 9(3), 248-256.
- [10] Risfendra, R., Akbar, A. A., & Firdaus, F. (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] Sardjono, T. A., Kusuma, H., & Sugiarto, K. (2022). Comparative SNR Analysis Between Instrument ADAS1000 and AD620. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, 123-127.
- [12] Zulfardi, N. F., Saputra, D. I., & Ahkam, A. D. A. (2019). Aplikasi Deteksi Benda Menggunakan Metode Image Substraction Sebagai Masukan Koordinat Pada Robot Lengan 3 DOF. In *SEMNASTERA (Seminar Nasional Teknologi dan Riset Terapan)* (Vol. 1, pp. 30-37).
- [13] 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.
- [14] Fathi, Z. M., Fahmi, A., & Sunarya, U. (2016). Robot pengenalan dan pencari objek dengan kamera menggunakan metode transformasi hough. *Prosiding SENIATI*, 406-B.
- [15] Risfendra, R., Akbar, A. A., & Firdaus, F. (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.
- [16] Maulana, M. I., Nishom, M., & Af'idah, D. I. (2022). Pengolahan Citra untuk Identifikasi Pelat Nomor Kendaraan Mobil Menggunakan Metode Haar Cascade dan Optical Character Recognition. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITe)*, 4(1), 1-16.

