

IMPLEMENTASI OBJECT TRACKING DI ROBOT SEPAKBOLA BERODA PADA ESRB

Muhammad Fari Madyan^{1*)}, Nur Cahyana Aminuallah²⁾

¹Infomatika

²Sistem Informasi

*)fari.msenju@gmail.com

Abstrak

Robot Soccer merupakan penelitian yang menggabungkan kecerdasan buatan dengan teknologi mobile robotics vision system yang diterapkan pada sepak bola. Salah satu contoh kompetisi robot sepak bola beroda yang ada adalah Wheeled Robot Soccer Exhibition (ESRB), yaitu robot beroda yang mencari keberadaan bola berdasarkan warna bola yang telah ditentukan. Di ESRB, setiap bot dapat diberi identitas dalam bentuk simbol warna di bagian atas bot, yang sering disebut ID bot. Tujuannya adalah agar setiap tim dapat mengidentifikasi dan mengontrol robot mereka menggunakan tampilan atas. Bola yang digunakan dalam demonstrasi robot sepak bola beroda adalah bola tenis berwarna oranye. Meski pelatarannya terbuat dari karpet hijau dengan garis putih dan warna kuning. Menggunakan robot yang terintegrasi dengan sebuah webcam dengan interface universal serial bus (USB) untuk mendeteksi benda melalui webcam tersebut, setelah itu data gambar pada webcam dikirimkan melalui media wireless secara streaming menggunakan console application Visual C++ 2008 yang sudah terkoneksi dengan Personal Computer (PC) menggunakan library OpenRobotinoAPI. Menggunakan visi terbimbing dengan strategi yang tepat untuk menerapkan pelacakan objek di Robot Sepak Bola Beroda di ESRB diharapkan dapat menyelesaikan masalah yang terkait dengan penggunaan kamera visi lokal.

Kata Kunci: ESRB, Overhead Vision, Multiple Object Tracking.

PENDAHULUAN

Robot Soccer merupakan penelitian yang menggabungkan kecerdasan buatan dengan teknologi mobile robotics vision system yang diterapkan pada sepak bola (Pratama Zanofa & Fahrizal, 2021), (Octavia et al., 2020). Salah satu contoh kompetisi robot sepak bola beroda yang ada adalah Wheeled Robot Soccer Exhibition (ESRB), yaitu robot beroda yang mencari keberadaan bola berdasarkan warna bola yang telah ditentukan (Rossi et al., 2018), (Rikendry & Navigasi, 2007), (Setiawan et al., 2018). Ada 2 tipe vision pada robot sepakbola beroda yaitu overhead vision dan local vision. Overhead vision adalah kamera yang terpasang di tengah lapangan setinggi 3 – 4 meter sedangkan local vision adalah kamera yang terpasang pada robot (Firmansyah et al., 2018), (Ahdan et al., 2018). Di ESRB, setiap bot dapat diberi identitas dalam bentuk simbol warna di bagian atas bot, yang sering disebut ID bot (Rahmanto & Fernando, 2019). Tujuannya adalah agar setiap tim

dapat mengidentifikasi dan mengontrol robot mereka menggunakan tampilan atas. Bola yang digunakan dalam demonstrasi robot sepak bola beroda adalah bola tenis berwarna oranye. Meski pelatarannya terbuat dari karpet hijau dengan garis putih dan warna kuning(Pajar et al., 2017), (Nani & Safitri, 2021).

Kelemahan dari location vision adalah kamera tidak dapat mengcover seluruh bidang, karena tipe ini memiliki keterbatasan vision untuk mengetahui letak bola atau robot lainnya, karena terletak di badan robot, dan sulit untuk mengenali lokasi yang berbeda. robot ID, karena penglihatan lokal tidak dapat mencapai ID robot yang terpasang di robot(Jayadi et al., 2021), (Hal et al., 2022), (Ahmad, Samsugi, et al., 2022). Menggunakan robot yang terintegrasi dengan sebuah webcam dengan interface universal serial bus (USB) untuk mendeteksi benda melalui webcam tersebut, setelah itu data gambar pada webcam dikirimkan melalui media wireless secara streaming menggunakan console application Visual C++ 2008 yang sudah terkoneksi dengan Personal Computer (PC) menggunakan library OpenRobotinoAPI(Hamid et al., 2018), (Dita et al., 2021). Kesimpulannya adalah aplikasi dapat mendeteksi objek berbentuk lingkaran menggunakan metode Circular Hough Transform, namun jika jarak bola berdiameter 10 cm yang terdeteksi lebih dari 2,1 meter maka tidak dapat mendeteksi bayangan bola yang terlalu kecil. seperti lingkaran.

