

Implementasi Kamera 360 Derajat Untuk Mendeteksi Objek Pada Robot Sepak Bola Beroda

Mohamad Idham Moha, Vecky Canisius Poekoel, Meicsy Eldad Israel Najooan, Reynold Frankie Robot
Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115
E-mail: idhammoha@gmail.com, vecky.poekoel@unsrat.ac.id, meicsynajooan@unsrat.ac.id,
reynold.robot@unsrat.ac.id

Abstract - 360-degree camera is a type of camera that is able to detect an object from any direction or around the entire sphere, contrary to the other type of cameras such as CMUCam which can only detect an object from one direction, depending on the position of the camera. For this reason, the use of 360-degree camera would be more effective in detecting ball direction in a soccer game. The method that can be used to detect soccer ball is RGB to HSV method. In this method, the image that is captured by the camera will be converted to HSV (Hue, Saturation, Value) image which later will be modified to binary image (thresholding), resulting to the easier object identification as the thresholding output is only displayed in black and white colors. After the object is detected, the next step is to find the object's coordinates of X and Y axis in order for the robot to approach the object.

Keywords - Soccer Robot, 360-degree Camera, Object's Coordinate.

Abstrak - Kamera 360 derajat adalah jenis kamera yang dapat mendeteksi objek dari berbagai arah, berbeda dengan kamera lainnya seperti CMUCam yang hanya dapat mendeteksi kamera dari satu arah saja tergantung peletakan kamera. Untuk itu dengan menggunakan kamera 360 derajat pendeteksian bola akan lebih optimal. Metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi bola adalah metode RGB to HSV, dengan metode ini citra yang ditangkap oleh kamera akan di konversi ke citra HSV (Hue, Saturation, Value), selanjutnya citra HSV diubah ke citra biner (tresholding) sehingga identifikasi objek akan lebih mudah karena output dari proses tresholding hanya akan menampilkan warna hitam dan putih. Setelah objek terdeteksi selanjutnya adalah mencari letak koordinat sumbu X dan sumbu Y dari objek agar robot dapat mendekati objek.

Kata Kunci: Robot Sepak Bola, Kamera 360 Derajat , Koordinat Objek.

I. PENDAHULUAN

Teknologi robotika mengalami perkembangan yang sangat pesat, khususnya di Indonesia setiap tahun rutin diadakan Kontes Robot Indonesia (KRI) yang diselenggarakan oleh Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEKDIKTI). Dalam Kontes Robot Indonesia terdapat beberapa divisi, salah satunya adalah divisi Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBI Beroda), pada divisi ini robot harus dirancang menggunakan roda sebagai aktuator penggerak robot untuk berpindah posisi. Dalam ajang ini setiap tim yang berasal dari Perguruan Tinggi yang berbeda-beda diperlombakan, yang dimana 1 tim terdiri dari 3 robot (1 robot penjaga gawang dan 2 robot penyerang), setiap robot pada masing-masing tim harus dapat mendeteksi dan

mengikuti bola secara otomatis tanpa adanya operator yang mengendalikan robot, sehingga robot dapat menggiring, menendang dan merebut bola dari robot lawan seperti permainan futsal pada manusia.

Dalam Kontes Robot Sepak Bola, selain algoritma aspek yang paling berpengaruh untuk memenangkan kontes adalah jenis kamera yang digunakan, semakin canggih kamera yang digunakan maka robot akan semakin mudah mendeteksi keberadaan bola. Jika kamera yang digunakan hanya satu arah, maka hal ini menjadi kekurangan, karena jika bola berada di bagian belakang atau samping kiri dan kanan robot, maka robot harus berputar untuk mendeteksi letak posisi bola. Hal ini akan menambah waktu dalam mencari atau mendeteksi bola. Dari permasalahan tersebut maka penulis mengambil penelitian dengan judul “IMPLEMENTASI KAMERA 360 DERAJAT UNTUK MENDETEKSI OBJEK PADA ROBOT SEPAK BOLA BERODA”.

A. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan Buatan adalah salah satu cabang Ilmu pengetahuan berhubungan dengan pemanfaatan mesin untuk memecahkan persoalan yang rumit dengan cara yang lebih manusiawi. Hal Ini biasanya dilakukan dengan mengikuti/mencontoh karakteristik dan analogi berpikir dari kecerdasan/Inteligensia manusia, dan menerapkannya sebagai algoritma yang dikenal oleh komputer. Dengan suatu pendekatan yang kurang lebih fleksibel dan efisien dapat diambil tergantung dari keperluan, yang mempengaruhi bagaimana wujud dari perilaku kecerdasan buatan. biasanya dihubungkan dengan Ilmu Komputer, akan tetapi juga terkait erat dengan bidang lain seperti Matematika, Psikologi, Pengamatan, Biologi, Filosofi, dan yang lainnya. Kemampuan untuk mengkombinasikan pengetahuan dari semua bidang ini pada akhirnya akan bermanfaat bagi kemajuan dalam upaya menciptakan suatu kecerdasan buatan. Pengertian lain dari kecerdasan buatan adalah bagian ilmu komputer yang membuat agar mesin komputer dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan manusia. Pada awal diciptakannya, komputer hanya difungsikan sebagai alat hitung saja. Namun seiring dengan perkembangan jaman, maka peran komputer semakin mendominasi kehidupan manusia. Komputer tidak lagi hanya digunakan sebagai alat hitung, lebih dari itu, komputer diharapkan untuk dapat diberdayakan untuk mengerjakan segala sesuatu yang bisa dikerjakan oleh manusia [1].

B. Robot

Istilah robot berasal dari bahasa Ceko-Slowakia. Kata robot berasal dari kosakata “Robota” yang berarti “kerja cepat”. Istilah ini muncul pada tahun 1920 oleh seorang pengarang sandi-wara bernama Karel Capek. Karyanya pada saat itu berjudul “*Rossum’s Universal Robot*” yang artinya Robot Dunia milik Rossum. Kata Robotika juga berasal dari novel fiksi sains “*Runaround*” yang ditulis oleh Isaac Asimov pada tahun 1942. Sedangkan pengertian robot secara tepat adalah sistem atau alat yang dapat berperilaku atau meniru perilaku manusia dengan tujuan untuk menggantikan dan mempermudah kerja/aktivitas manusia [2].

C. Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang digunakan untuk menulis program dan memasukkan program ke dalam *board controller* Arduino. Lingkungan pengembangannya *open-source Arduino IDE* memudahkan untuk menulis kode dan meng-upload ke board Arduino. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan Pengolahan, avr-gcc, dan perangkat lunak sumber terbuka lainnya. *Software* Arduino *IDE* terdiri dari 3 bagian. Bagian pertama yaitu *Text editor* program berfungsi untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing* dan daftar program pada *Arduino IDE* disebut *sketch*. Bagian kedua yaitu *Compiler*, modul ini berfungsi untuk mengubah bahasa *processing* yaitu kode program ke dalam satuan kode biner karena kode biner adalah bahasa program yang dapat dipahami oleh mikrokontroler. Bagian ketiga *Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode biner ke dalam memori mikrokontroler Arduino [3].

D. Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah *board microcontroller* berbasis pada ATmega2560. *Board* ini memiliki 54 pin I/O (dimana 14 pin dapat digunakan sebagai output *PWM*), terdapat 16 pin *analog*, 4 *UART* (port serial perangkat keras), osilator kristal 16MHz, koneksi *USB*, jack daya, header *ICSP* dan tombol *reset*. Cukup hubungkan ke computer dengan kabel *USB* atau nyalakan dengan adaptor *DC* atau baterai untuk memulai menggunakannya. *Board* *Arduino Mega 2560* ini memiliki banyak keunggulan dari segi banyaknya pin I/O dan pin *Analog*, serta juga memiliki jumlah pin TX RX yang cukup banyak dan tambahan 2 pin *SDA SCL* yang melebihi dari *Arduino* tipe yang lainnya [4].

E. Motor DC

Motor Listrik DC atau *DC Motor* adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat Elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Vibrator Ponsel, Kipas DC dan Bor Listrik DC [5].

F. Pengolahan Citra

Image processing (pengolahan citra) merupakan peningkatan mutu citra yang bertujuan untuk memperbaiki mutu citra untuk memperoleh keindahan gambar, untuk kepentingan analisa citra, dan untuk mengoreksi citra dari segala gangguan yang terjadi sewaktu perekaman data. Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer).

