Sistem Pembacaan Bola Menggunakan Omnidirectional Camera untuk Pergerakan Robot Sepak Bola Beroda

Agus Darmawan
Jurusan Teknik Informatika
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Indonesia
14523122@students.uii.ac.id

***Abstract*— Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang sudah beralih menggunakan robot sebagai salah satu mesin yang membatu dalam mengerjakan berbagai macam kegiatan. Selain itu Indonesia juga merupakan salah satu negara yang ikut serta dalam perlombaan robot tingkat internasional untuk bertanding melawan robot-robot dari negara lain.**

Tantangan yang perlu diperhatikan, diantaranya robot harus mampu mendeteksi bola, robot mampu melacak posisi bola, robot mampu mengenali garis-garis pada lapangan untuk dapat melakukan lokalisasi posisi terhadap lapangan, robot mampu melakukan lokalisasi target terhadap lapangan, dan robot mampu melakukan identifikasi penghalang.

Hasil dari pengujian yang dilakukan memperlihatkan bahwa robot mampu dengan tepat mendeksi objek bola dan mendekati objek bola yang ada di dalam lapangan hijau dengan deteksi objek bola rata-rata berjarak 240 cm.

Keywords—citra; color-filtering; robot; bola; pergerakan

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang sudah beralih menggunakan robot sebagai salah satu mesin yang membatu dalam mengerjakan berbagai macam kegiatan. Selain itu Indonesia juga merupakan salah satu negara yang ikut serta dalam perlombaan robot tingkat internasional untuk bertanding melawan robot-robot dari negara lain. Di Indonesia sendiri, setiap tahunnya rutin mengadakan Kontes Robot Indonesia untuk mencari kandidat-kadidat yang akan mewakili Indonesia dalam perlombaan tingkat internasional. Perlombaan ini merupakan perlombaan yang diakan oleh kementerian Riset, Teknologi dan pendidikan Tinggi Republik Indonesia (Ristekdikti) yang diikuti oleh beberapa perguruan-perguruan tinggi di Indonesia.

Salah satu perlombaan robot yang di adakan oleh (Ristekdikti) adalah Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBIB), Pada perlombaan KRSBIB ini ada beberapa tantangan yang perlu diperhatikan, diantaranya robot harus mampu mendeteksi bola, robot mampu melacak posisi bola, robot mampu mengenali garis-garis pada lapangan untuk dapat melakukan lokalisasi posisi terhadap lapangan, robot mampu melakukan lokalisasi target terhadap lapangan, dan robot mampu melakukan identifikasi penghalang.

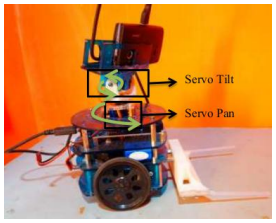
Maka dari itu, pada penelitian yang dilakukan peneliti kali ini berfokus pada pendeteksian dan pelacakan bola, yaitu melakukan pengolahan citra untuk medeteksi dan melacak bola sebagai parameter pergerakan robot sepak bola beroda berdasrkan hasil penangkapan citra omnidirectional camera, peneliti diharuskan mampu mendeteksi objek bola yang ada disekitar robot dan juga mampu bergerak kearah letak atau posisi objek bola berada berdasarkan hasil citra tersebut.

II. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

A. Robot Sepak Bola Beroda

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh suryawan ini menggunakan sebuah smartphone berbasis android sebagai mesin komputasinya, versi android yang digunakan sendiri merupakan versi sistem operasi 1.6 Donut, dengan total penyimpanan internal sebesar 128MB. Selain itu chipset yang digunakan merupakan chipset Qualcomm MSM7227 600MHz ARM 11 dengan GPU Adreno 200, sedangkan untuk penangkan citra dilakukan dengan pengambilan citra secara landscape dan menghadap langsung ke arah bola atau kearah depan robot dan menghasilkan citra yang hanya menampilkan kondisi didepan robot [1].

penelitian ini memiliki fokus utama yang hampir mirip dengan penelitian saat ini, yaitu berfokus pada robot sepak bola beroda. Pada penelitian yang dilakukannya ini, pengolahan citra dan proses-proses untuk mendapatkan koordinat dari objek menggunakan smartphone android sebagai pusat komputasi, untuk teknik pengambilan citranya sendiri digunakan teknik landscape yang langsung dihadapkan kearah depan robot, yang menghasilkan citra satu arah tanpa menampilkan kondisi yang ada diarah yang berlawanan seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. Untuk deteksi objek yang digunakan ialah deteksi objek berdasarkan warna, dan memanfaatkan operasi erosi dan dilasi agar deteksi objek berfokus pada warna objek yang dideteksi.