Memasang target di tengah lapangan setinggi 3-4 meter membawa beberapa keuntungan, selain menutupi seluruh lapangan, beberapa proses pelacakan objek bisa dilakukan. Pelacakan multi-objek adalah proses pelacakan pergerakan satu atau lebih objek dalam adegan video. Pelacakan multi-objek digunakan untuk menyimpan beberapa objek yang diketahui di lapangan sehingga keberadaan objek apa pun di lapangan selalu dilacak. Ini memberi kita keuntungan untuk dapat menggunakan strategi terbaik untuk memenangkan permainan.

Menggunakan visi terbimbing dengan strategi yang tepat untuk menerapkan pelacakan objek di Robot Sepak Bola Beroda di ESRB diharapkan dapat menyelesaikan masalah yang terkait dengan penggunaan kamera visi lokal.

KAJIAN PUSTAKA

Deteksi

Deteksi berarti menentukan ada tidaknya suatu objek dalam suatu citra, yang merupakan tahap awal interpretasi citra (Aziz & Fauzi, 2022), (Andika & Darwis, 2020), (Alita et al., 2021). Informasi yang diperoleh pada tahap observasi bersifat global. Pada tahap interpretasi selanjutnya yaitu tahap pengenalan, informasi yang diperoleh bersifat semi detail. Informasi rinci diperoleh dari tahap interpretasi terakhir, atau tahap analisis (Sulistiani et al., 2021), (Kuswoyo & Audina, 2020).

Multiple Object Tracking

Pelacakan multi-objek adalah proses pelacakan pergerakan satu atau lebih objek dalam adegan video (Ria & Budiman, 2021), (Ahmad, Febrian, et al., 2022). Sistem pelacakan multi-objek dibagi berdasarkan dua hal, yaitu berdasarkan data referensi sebelum sistem dimulai, yaitu sistem online dan offline, dan status kamera, mis (Windane & Lathifah, 2021). Sistem statis atau dinamis. Kamera Pelacakan multi-objek terdiri dari beberapa langkah yaitu, langkah preprocessing, langkah deteksi, dan langkah pelacakan. Berikut adalah penjelasan dari setiap langkah (Ramdan & Utami, 2020).

Tahap Preprocessing

Pada langkah ini, frame video streaming dikalibrasi di lapangan untuk membatasi area bidang yang dapat dideteksi, kemudian dilakukan penyaringan warna HSV untuk memisahkan beberapa objek yang dapat dideteksi dari latar belakang, diikuti oleh erosi dan dilatasi. Kegiatan dan yang terakhir adalah proses recognition review (Utami et al., 2021).

Tahap Detection

Pada langkah ini, hasil dari prosedur deteksi kontur digunakan untuk mencari titik tengah dari beberapa objek, mulai dari bola, ID tim, dan nomor ID robot. Setelah lokasi beberapa objek ditemukan, seseorang memilih untuk memberi nama masing-masing dari beberapa objek (Nani & Ali, 2020), (Wantoro & Nata Prawira, n.d.). Jika ID tim berwarna biru dan ID nomor bot berwarna kuning, berarti friendly bot adalah nomor 1, sedangkan ID tim berwarna biru dan ID nomor bot berwarna merah, berarti friendly bot. nomor 2, maka jika team id berwarna coklat dan nomor robot berwarna ungu berarti robot lawan nomor 1, sedangkan team id berwarna coklat dan nomor robot id berwarna putih berarti robot lawan nomor 2, dan terakhir jika beberapa objek berwarna oranye, berarti bola, maka data Posisi ini disimpan dalam kelas multi-objek sesuai dengan namanya.

Tahapan Tracking

Pada langkah ini, pelacakan lokasi multi-objek dilakukan dengan menggunakan filter Kalman dan algoritma Hungarian, pelacakan dilakukan dengan memberikan garis dari lokasi multi-objek saat ini ke lokasi, proses ini dilakukan secara terus menerus(Darwis et al., 2019), (Rido & Sari, 2018).

Eksibisi Sepakbola Robot Beroda (ESRB)

Kontes Robot Indonesia (KRI) merupakan acara tahunan Kementerian Ilmu Pengetahuan Teknologi dan Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEK DIKTI) yang diselenggarakan oleh Politeknik Elektronika Negeri Surabaya pada tahun 2016. Perguruan tinggi negeri dan swasta se-Indonesia mengikuti kompetisi ini. Salah satunya divisi ESRB, dimana robot sepak bola ini harus bisa mencari bola, menendang bola dan mencetak gol ke gawang lawan(Pasaribu et al., 2019), (Sandika & Mahfud, 2021).