Citra dalam perwujudannya dapat bermacam-macam, mulai dari gambar hitam putih dalam sebuah foto (yang tidak bergerak) sampai pada gambar berwarna yang bergerak. Proses transformasi dari bentuk tiga dimensi ke bentuk dua dimensi untuk menghasilkan citra akan dipengaruhi oleh bermacam-macam faktor yang mengakibatkan penampilan citra suatu benda tidak sama persis seperti bentuk fisik nyatanya [6].

G. Citra RGB

Ruang warna RGB merupakan ruang warna default untuk menyimpan dan merepresentasikan gambar digital. Kita bisa mendapatkan ruang warna lain dari transformasi RGB *linear* atau *non-linear* Ruang warna RGB adalah ruang warna yang digunakan oleh komputer, kartu grafis dan monitor. Gambar 1 menunjukkan tiga komponen warna RGB (*Red, Green and Blue*). Warna RGB merupakan warna primer atau warna dasar dari semua warna dimana warna lain diperoleh dengan mencampur ketiga warna primer tersebut [7].

H. Model HSV

Dasar model warna RGB (*Red Green Blue*) tidak hanya mewakili warna tetapi juga intensitas cahaya. Pencahayaan yang berbeda beda pada warna kulit orang karena pencahayaan yang ada disekitarnya. Oleh karena itu perwakilan langsung dari warna kulit manusia dengan komponen RGB sangat efisien. Namun, model warna HSV transformasi *nonlinear* dari ruang lingkup warna RGB berorientasi pada pengguna dan didasarkan pada pengertian tint, shade dan thone. Ini memiliki nilai nilai independent untuk Hue, Saturation, dan Value, masing-masing sesuai untuk panjang gelombang, eksitasi, dan kecerahan [8].

I. Citra Biner

Citra biner adalah citra yang memiliki dua nilai tingkat keabuan yaitu hitam dan putih. Secara umum proses binersisasi citra gray scale untuk menghasilkan citra biner adalah sebagai berikut.

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{if } f(x,y) < T \end{cases} \quad (1)$$

Dengan $g(x,y)$ adalah citra biner dari citra *gray scale* $f(x,y)$ dan T menyatakan nilai ambang. Nilai T dapat ditentukan dengan salah satu dari 3 cara berikut.

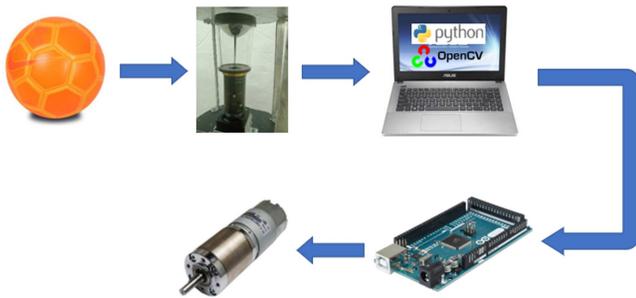
1) Nilai Ambang Global (*Global Threshold*)

$$T = T\{f(x,y)\}$$

dengan T tergantung pada nilai gray level dari pixel pada posisi x,y .

2) Nilai Ambang Lokal (*Local Threshold*)

$$T = T\{A(x,y), f(x,y)\}$$



Gambar 1. Rancangan Sistem Keseluruhan

TABEL I. ALAT DAN BAHAN

No	Alat dan Bahan	Nama	Jumlah
1.	Perangkat Keras (Hardware)	- Robot Sepakbola	1
		- Beroda	1
		- Laptop	
		- Kamera 360 Derajat	1
2.	Perangkat Lunak (Software)	- Sistem Operasi Linux Deepin 64bit	1
		- Software Arduino IDE	1
		- Software Python IDLE	1
		- Library OpenCV	

dengan T tergantung pada properti pixel tetangga. A(x,y) menyatakan nilai pixel tetangga.

3) Nilai Ambang dinamis (Dynamic Threshold)

$$T = T\{x,y, A(x,y), f(x,y)\}$$

dengan T tergantung pada koordinat-koordinat pixel [9].