Gambar 1 Robot sepak bola penelitian Suryawan [1]

B. Pengenalan Objek Menggunakan OpenCV

Untuk dapat mendeteksi objek bola pada robot sepak bola beroda digunakan beberapa teknik, dintaranya teknik Gaussian blur untuk mendapatkan citra dengan distribusi warna yang rata dengan tujuan memperbaiki struktur gambar pada skala tertentu, teknik canny edge untuk mendeteksi atau mengambil garis tepian objek, teknik Hough circle transform untuk menganalisis objek dengan bentuk tertentu pada citra, dan teknik convex hull [2].

Pada penelitian yang yang kedua menggunakan teknik Harris corner detection untuk melakukan pengenalan terhadap objek berdasarkan sudut yang dihasilkan dari citra tiap objek. Selanjutnya teknik Gaussian Blur, thresholding dan Canny edge detector [3].

Penelitian yang ke-tiga menggunakan teknik Segmentasi atau teknik yang melakukan pemisahan atau membedakan antara objek yang akan di deteksi dengan latar belakang dari objek pada citra, teknik Thresholding untuk mengubah dari citra sebelumnya (dari citra asli ke citra keabuan) menjadi citra dengan nilai 1 dan 0 atau citra biner, dan teknik Deteksi Blob untuk mendeteksi objek berdasarkan perbedaan warna pada piksel-piksel yang muncul [4].

C. Invers Kinematik untuk Pergerakan Robot

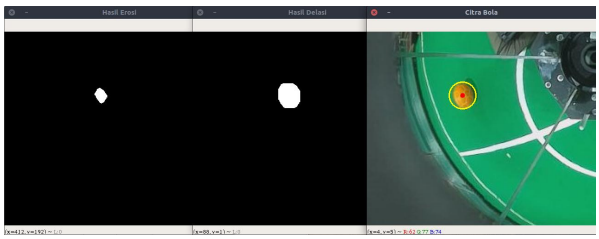
Implementasi invers kinematik pada robot beroda digunakan untuk perpidahan robot, penelitian sebelumnya menggunakan 4 motor dan juga sama-sama menggunakan roda mekanum yang mampu bergerak ke segala arah, hasil yang didapatkan menggunakan invers kinematik memiliki tingkat 40 – 100 % untuk mendekati bola yang ada didepan robot, namun keberhasilan yang didapatkan 0 – 20 % untuk mendekati bola yang ada di belakang robot [5].

Sedangkan penelitian yang ke-dua untuk invers kinematik pergerakan roda mekanum dari beberapa sudut pengujian menghasilkan rata-rata kesalahan kecepatan putaran sebesar 3,16 rpm dari masing-masing motor., dengan motor 1 sebesar 3,38 rpm, motor 2 sebesar 3,6 rpm, motor 3 sebesar 4,25 rpm dan motor 4 sebesar 3,18 rpm [6].

III. METODOLOGI

A. Analisis Masalah

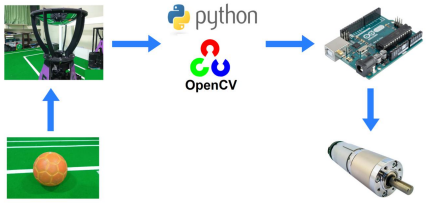
Pada latar belakang dari penilitian ini sudah dipaparkan beberapa tantangan yang ada pada perlombaan KRSBIB, dimana robot harus mampu mengejar bola sesuai dengan posisi bola berada. Robot yang digunakan pada penelitian ini menggunakan teknik *onmidirectional camera* untuk pengambilan citra, yaitu teknik yang mampu menampilkan atau menghasilkan citra dengan kelebihan jangkauan pandang dari berbagai arah, baik itu arah depan, arah belakang, samping kanan, maupun samping kiri. Dari hasil citra yang menggunakan teknik ominidirectional camera ini didapatkan citra yang memiliki sifat cekung untuk sudut pandangnya, dimana hal ini akan mempengaruhi bentuk maupun bidang dari objek yang terdeteksi, salah satu contoh pendeteksian bola dengan memanfaatkan teknik omnidirectional camera menghasilkan bola berubah bentuk menjadi lonjong (oval), hasil penangkapan objek bola dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Hasil citra menggunakan *omnidirectional camera*

B. Perancangan Sistem

Dari permasalahan hasil citra diatas, Indikasi yang dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi objek selain dari bentuk bola yaitu warna dari bola, melihat bahwa warna bola dengan warna lapangan hijau sangatlah kontras. Selain itu perancangan sistem akan menggunakan microcontroller arduino sebagai pengendali motor dan menghubungkan nilai dari hasil pengolahan citra ke motor.