Open Computer Vision (OpenCV)

OpenCV adalah perpustakaan Application Programming Interface (API) yang berpengalaman dalam pemrosesan gambar dengan Computer Vision. Computer Vision sendiri merupakan bidang pengolahan citra yang memungkinkan komputer untuk melihat seperti manusia(Putra et al., 2021). Visi ini memungkinkan komputer untuk membuat keputusan, bertindak dan mengenali suatu objek. Beberapa implementasi Computer Vision adalah deteksi wajah, pengenalan wajah, pelacakan wajah/objek, pelacakan jalur, dll(Borman et al., 2018). OpenCV adalah perpustakaan Computer Vision open source untuk C/C, OpenCV dirancang untuk aplikasi waktu nyata, memiliki fitur akuisisi gambar/video yang bagus(Surahman et al., 2021).

Filter Warna HSV

Kondisi lingkungan permainan robot wheel soccer, walaupun disusun seperti ini, masih menyisakan beberapa ruang yang dapat menimbulkan perbedaan warna, yaitu karena pengaruh cahaya. Oleh karena itu, diperlukan filter warna yang tidak sensitif terhadap perbedaan intensitas cahaya. Rentang warna Nilai Saturasi Hue (HSV) digunakan untuk tujuan ini(Neneng et al., 2021).

Color Filtering

Penyaringan warna adalah teknik pemrosesan gambar yang digunakan untuk memodifikasi gambar berdasarkan warna tertentu. Ia bekerja dengan membandingkan komponen warna dari setiap piksel gambar dengan warna tertentu (Yuliana et al., 2021). Jika warnanya cocok dengan warna tertentu dalam komponen warna piksel, biarkan saja. Namun, jika warnanya tidak cocok dengan warna tertentu, warna komponen piksel berubah menjadi warna latar belakang, biasanya hitam (Syamsul Bahri, Amri Aji, 2018).

Warna yang digunakan dalam penyaringan warna dapat direpresentasikan dalam ruang warna yang berbeda. Ada beberapa ruang warna yang terkenal, termasuk Merah, Hijau, Biru (RGB), Hue, Saturation, Value (HSV), YCbCr, dll (Teknologi et al., 2021). HSV merupakan ruang warna yang sangat cocok untuk pengenalan warna primer, dimana warna primer ini digunakan sebagai warna pengenalan robot dalam penelitian. Selain itu, HSV mentolerir perubahan intensitas cahaya, yang merupakan keunggulan HSV dibandingkan dengan ruang warna lainnya (Chodha et al., 2021).

Kamera dan Lensa

1080p 30 FPS HD webcam Logitech C920 digunakan sebagai kamera yang digunakan untuk memotret robot sepak bola lapangan dengan roda di arena, kamera ini memiliki resolusi 1080 HD dan pandangan diperpanjang hingga 70 derajat. Lensa semi-fisheye hingga 180 derajat, ultra-lebar 0, x digunakan untuk memperbesar gambar yang ditangkap oleh kamera untuk menutupi seluruh bidang (Prasetyo & Nani, 2021).

METODE

Objek dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan menggunakan objek yang diteliti berupa robot sepakbola beroda yang telah digunakan dalam mengikuti ESRB yang diadakan oleh Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEK DIKTI). Lokasi penelitian dilakukan di ruang laboratorium robotik Perguruan Tinggi Teknokrat dan arena ESRB yang dilaksanakan di gedung ballroom Supermall Surabaya Convention Center.

Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak dengan bahan penelitian adalah aturan (rule) perlombaan pada KRI divisi ESRB.

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

- a. PC Axioo dengan spesifikasi Sistem Operasi Windows 7 Professional, Prosesor Intel(R) Core i7 @3,40GHz, 4 GB RAM, dan 1 TB HDD,
- b. Kamera Logitech C920 + lensa semi fish eye,
- c. Tool service (obeng, tang, solder dll),
- d. Multimeter, Stopwatch (alat ukur),
- e. Arduino Mega 2560 , Modul bluetooth HC-06,
- f. Motor DC 400 roll per minute (rpm),
- g. Driver Motor DC Mosfet 15 Ampere,
- h. Baterai Tiger Li-Po 3 Cell 3000 mAh,
- i. UBEC 5 A, Akrilik.