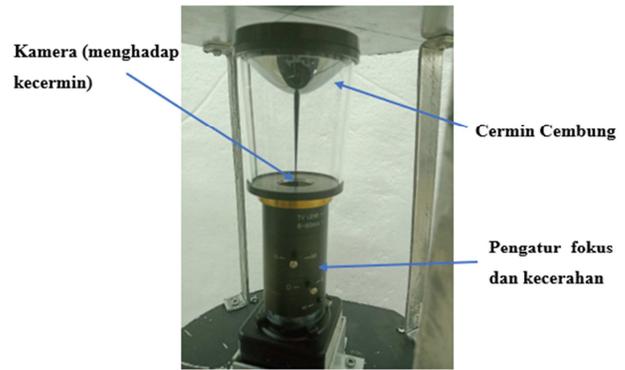
J. OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library), adalah sebuah library open source yang dikembangkan oleh intel yang fokus untuk menyederhanakan programing terkait citra digital. Di dalam OpenCV sudah mempunyai banyak fitur, antara lain : pengenalan wajah, pelacakan wajah, deteksi wajah, Kalman filtering, dan berbagai jenis metode AI (Artificial Intelligence). Dan menyediakan berbagai algoritma sederhana terkait Computer Vision untuk low level API [10].

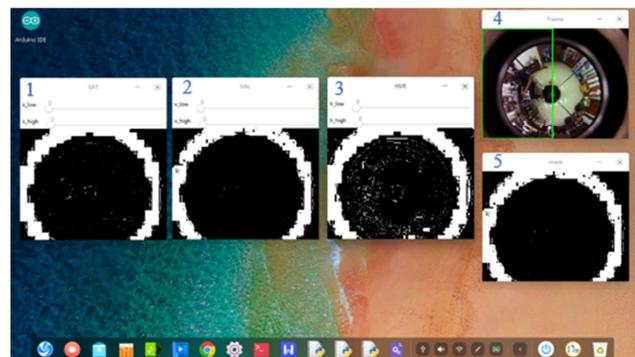
II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan dalam lingkungan kampus Program Studi Teknik Informatika Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado. Waktu penelitian dimulai dari bulan Januari 2019 sampai dengan bulan Mei 2019.



Gambar 2. Kamera 360 Derajat



Gambar 3. Tampilan Sistem Kalibrasi Warna

B. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini, keseluruhan alat dan bahan dapat dilihat pada tabel I.

C. Perancangan Sistem Keseluruhan

Penelitian ini berfokus pada pendeteksian objek menggunakan kamera 360 derajat, dan pergerakan atau navigasi robot agar dapat bergerak mendekati objek bola yang terdeteksi. Rancangan dari sistem penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

D. Perancangan Sistem Kamera 360 Derajat

Sistem kamera 360 derajat yang digunakan terdiri dari kamera dan lensa yang menghadap ke atas, dan cermin yang menghadap ke bawah agar kamera dapat menangkap pantulan gambar pada cermin. Untuk tampilan sistem kamera 360 derajat dapat dilihat pada Gambar 2.

E. Sistem kalibrasi warna bola

Sistem digunakan agar robot dapat mengikuti objek sesuai dengan warna bola yaitu orange. Proses pengkalibrasian menggunakan trackbar agar mempermudah dalam mengatur nilai HSV dari warna objek. Untuk tampilan sistem kalibrasi warna dapat dilihat pada gambar 3.

Jika nilai HSV untuk warna bola telah dikalibrasi dengan baik, maka objek yang terdeteksi di tandai dengan kotak berwarna hijau.



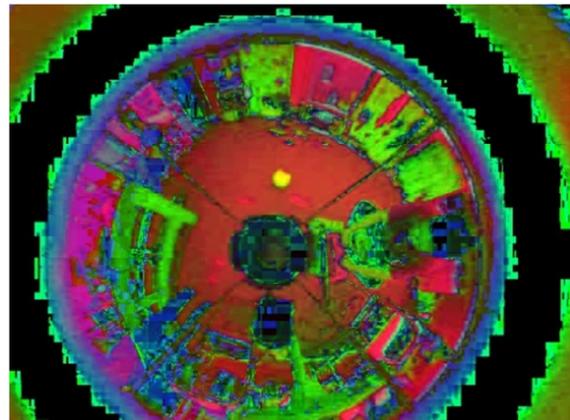
Gambar 4. Diagram Alir Sistem Pendeteksian Bola.