Gambar 3 Rancangan sistem penelitian

C. Metode Pengujian

Pengujian sistem dilakukan dengan tujuan untuk membuktikan bahwa sistem yang telah di implementasikan berjalan dengan baik dan sebagai mana mestinya, untuk melakukan pengujian terhadap sistem ini akan menjalankan program dari sistem yang sebelumnya telah dilakukan kalibrasi terhadap warna dari objek yang menjadi target pengolahan citra, kemudian akan dilakukan proses pengolahan terhadap citra hasil tagkapan omnidirectional camera.

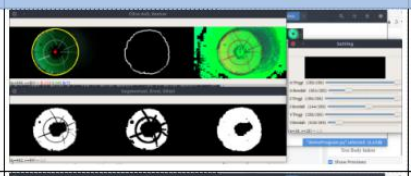
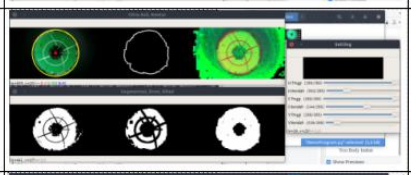
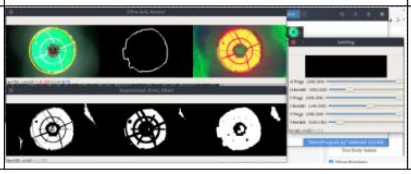
Dari hasil pengolahan citra inilah yang akan di uji untuk membuktikan dan dilihat bahwa sistem pengolahan citra mampu beradaptasi terhadap karakteristik lingkungan yang memiliki tingkat pencahayaan yang berbeda. Selain itu, proses pengujian juga akan dilakukan terhadap pengolahan citra yang menghasilkan koordinat posisi objek untuk membuktikan bahwa robot berhasil bergerak kearah objek bola berada.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil sistem pembacaan bola dan pengujian sistem yang dilakukan peneliti.

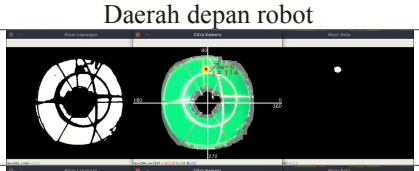
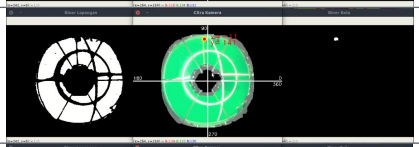
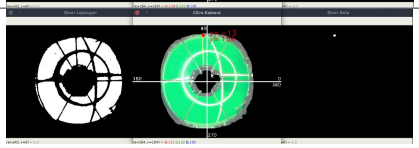
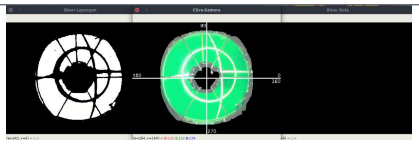
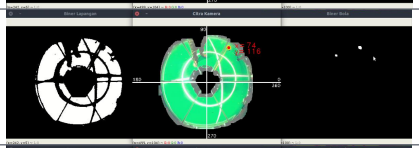
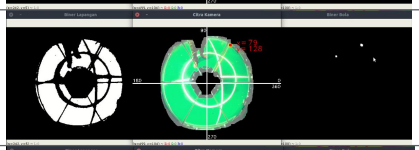
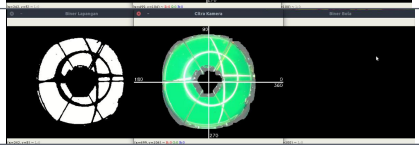
A. Hasil dan pengujian sistem