2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

- a. Netbeans IDE 7.4 dengan Java 7 + Library OpenCV 3.0.
- b. 3DS Max 9
- c. Arduino IDE
- d. Arduino Bluetooth Controller (aplikasi untuk mengontrol gerak robot).

3. Bahan Penelitian

Bahan dalam penelitian ini adalah aturan perlombaan dalam KRI 2016 divisi ESRB yang dikeluarkan oleh pihak panitia yaitu KEMENRISTEK DIKTI. Pada aturan ESRB 2016 dijelaskan beberapa persyaratan.

Tahapan Penelitian

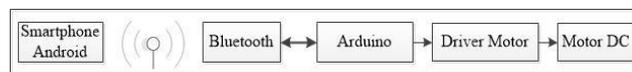
Pada penelitian ini, penulis melakukan penelitian eksperimental dengan mengangkat studi kasus pada ESRB.

1. Analisis Kebutuhan

Robot yang akan dibuat adalah robot yang mampu bergerak sesuai dengan perintah dari aplikasi yang ada pada smartphone android melalui saluran komunikasi bluetooth kemudian pada bagian atas robot dilengkapi dengan id robot yang terdiri dari 2 warna yaitu warna id team dan warna id nomor robot.

2. Desain dan Pembuatan Robot

Diagram blok ini menggambarkan secara garis besar alur pengontrolan robot yang mampu bergerak sesuai dengan perintah dari aplikasi yang ada pada smartphone android melalui saluran komunikasi bluetooth, dimana perintah tersebut akan diterima oleh arduino untuk mengatur pergerakan motor dc.



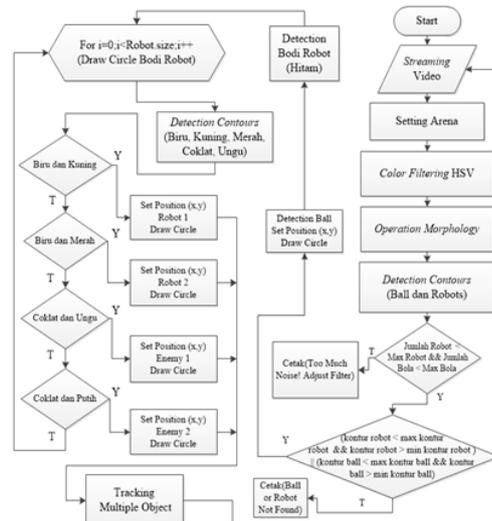
Gambar 1 Diagram Blok

3. Pemasangan Infrastruktur

Pada tahap ini, penulis melakukan pemasangan infrastruktur sesuai dengan arsitektur alat penelitian. Arsitektur alat penelitian dibuat berdasarkan alat yang akan diteliti, terdapat dua buah bagian pada arsitektur alat penelitian yaitu bagian lapangan dan bagian server. diketahui bahwa sensor yang digunakan untuk mendeteksi robot dan bola adalah kamera digital dengan resolusi sebesar 800 x 600 dengan kemampuan pengolahan gambar 30 frame per detik (FPS) dan extended view hingga 70 degrees, ditambah juga dengan lensa semi fish eye yang dapat menjangkau sudut 180 degrees, kamera ini diletakkan di tengah lapangan setinggi 312 cm dan 380 cm yang dihubungkan ke sebuah PC melalui kabel usb, tujuannya adalah untuk mengolah citra arena lapangan robot sepakbola beroda agar dapat dilakukan proses deteksi posisi, labelling (pemberian nama) dan tracking (penjejakan) dari multiple object tersebut.

4. Perancangan Algoritma dan Pembuatan Program

Pembuatan program dilakukan berdasarkan flowchart sebagai berikut :



Gambar 2 Flowchart Algoritma

Dalam penerapan overhead vision sebagaimana pada gambar 14, digunakan kamera yang terpasang di tengah lapangan setinggi 3-4 meter, yang selanjutnya dilakukan input data streaming video yang beresolusi 800x600 piksel, data video ini selanjutnya akan dimasukkan ke dalam fungsi sebuah matriks $f(x,y)$ lalu ditampilkan pada layar untuk dilakukan pengaturan ukuran area lapangan. Selanjutnya dilakukan proses color filtering hsv, yaitu matriks yang berisi data video tersebut yang awalnya berformat warna RGB atau BGR diubah ke dalam format warna HSV sehingga didapat matriks HSV, setelah itu ditentukan range nilai warna HSV multiple object dari matriks HSV tersebut untuk menentukan warna objek yang akan difilter, sehingga dihasilkan citra biner yang dapat diketahui piksel objek yang akan di deteksi lalu untuk menjadikan objek tersebut tampak utuh serta untuk membuat objek tampak lebih lebar maka dilakukan proses operation morphology yaitu proses dilasi, selanjutnya untuk mendeteksi ukuran dan banyaknya objek digunakan metode detection contours, sehingga dapat diketahui juga ukuran area kontur di dalam matriks multiple object yang sudah di filter tadi, kemudian dari matriks multiple object tadi setiap objek yang sudah ditentukan warnanya mulai dilakukan seleksi untuk menentukan jenis multiple object.