Dari objek yang terdeteksi tersebut, selanjutnya akan ada pengolahan hasil pendeteksian untuk mendapatkan koordianat posisi objek yang selanjutnya akan dikirim ke arduino. Untuk proses pendeteksian dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada diagram alir sistem pendeteksian bola di atas, dapat dilihat bahwa tahap pertama yang dilakukan adalah mengambil gambar atau citra, kemudian citra yang diambil dikonversi dari RGB ke HSV, setelah itu diproses menjadi citra biner (*thresholding*), setelah proses *thresholding* warna bola yang telah di kalibrasi pada sistem sebelumnya, akan menjadi warna putih dan warna lain yang ada di sekitar bola akan menjadi warna hitam. Jika bola sudah terdeteksi, proses selanjutnya adalah mendapatkan koordinat objek kemudian data koordinat dikirim ke mikrokontroler Arduino.



Gambar 5. Citra RGB



Gambar 6. Citra HSV

F. Tahapan Pemrosesan Citra

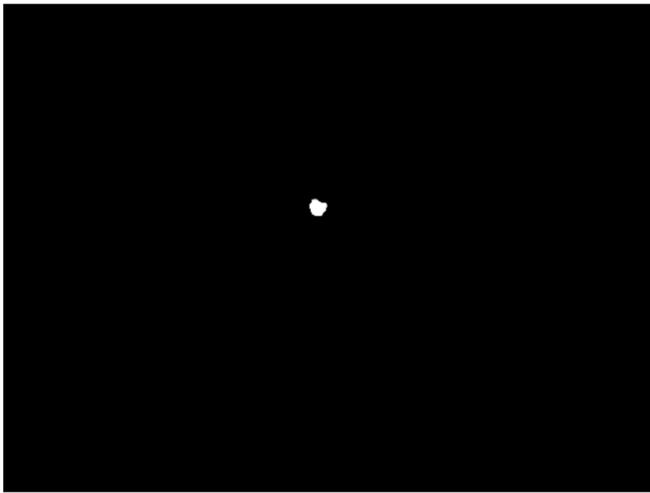
Pemrosesan citra yang akan dilakukan untuk pendeteksian objek terdiri dari tiga tahapan, tahapan pertama Kamera menangkap citra asli atau citra RGB, kemudian pada tahapan kedua citra RGB di konversi ke citra HSV, selanjutnya pada tahapan terakhir citra HSV dikonversi menjadi citra biner atau citra hitam putih, proses ini disebut proses *thresholding* citra.

Untuk tampilan dari tahapan pemrosesan citra dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5 di atas merupakan tampilan citra asli, atau citra yang belum melalui proses pengolahan citra, sehingga warna dari citra yang ditampilkan masih merupakan warna sesungguhnya.

Selanjutnya adalah tahapan kedua, yaitu proses konversi citra RGB ke citra HSV, proses ini bertujuan agar objek dapat dideteksi oleh kamera menggunakan nilai *up* dan *low* dari *hue*, *saturation*, dan *value* yang telah dikalibrasi sebelumnya untuk mendeteksi warna orange. untuk hasil konversi RGB ke HSV dapat dilihat pada Gambar 6.

Selanjutnya tahapan terakhir dimana citra HSV akan dikonversi atau diubah menjadi citra biner. Pada tahapan terakhir ini warna orange akan menjadi putih atau bernilai 1 dan warna lainnya akan menjadi hitam atau bernilai 0, sehingga objek akan lebih mudah diidentifikasi jika berada pada jangkauan kamera. Hasil *thresholding* dari citra HSV dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Citra Biner



Gambar 10. Desain Robot Tampak Samping



Gambar 8. Desain Robot Tampak Depan



Gambar 9. Desain Robot Tampak Samping



Gambar 11. Diagram Alir Sistem Pendeteksian

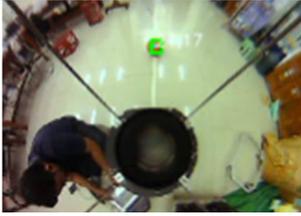
G. Desain Robot

Implementasi kamera 360 derajat ini menggunakan robot sepak bola dengan menggunakan 4 aktuator penggerak utama. Untuk desainnya dapat dilihat pada Gambar 8, 9 dan 10.

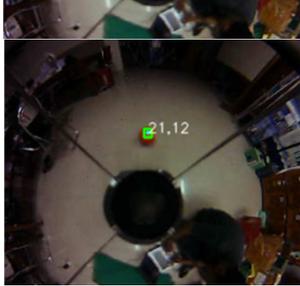
1) Perancangan Sistem Navigasi Robot

Perancangan sistem ini bertujuan untuk menentukan tindakan robot setelah mendapatkan nilai koordinat dari objek. Pada gambar 11 dapat dilihat bahwa robot akan bergerak mendekati objek/ bola ketika objek terdeteksi, dan jika bola tidak terdeteksi maka robot tidak akan bergerak atau diam.