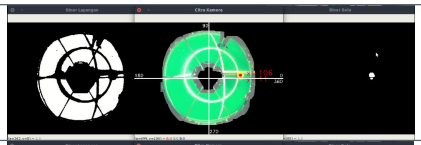
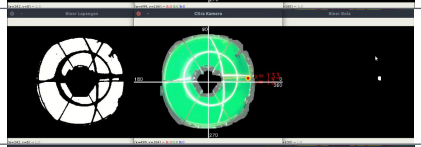
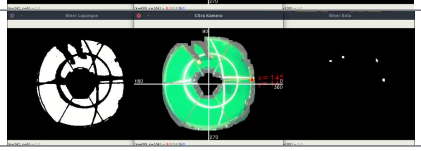
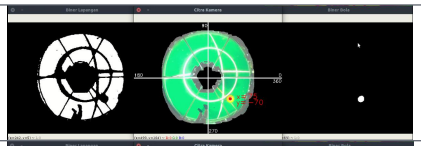
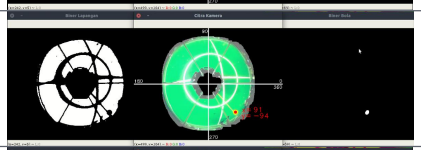
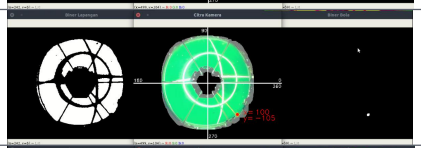
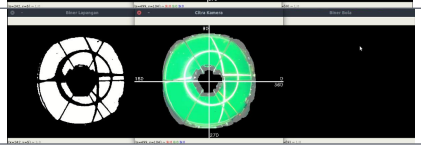
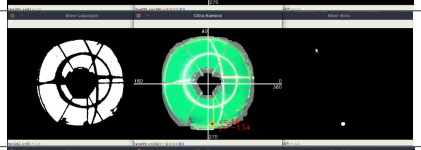
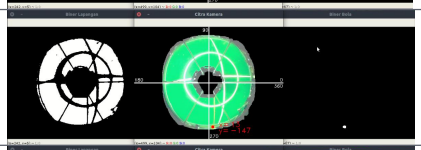
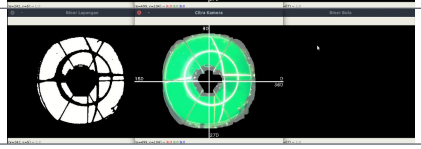
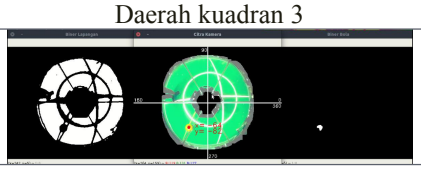
Pengujian pertama akan dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari perubahan pencahayan yang terjadi di area lapangan, dimulai dari pencahayaan redup sampai dengan pencahayan yang terang dengan nilai kalibrasi yang sama, pengukuran tingkat kecerahan yang terdapat pada area robot berada menggunakan sebuah perangkat lunak yang bernama "Lux Light Meter" yang terdapat pada android yang memanfaatkan sensor "Ambient Light Sensor" pada smartphone. Hasil dan pengujian dari perubahan pencahayaan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

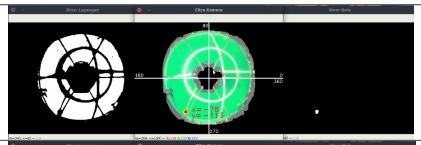
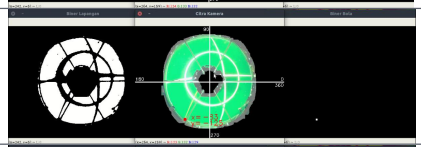
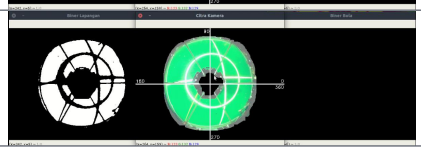
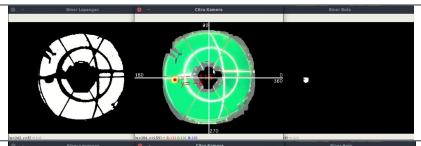
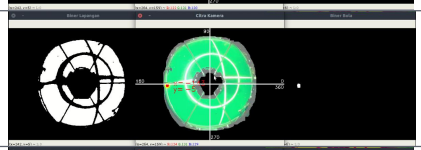
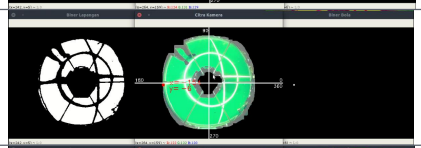
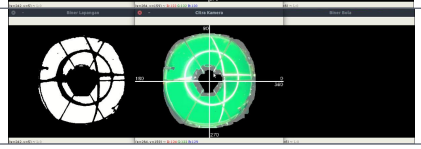
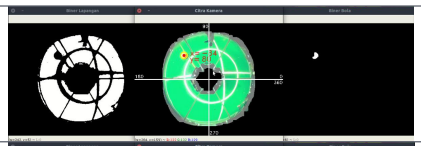
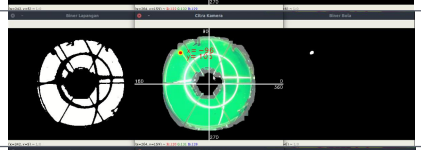
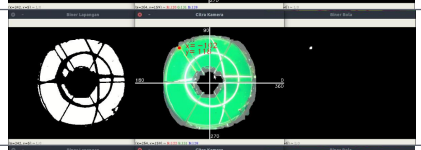
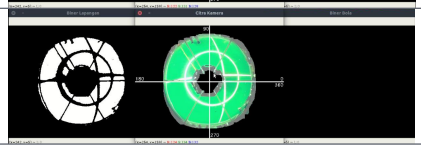
No.	Citra omnidirectional camera	Keterangan daerah lampu menyala
1		
2		
3		
4		
5		