Proses pertama kali yang di seleksi adalah objek bola yang berwarna oranye dengan proses detection ball, proses ini digunakan untuk memberikan nama pada objek bola, mendeteksi titik tengah objek dan memberikan lingkaran pada objek tersebut, setelah itu dilakukan proses detection bodi robot yang berwarna hitam, sehingga hasilnya akan didapat empat

buah robot dari matriks HSV beserta ukuran kontur areanya lalu di area robot – robot tersebut dideteksi dan dibatasi (bounding) dengan rectangle, kemudian keempat buah robot ini di potong (crop) berdasarkan rectangle yang mendeteksi robot – robot tersebut dan disimpan kedalam matriks crop robot baru, hal ini dilakukan agar proses seleksi id team dan id robot tidak terganggu noise dari luar bodi robot, proses selanjutnya yaitu penyeleksian id team dan id nomor robot di dalam bodi robot, jika terdapat matriks biru dan kuning maka diberi nama robot 1 dan dicatat posisinya, jika terdapat matriks biru dan kuning maka diberi nama robot 2, jika terdapat matriks coklat dan ungu maka diberi nama enemy 1, sedangkan jika terdapat matriks coklat dan warna selain dari ungu maka diberi nama enemy 2, id team dan id robot yang sudah dideteksi diberikan lingkaran di tepian objek tersebut.

Multiple object yang sudah di deteksi dan diberi nama dilakukan tracking untuk memberikan jejak berupa garis antara posisi multiple object sekarang dengan posisi multiple object sebelumnya

5. Pengujian

Pada tahapan ini penulis melakukan pengujian untuk menguji kinerja dari program multiple object tracking pada robot sepakbola beroda, adapun pengujian yang dilakukan yaitu :

- a. Melakukan pengujian performa deteksi.
- b. Melakukan pengujian akurasi deteksi multiple object yang diam.
- c. Melakukan pengujian akurasi deteksi dan tracking multiple object yang bergerak dengan kecepatan bervariasi.
- d. Melakukan pengujian tinggi robot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Multiple object tracking pada robot sepakbola beroda diimplementasikan pada sebuah PC untuk mengolah hasil streaming video arena lapangan, dengan menggunakan kamera webcam logitech C920 dengan ditambah lensa semi fish eye yang dipasang pada titik tengah lapangan setinggi 312 cm dengan kondisi ruangan terang (ruangan dengan kondisi pencahayaan cukup), yang memberikan hasil sebagai berikut.

Uji Performa Deteksi

Pengujian performa deteksi multiple object di dalam lapangan dilakukan dengan menempatkan multiple object satu per satu pada posisi yang sudah ditentukan dengan keadaan diam (statis), yang pertama ditempatkan di lapangan yaitu bola, yang kedua robot 1, yang ketiga robot 2 yang ke empat enemy 1, dan yang kelima enemy 2, hasil dari pengujian performa deteksi multiple object yang dilakukan selama 100 frame dapat disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

No	Jumlah Deteksi <i>Multiple Object</i>	Terdeteksi (Ya/Tidak)	Kecepatan deteksi rata-rata (ms)	FPS rata-rata
1	1 Objek	Ya	3,45	289,86
2	2 Objek	Ya	7,56	132,28
3	3 Objek	Ya	11,75	85,11
4	4 Objek	Ya	17,1	58,48
5	5 Objek	Ya	19,16	52,19

Uji Akurasi Deteksi Objek Diam

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas deteksi multiple object pada seluruh bagian arena lapangan dalam kondisi diam yang direpresentasikan oleh nilai akurasi deteksi, dalam hal ini digunakan sampel berupa 2 buah objek yaitu bola dan robot 1, kemudian sampel tersebut diletakkan pada semua bagian arena lapangan, hasil perhitungan dari pengujian akurasi deteksi yang dilakukan selama 100 frame dapat disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Objek	Area Nomor	Terdeteksi (Ya/Tidak)	Akurasi Deteksi
Bola	1	Ya	100 %
	2	Ya	100 %
	3	Ya	100 %
	4	Ya	100 %
	5	Ya	100 %
	6	Ya	100 %
	7	Ya	100 %
	8	Ya	100 %
	9	Ya	100 %
Rata-rata Akurasi Deteksi			100 %