TABEL II. PENGUJIAN JARAK PENDETEKSIAN BOLA

No	Jarak	Pendeteksian Objek	Keterangan
1	1 Meter		Objek Terdeteksi
2	2 Meter		Objek Terdeteksi
3	3 Meter		Objek Terdeteksi
4	4 Meter		Objek Terdeteksi
5	5 Meter		Objek Tidak Terdeteksi

TABEL III. PENGUJIAN PENGARUH KONDISI CAHAYA

No	Lux	Pendeteksian Objek	Keterangan
1	210		Objek Terdeteksi
2	190		Objek Terdeteksi
3	170		Objek Terdeteksi
4	150		Objek Terdeteksi
5	130		Objek Terdeteksi
6	100		Objek Terdeteksi
7	200		Objek Tidak Terdeteksi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Jarak Pendeteksian Bola

Pengujian ini dilakukan untuk menguji seberapa jauh jangkauan kamera dalam mendeteksi warna objek yang telah di kalibrasi. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan panjang 1 meter hingga 5 meter. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel III.

B. Pengujian Pengaruh Kondisi Cahaya

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh

kondisi cahaya terhadap proses pendeteksian bola. Pengujian ini di lakukan di dalam ruangan dengan menggunakan sumber cahaya dari lampu yang ada didalam ruangan, dan untuk intensitas cahayanya diukur menggunakan lux meter.

TABEL IV. SUMBU X

No	PWM	Waktu	Keterangan
1	30	0 detik	Robot diam saat mendapatkan nilai tengah objek
2	40	0 detik	Robot diam saat mendapatkan nilai tengah objek
3	50	1 detik	Robot diam saat mendapatkan nilai tengah objek
4	60	2 detik	Robot diam saat mendapatkan nilai tengah objek
5	70	2,3 detik	Robot diam saat mendapatkan nilai tengah objek
6	80	-	Robot tidak diam
7	90	-	Robot tidak diam
8	100	-	Robot tidak diam

TABEL IV. SUMBU Y

No	PWM	Waktu	Keterangan
1	50	3,6 detik	Robot diam setelah mendekati objek
2	75	2,38 detik	Robot diam setelah mendekati objek
3	100	2,08 detik	Robot diam setelah mendekati objek
4	125	2,07 detik	Robot diam setelah mendekati objek
5	150	2,6 detik	Robot diam setelah mendekati objek
6	175	2,2 detik	Robot mendorong bola kemudian diam setelah mendekati objek
7	200	2,26 detik	Robot mendorong bola kemudian diam setelah mendekati objek
8	225	-	Robot tidak dapat mendekati objek dengan baik

C. Pengujian Pengaruh Kecepatan Terhadap Kestabilan Robot

1) Sumbu X

Sumbu X merupakan sumbu yang digunakan untuk menentukan apakah robot akan bergerak maju mendekati objek atau tidak. Dalam pengujian ini robot hanya di program diam ketika mendapatkan nilai tengah dari sumbu X. Saat pengujian ini dilakukan, robot di hadapkan membelakangi bola, kemudian robot diuji dengan PWM yang berbeda-beda Hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel IV.

2) Sumbu Y

Pengujian ini dilakukan untuk dapat mengetahui PWM atau kecepatan motor yang paling efisien untuk digunakan pada saat robot bergerak maju mendekati objek. Dalam pengujian ini bola diletakan dengan jarak 2 meter dari robot dan diuji dengan kecepatan yang berbeda-beda. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel V.

mengeteksi objek adalah kisaran 210 sampai 100. Kecepatan motor berpengaruh terhadap akurasi navigasi robot saat bergerak mendekati objek.