Pada baris ke-1 tabel, terlihat bahwa hanya 1 area lampu neon panjang yang menyala (posisi lampu kanan lapangan) dengan tingkat kecerahan 36 Cd (Candela), sehingga menghasilkan penerangan yang kurang merata di arena lapangan, kemudian pada baris ke-2 tabel, dua area lampu neon panjang diatas lapangan dinyalakan (posisi lampu kiri dan kanan lapangan dinyalakan) dengan tingkat kecerahan 41 Cd, terlihat arena lapangan dengan pencahayaan yang cukup merata, namun pada baris ke-3 semua lampu neon panjang dimatikan dan hanya menyalakan lampu spiral yang menghasilkan cahaya yang lebih terang dibandingkan dengan lampu neon panjang yang dihidupkan dengan tingkat kecerahan mencapai 130 Cd dan hasilnya pencahayaan yang mereta di seluruh area lapangan namun dengan hasil citra yang memiliki kelebihan pencahayaan. Sedangkan pada baris ke-4 dilakukan pengujian dengan kondisi lampu spiral masih menyala terang namun pencahayaan ditambahkan dengan menghidupkan area lampu neon panjang (posisi lampu kiri lapangan) dengan tingkat kecerahan yang hampir sama dengan baris ke-3 yaitu sebesar 136 Cd. Dan Terakhir pada baris ke-5 kemudian semua lampu di area lapangan hijau dihidupkan sehingga mampu menghasilkan tingkat kecerahan sebesar 168 Cd, dan hasil pencahayaan yang didapatkan tidak jauh berbeda dengan pencahayaan pada baris ke-3 dan baris ke-4.