Objek	Area Nomor	Terdeteksi (Ya/Tidak)	Akurasi Deteksi
Robot 1	1	Ya	56 %
	2	Ya	100 %
	3	Ya	100 %
	4	Ya	100 %
	5	Ya	100 %
	6	Ya	100 %
	7	Ya	96 %
	8	Ya	100%
	9	Ya	100%
Rata-rata Akurasi Deteksi			94,67 %

Uji Akurasi Deteksi dan Tracking Objek Bergerak

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi deteksi dan tracking dari pergerakan objek dengan kecepatan yang bervariasi, pada pengujian ini digunakan sampel berupa 2 buah objek yaitu bola dan robot 1, sampel tersebut digerakkan dengan kecepatan yang bervariasi, hasil perhitungan dari pengujian akurasi deteksi dan tracking dari pergerakan 2 buah objek dengan kecepatan yang bervariasi dan dilakukan selama 100 frame dapat disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

No	Jenis Multiple Object	Kecepatan (m/s)	Terdeteksi (Ya/Tidak)	Ada Jejak (Ya/Tidak)	Akurasi Deteksi	Akurasi Tracking
1	Bola	0,5	Ya	Ya	100 %	100 %
2		1	Ya	Ya	100 %	100 %
3		1,5	Ya	Ya	100 %	100 %
4		2	Ya	Ya	100 %	100 %
5		2,5	Ya	Ya	100 %	100 %
6		3	Ya	Ya	79 %	100 %
7		4	Tidak	Tidak	0 %	0 %
8	Robot 1	0,5	Ya	Ya	100%	100%
9		1	Ya	Ya	100%	100%

Uji Tinggi Robot

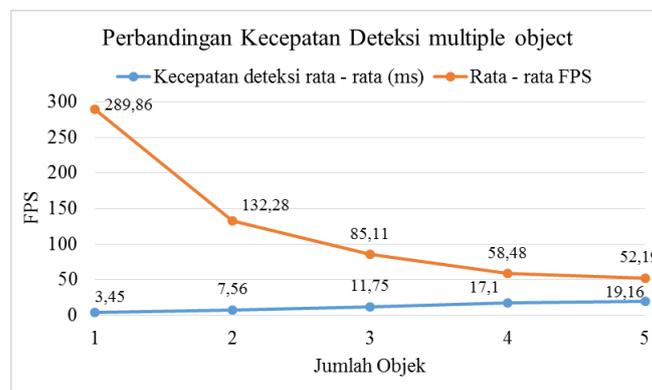
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketinggian robot 14,8 cm dan 22 cm pada ketinggian kamera 312 cm dan 380 cm yang sesuai sehingga tidak menyebabkan titik buta (blind spot). Hal ini disajikan dalam tabel sebagai berikut.

Analisis

Setelah mendapatkan data dari hasil pengujian, maka dapat dilakukan analisis untuk mengetahui bagaimana kinerja program terhadap multiple object di dalam arena lapangan.

Analisis Uji Performa Deteksi

Pengujian ini bertujuan untuk melihat performa proses deteksi FPS program yaitu kecepatan rata - rata proses pengolahan frame untuk mendeteksi beberapa objek per detik, berdasarkan analisis tabel pengujian performa deteksi didapatkan bahwa performa proses deteksi rata-rata FPS dari satu objek hingga lima objek mengalami penurunan (nilai rata-rata FPS mengecil), hal ini disebabkan karena kecepatan deteksi dari satu objek hingga 5 objek semakin melambat (nilai kecepatan deteksi rata-rata semakin membesar). Kondisi ini terlihat sebagaimana pada gambar berikut.



Gambar 3 Perbandingan Kecepatan

Analisis Uji Akurasi Deteksi Objek Diam

Berdasarkan data yang di dapat pada pengujian, sistem berhasil mendeteksi objek bola dengan rata-rata akurasi deteksi sebesar 100% menggunakan metode detection contours. Sistem ini dapat menghasilkan akurasi tinggi dikarenakan tidak adanya warna yang

mengganggu warna objek bola ketika dilakukan proses color filtering HSV sehingga menjadikan objek bola memiliki warna yang kontras dengan background. Sedangkan pada objek robot 1 didapat rata-rata akurasi deteksi sebesar 94,67%, pada pengujian deteksi robot di bagian 1 akurasi deteksinya menurun disebabkan adanya perbedaan intensitas cahaya pada bagian 1 dan bagian 7 di dalam arena lapangan sehingga menyebabkan hasil color filtering HSV pada robot 1 terganggu ataupun hal ini bisa terjadi dikarenakan jangkauan (range) nilai warna HSV pada robot 1 kurang tepat, sehingga ada noise, oleh karena itu pemilihan jangkauan nilai warna HSV sangat berpengaruh pada hasil deteksinya.