B. Saran

Dari hasil penelitian di atas, sistem ini masih memiliki banyak kekurangan, untuk itu ada beberapa saran yang dapat dikemukakan oleh penulis sebagai berikut. Kalibrasi nilai HSV harus dilakukan di setiap perubahan cahaya, untuk pendeteksian bola yang optimal. Penambahan metode khusus seperti PID (Propotional Integral Derivative controller) akan sangat membatu meningkatkan akurasi dan kestabilan robot saat mendekati bola. Penggunaan mini komputer ataupun laptop dengan spesifikasi yang lebih tinggi dapat meningkatkan kecepatan dalam pengolahan citra objek. Disarankan menggunakan mini komputer Jetson TX2 Module karena modul ini menggunakan GPU 256-core NVIDIA Pascal, sehingga proses image processing akan lebih cepat dan optimal.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Dengan sistem pendeteksian kamera 360 derajat robot dapat mendeteksi posisi bola dari semua arah, selama masih dalam jangkauan kamera. Robot dapat mendekati objek setelah mendapatkan nilai koordinat dari sumbu X dan Y. Proses kalibrasi nilai HSV (Hue, Saturation, dan Value) harus dilakukan secara teliti, jika nilai hasil kalibrasi tidak tepat maka akan terdapat gangguan dari objek lain yang memiliki kemiripan warna dengan bola. Intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap pendeteksian objek, jika terlalu terang atau terlalu gelap intensitasnya maka objek tidak akan terdeteksi. Nilai lux (intensitas cahaya) yang paling baik untuk

V. KUTIPAN

[1] H. Sunardi, *KECERDASAN BUATAN*. Palembang: Universitas Indo Global Mandiri, 2016.
 [2] R. Supriyanto, Hustinawati, R. W. Nugraini, A. B. Kurniawan, Y. Permadi, and A. Sa'ad, *Robotika*. Depok: Universitas Gunadarma, 2010.
 [3] Bravera Maha Danta, Steven R. Sentinuwo, and M. Dwisnanto Putro, "Implementasi Teknologi RFID Untuk Identifikasi dan Autentikasi Pada Gerbang Masuk di Universitas Sam Ratulangi," *J. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 1, 2016.
 [4] H. Muhamad, "Sistem Monitoring Infus Menggunakan Arduino Mega 2560," Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2017.
 [5] D. Kho, "Pengertian Motor DC dan Prinsip Kerjanya," *Teknik*

- Elektronika*, 2018. [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>. [Accessed: 22-May-2019].
- [6] D. Electronics, *Image Processing Ball Follower Berbasis Arduino UNO dan Raspberry Pi 3*. Malang: Depoinovasi Electronics, 2017.
- [7] F. Triatmojo and B. Sugandi, "Robot Pengikut Posisi dengan Menggunakan Filter Warna HSV," *J. Integr.*, vol. Vol. 10 No, p. 2, 2018.
- [8] J. S. Wibowo, "Deteksi dan Klasifikasi Citra Berdasarkan Warna Kulit Menggunakan HSV," *J. Teknol. Inf.*, vol. Volume 16, p. 1, 2011.
- [9] D. Putra, "BINERISASI CITRA TANGAN DENGAN METODE OTSU," *J. Teknol. Elektro*, vol. Vol.3 No.2, p. 1, 2004.
- [10] H. A. Sidharta, "INTRODUCTION TO OPEN CV," *Institute of Creative Technology*, 2017. [Online]. Available: <http://binus.ac.id/malang/2017/10/introduction-to-open-cv/>. [Accessed: 20-Nov-2018].

TENTANG PENULIS



Mohamad Idham Moha, anak kedua dari empat bersaudara. Anak dari Mus Moha (ayah) dan Conny Katili (ibu). Lahir di Manado, pada tanggal 17 April 1997. Sekarang beralamat di Kecamatan Tilamuta, Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo. Penulis memiliki tiga saudara kandung yang bernama Muhammad Ichsan Moha (kakak), Ikhlahsul Amal Moha (adik) dan Izzul Islam Moha (adik). Penulis menempuh pendidikan pertama di TK Cendrawasih Tilamuta tahun 2002-2003, kemudian melanjutkan ke SD

Negeri 1 Tilamuta pada tahun 2003-2009, setelah itu melanjutkan sekolah di MTS Negeri 1 Tilamuta pada tahun 2009-2012, kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Tilamuta pada tahun 2012-2015.

Tahun 2015 penulis melanjutkan studi S1 di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sam Ratulangi Manado. Selama perkuliahan penulis tergabung dalam organisasi Himpinan Mahasiswa Elektro dan juga Komunitas Tim Robot Elektro Unsrat dan mengikuti kompetisi robotika yang diadakan oleh RISTEKDIKTI serta ikut aktif dalam menyelenggarakan kontes robot antar SMA/SMK se Sulawesi Utara pada tahun 2016, 2017, dan 2018.