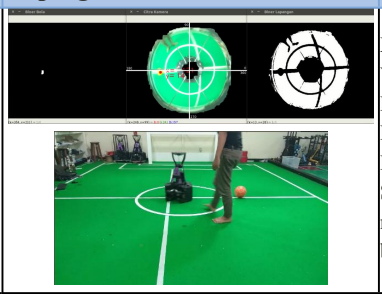
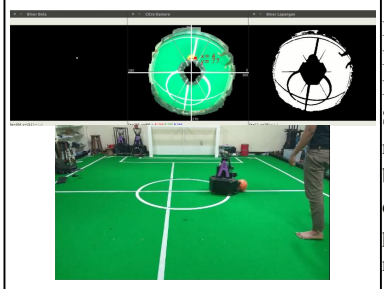
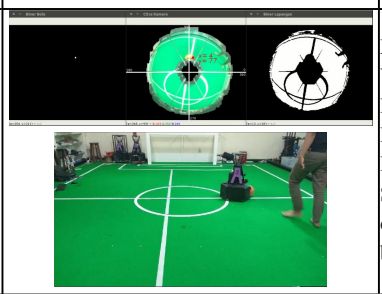
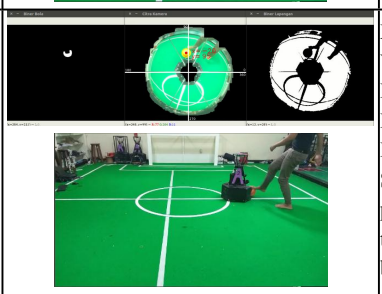
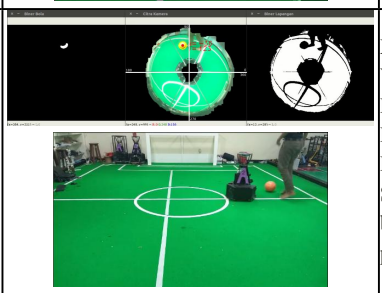
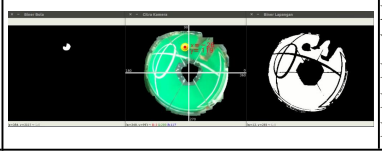
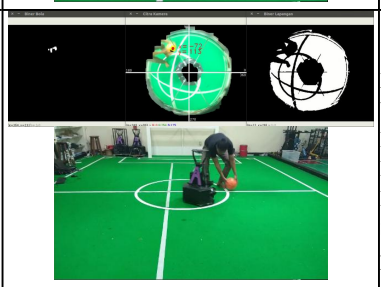
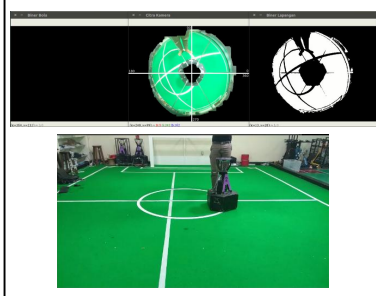
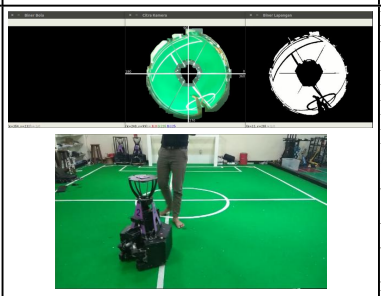
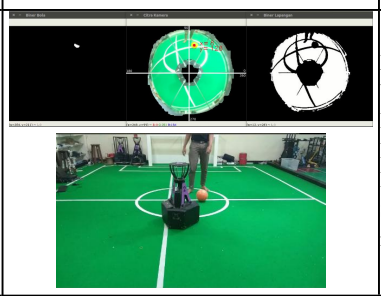
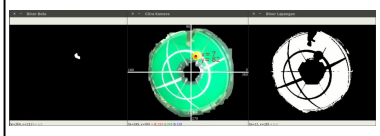
Selanjutnya akan dilakukan pengujian untuk mengecek jarak tangkap yang dapat dilakukan sistem dengan hasil citra dari *omnidirectional camera*.

No	Citra Jarak Pandang Robot	Keterangan
	Daerah depan robot	
2		Jarak : 70cm X : -6 Y : 114 Status : bola terdeteksi
3		Jarak : 150cm X : -11 Y : 141 Status : bola terdeteksi
4		Jarak : 240cm X : -13 Y : 154 Status : bola terdeteksi
6		Jarak : 300cm X : 0 Y : 0 Status : bola tidak terdeteksi
	Daerah kuadran 1	
8		Jarak : 70cm X : 64 Y : 91 Status : bola terdeteksi
9		Jarak : 150cm X : 74 Y : 116 Status : bola terdeteksi
10		Jarak : 240cm X : 79 Y : 128 Status : bola terdeteksi
12		Jarak : 300cm X : 0 Y : 0 Status : bola tidak terdeteksi
	Daerah kanan robot	

14		Jarak : 70cm X : 106 Y : 11 Status : bola terdeteksi
15		Jarak : 150cm X : 133 Y : 13 Status : bola terdeteksi
16		Jarak : 280cm X : 145 Y : 14 Status : bola terdeteksi
	Daerah kuadran 4	
18		Jarak : 70cm X : 75 Y : -70 Status : bola terdeteksi
19		Jarak : 150cm X : 91 Y : -94 Status : bola terdeteksi
20		Jarak : 240cm X : 100 Y : -105 Status : bola terdeteksi
22		Jarak : 300cm X : 0 Y : 0 Status : bola tidak terdeteksi
	Daerah belakang robot	
24		Jarak : 70cm X : 11 Y : -106 Status : bola terdeteksi
25		Jarak : 150cm X : 14 Y : -134 Status : bola terdeteksi
26		Jarak : 240cm X : 13 Y : -147 Status : bola terdeteksi
28		Jarak : 300cm X : 0 Y : 0 Status : bola tidak terdeteksi
	Daerah kuadran 3	
30		Jarak : 70cm X : -64 Y : -82 Status : bola terdeteksi