Analisis Uji Akurasi Deteksi dan Tracking Objek Bergerak

Berdasarkan hasil pengujian di dapat data kecepatan multiple object, dari data tersebut bisa diketahui bahwa kecepatan pergerakan robot yang dapat di deteksi dan tracking adalah 0,5 m/s dan 1 m/s dan rata – rata akurasi deteksinya sebesar 100%, kecepatan maksimum robot bergerak yang dipakai oleh penulis hanya 1 m/s sehingga tidak ada pengujian kecepatan yang lebih besar dari 1 m/s.

Pada pengujian dengan menggunakan bola kecepatan pergerakan yang dapat di deteksi dan tracking adalah 0,5 m/s hingga 3 m/s sehingga rata – rata akurasi deteksi bola sebesar 97%, sedangkan apabila kecepatannya lebih besar yaitu 4 m/s dan seterusnya sistem tidak dapat melakukan deteksi dan tracking dikarenakan objek yang ditangkap oleh kamera mengalami blur sehingga tidak memungkinkan untuk diproses dengan algoritma yang dipakai, hal ini disebabkan pada pergerakan 4 m/s bola bergerak sejauh 13,3 cm setiap frame, oleh karena itu kamera tidak bisa menangkap dengan jelas objek yang bergerak dengan perpindahan posisi sejauh itu, hal ini terjadi dikarenakan lambatnya waktu tangkapan gambar (shutter) tiap frame dari kamera 30 FPS yaitu sebesar 33,33 ms. Dari data tracking yang di dapat dari hasil pengujian menunjukkan bahwa objek yang berhasil di deteksi selalu berhasil untuk dilakukan penjejakan (tracking) terhadap estimasi posisi objek sekarang dengan posisi sebelumnya.

Analisis Uji Tinggi Robot

Pada pengujian ini penulis membagi 3 jenis area lapangan, yaitu lapangan lawan, lapangan tengah dan lapangan sendiri (home) dengan melakukan 2 kali pengujian yaitu pertama

dengan tinggi kamera 380 cm dan kedua dengan tinggi kamera 312 cm. Berdasarkan data yang didapat, ada 6 blind spot yang terjadi yaitu pada pengujian nomor 7, 12, 13, 18, 19, dan 24. Blind spot terjadi disebabkan pada area tersebut bola tertutupi oleh bodi robot, sehingga kamera tidak dapat menjangkau keberadaan bola, akibatnya bola tidak terdeteksi. Salah satu penyebab blind spot adalah dikarenakan apabila menggunakan lensa semi fish eye maka hasil tangkapan kamera akan mengalami distorsi barrel yang menyebabkan identitas (marker) objek robot berubah-ubah, pada bagian tengah lapangan berbentuk 2D sedangkan pada area gawang berbentuk 3D.

SIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan mengenai multiple object tracking, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penelitian ini sudah berhasil melakukan deteksi dan tracking multiple object di dalam lapangan dengan menggunakan algoritma multiple object tracking yang terdiri dari metode color filtering, operasi morfologi dan detection contour serta kalman filter, berdasarkan hasil tersebut kegiatan implementasi multiple object tracking pada ESRB 2016 dinilai efektif.
2. Semakin besar nilai kecepatan proses deteksi beberapa objek (multiple object) atau semakin lambat kecepatan proses deteksinya, maka akan semakin kecil nilai FPS yang akan didapat, begitupun sebaliknya semakin kecil nilai kecepatan proses deteksi atau semakin cepat kecepatan proses deteksi beberapa objek (multiple object), maka akan semakin besar nilai FPS yang akan didapat.
3. Pada pengujian kualitas deteksi objek dalam keadaan diam di 9 bagian arena lapangan didapat hasil rata-rata akurasi deteksi bola sebesar 100% dan rata-rata akurasi deteksi pada robot 1 sebesar 94,67%.
4. Kecepatan maksimum objek bola yang dapat di deteksi dan di tracking adalah 3 m/s serta rata-rata akurasi deteksinya dari kecepatan 0,5 m/s hingga 3 m/s adalah 97%, dengan akurasi tracking (estimasi posisi) sebesar 100% apabila objek bola dalam keadaan terdeteksi sedangkan pada robot 1 pada kecepatan 0,5 m/s dan 1m/s didapatkan rata-rata akurasi deteksi dan tracking sebesar 100%.
5. Pada ketinggian kamera 380 cm tinggi robot yang tidak mengalami blind spot adalah 15 cm, akan tetapi pada ketinggian kamera 312 cm tinggi robot 15 cm mengalami blind spot.