31		Jarak : 150cm X : -78 Y : -113 Status : bola terdeteksi
32		Jarak : 240cm X : -83 Y : -125 Status : bola terdeteksi
34		Jarak : 300cm X : 0 Y : 0 Status : bola tidak terdeteksi
	Daerah kiri robot	
36		Jarak : 70cm X : -115 Y : -6 Status : bola terdeteksi
37		Jarak : 150cm X : -113 Y : -5 Status : bola terdeteksi
38		Jarak : 240cm X : -151 Y : -6 Status : bola terdeteksi
39		Jarak : 280cm X : 0 Y : 0 Status : bola tidak terdeteksi
	Daerah kuadran 2	
41		Jarak : 70cm X : -34 Y : 80 Status : bola terdeteksi
42		Jarak : 150cm X : -96 Y : 105 Status : bola terdeteksi
43		Jarak : 240cm X : -102 Y : 118 Status : bola terdeteksi
45		Jarak : 300cm X : 0 Y : 0 Status : bola tidak terdeteksi

Dan yang terakhir akan dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa penangkapan citra dan pengambilan koordinat dari citra menghasilkan nilai kecepatan dan arah gerak motor yang benar, sehingga dapat dipastikan bahwa robot menghampiri posisi dan keberadaan bola dengan tepat. Hasil dan pengujian dari sistem ini dapat dilihat pada tabel berikut.

No.	Citra dan keterangan pergerakan robot dan bola	Nilai x, y, dan kecepatan Motor
1		X : -121 Y : 14 Motor 1 : 41 Motor 2 : -32 Motor 3 : 96 Status : Robot bergerak memutar kearah posisi bola
2		X : 4 Y : 77 Motor 1 : 0 Motor 2 : 0 Motor 3 : 0 Status : Robot berhasil menangkap bola dan berhenti bergerak, dikarenakan pada pengujian ini dibuat agar robot tidak melakukan apa pada saat robot mendapatkan bola
3		X : 4 Y : 77 Motor 1 : 0 Motor 2 : 0 Motor 3 : 0 Status : Robot masih dalam keadaan menangkap bola
4		X : -20 Y : 95 Motor 1 : -71 Motor 2 : -5 Motor 3 : 92 Status : Bola keluarkan penguji, robot kembali tracking bola dan mengejar bola
5		X : -36 Y : 123 Motor 1 : -88 Motor 2 : -12 Motor 3 : 123 Status : Robot mengejar bola yang digiring oleh penguji
6		X : -26 Y : 119 Motor 1 : -89 Motor 2 : -8 Motor 3 : 115
		Status : Robot mengejar bola yang digiring oleh penguji
7		X : -72 Y : 113 Motor 1 : -57 Motor 2 : -28 Motor 3 : 135 Status : bola di angkat oleh penguji
8		X : 0 Y : 0 Motor 1 : 39 Motor 2 : 47 Motor 3 : 39 Status : Robot tidak mendeteksi keberadaan posisi bola, namun pada pengujian ini robot akan berputar secara parabola untuk mencari keberadaan bola dengan kecepatan motor seperti yang tertera diatas
9		X : 0 Y : 0 Motor 1 : 39 Motor 2 : 47 Motor 3 : 39 Status : Robot masih berputar secara parabola untuk mencari keberadaan bola dengan kecepatan motor yang sama
10		X : 8 Y : 128 Motor 1 : -113 Motor 2 : 3 Motor 3 : 106 Status : Robot bergerak menghadap bola
11		X : 7 Y : 82 Motor 1 : -106 Motor 2 : 2 Motor 3 : 100 Status : Robot bergerak maju kearah posisi bola

B. Kelebihan Dari Sistem Hasil Penelitian

1. Pemanfaatan cermin cembung mampu menghasilkan citra secara omnidirectional camera atau citra dari segala arah, sehingga sistem mampu membaca kondisi dan keadaan disekitar robot dengan jarak rata-rata hingga 240 cm.
2. Sistem masih mampu mengenali warna objek target, dengan kondisi cahaya yang berubah-ubah dan tingkat kecerahan cahaya yang berbeda-beda.
3. Sistem mampu membatasi pembacaan untuk lapangan hijau, dengan tujuan sistem hanya akan membaca objek-objek yang berada di dalam lapangan hijau, sehingga objek-objek yang terdapat di luar lapangan hijau tidak terlihat atau terbaca pada citra.
4. Sistem mampu melacak keberadaan bola dan posisi bola secara real-time.
5. Mudahnya melakukan kalibrasi warna dari objek yang menjadi target deteksi objek dengan menggunakan trackbar.

C. Kekurangan dari Sistem

1. sistem belum mampu melakukan pengenalan terhadap objek berdasarkan bentuk dari objek itu sendiri. Hal ini didasari oleh dua hal, yang pertama terjadi karena penggunaan warna sebagai indikator pengenalan objek, sehingga objek yang memiliki warna yang hampir sama bisa di kenali sebagai objek target, dan yang kedua diakibatkan oleh distorsi-nya citra yang dihasilkan menggunakan omnidirectional camera dan membuat bentuk dari citra objek tidak sesuai dengan bentuk aslinya.
2. Pengenalan warna objek dengan pengaruh tingkat pencahayaan yang berbeda, memiliki hasil deteksi objek yang kurang maksimal, sehingga warna dengan rentang yang sama dengan objek target masih terdeteksi.
3. Jarak pandang dari citra yang dihasilkan menggunakan cermin pada robot tidak terlalu jauh, dan juga distorsi yang dihasilkan pada pinggiran citra sangat besar, dan sangat mempengaruhi warna dari objek yang akan dideteksi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem mampu mendeteksi objek bola dengan menggunakan teknik pengambilan gambar omnidirectional camera, dan mendapatkan titik koordinat posisi keberadaan bola dilapangan, sehingga robot mampu bergerak kearah objek bola berada.
2. Sistem kalibrasi warna bekerja dengan baik, hal ini terlihat dari rentang nilai warna hasil kalibrasi warna yang berhasil digunakan untuk mendeteksi objek pada sistem pengolahan citra atau sistem tracking ball.
3. Teknik pengambilan citra dengan omnidirectional camera yang memanfaatkan cermin cembung menghasilkan citra yang terbalik, hal ini mempengaruhi koordinat objek yang dideteksi dan jarak pandang dari citra yang dihasilkan.
4. Untuk jumlah iterasi pada proses operasi erosi dan dilasi, akan digunakan iterasi sebanyak 1 kali untuk operasi erosi dan iterasi sebanyak 4 kali untuk operasi dilasi, jumlah iterasi ini mampu menampilkan citra yang membatasi pembacaan hanya di dalam area lapangan hijau, dan area yang ada di luar lapangan tidak terlihat pada citra, selain itu bola masih dapat dideteksi di dalam lapangan.

B. Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan, sistem ini masih memiliki banyak kekurangan dan dimungkinkan untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut lagi, diantaranya :

1. Penggunaan cermin cembung khusus yang lebih proposional agar menghasilkan citra dengan bentuk objek yang minim distorsi.
2. Pengembangan untuk sistem pembacaan bentuk dari objek, dengan menggunakan teknik omnidirectional camera dengan metode “ camera calibration”.
3. Penggunaan metode “select area” untuk sistem kalibrasi warna, agar lebih mudah dalam menentukan warna objek hanya dengan memilih area atau warna yang akan menjadi target deteksi objek.

REFERENSI

[1] Suryawan, D. (2014). Perancangan Robot Sepak Bola Beroda Berbasis Android. Skripsi, tidak dipublikasikan. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

[2] Asyrofi, M., H. (2017). Penerapan Algoritma Greedy untuk Mendeteksi Bola pada Robot Sepak Bola Beroda. Makalah IF221 Strategi Algoritma. Bandung : Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung.

[3] Mahardika, P, N. (2015). Identifikasi Basic Shape dengn Metode Harris Corner Detection pada Raspberry PI. Skripsi, tidak dipublikasikan. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

[4] Setiawan, M.T., & Firdausy, K. (2016). Aplikasi Penghitung Telur Ikan Gurami menggunakan Deteksi Blob berbasis Android. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi(SNATi). Yogyakarta.

[5] Muliady., & Arisandy, G. (2017). Implementasi Sistem Gerak Holonomic pada Robot KRSBI Beroda 2017. Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer. Bandung : Universitas Kristen Maranatha.

[6] Hendrayawan, V. (2014). Implementasi Invers Kinematics Pada Sistem Pergerakan Mobile Robot Roda Mekanum. Publikasi Jurnal Skripsi. Malang : Universitas Brawijaya.