REFERENSI

- Ahdan, S., Situmorang, H., & Syambas, N. R. (2018). Effect of overhead flooding on NDN forwarding strategies based on broadcast approach. *Proceeding of 2017 11th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications, TSSA 2017, 2018-Janua*(October 2017), 1–4. <https://doi.org/10.1109/TSSA.2017.8272907>
- Ahmad, I., Febrian, A., & Prastowo, A. T. (2022). *PENERAPAN DAN PENDAMPINGAN SISTEM TRACER STUDY SECARA ONLINE PADA MA MA ' ARIF 1 PUNGGUR*. 3(1), 277–282.
- Ahmad, I., Samsugi, S., & Irawan, Y. (2022). Penerapan Augmented Reality Pada Anatomi Tubuh Manusia Untuk Mendukung Pembelajaran Titik Titik Bekam Pengobatan Alternatif. *Jurnal Teknoinfo*, 16(1), 46. <https://doi.org/10.33365/jti.v16i1.1521>
- Alita, D., Putra, A. D., & Darwis, D. (2021). Analysis of classic assumption test and multiple linear regression coefficient test for employee structural office recommendation. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 15(3), 1–5.
- Andika, D., & Darwis, D. (2020). Modifikasi Algoritma Gifshuffle Untuk Peningkatan Kualitas Citra Pada Steganografi. *Jurnal Ilmiah Infrastruktur Teknologi Informasi*, 1(2), 19–23.
- Aziz, M., & Fauzi, A. (2022). *CNN UNTUK DETEKSI BOLA MULTI POLA STUDI KASUS : LIGA HUMANOID ROBOCUP CNN For Multi Pattern Ball Detection Case Study : RoboCup Humanoid League*. 5(1), 23–34.
- Borman, R. I., Putra, Y. P., Fernando, Y., Kurniawan, D. E., Prasetyawan, P., & Ahmad, I. (2018). Designing an Android-based Space Travel Application Trough Virtual Reality for Teaching Media. *2018 International Conference on Applied Engineering (ICAE)*, 1–5.
- Chodha, V., Dubey, R., Kumar, R., Singh, S., & Kaur, S. (2021). Selection of industrial arc welding robot with TOPSIS and Entropy MCDM techniques. *Materials Today: Proceedings*, 50(May), 709–715. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.487>
- Darwis, D., Pasaribu, A. F., & Surahman, A. (2019). Sistem Pencarian Lokasi Bengkel Mobil Resmi Menggunakan Teknik Pengolahan Suara dan Pemrosesan Bahasa Alami. *Jurnal Teknoinfo*, 13(2), 71–77.
- Dita, P. E. S., Al Fahrezi, A., Prasetyawan, P., & Amarudin, A. (2021). Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 121–135.
- Firmansyah, M. A., Mulyana, D., Karlinah, S., & Sumartias, S. (2018). Kontestasi Pesan Politik dalam Kampanye Pilpres 2014 di Twitter: Dari Kultwit Hingga Twitwar. *Jurnal Ilmu Komunikasi*, 16(1), 42. <https://doi.org/10.31315/jik.v16i1.2681>

- Hal, F., Terhadap, K., & Berwirausaha, M. (2022). *Phinisi Integration Review Pengaruh Lingkungan Keluarga Dan Proses Pembelajaran*. 5(1).
- Hamid, A., Sudrajat, A., Kawangit, R. M., Don, A. G., Huda, M., Jalal, B., Akbar, W., Onn, A., & Maseleno, A. (2018). Determining basic food quality using SAW. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(4), 3548–3555. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.18835>
- Jayadi, A., Susanto, T., & Adhinata, F. D. (2021). Sistem Kendali Proporsional pada Robot Penghindar Halangan (Avoider) Pioneer P3-DX. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(1), 47. <https://doi.org/10.24843/mite.2021.v20i01.p05>
- Kuswoyo, H., & Audina, A. Y. (2020). Consecutive Interpreting Strategies on A Court Setting: A Study of English into Indonesia Interpretation. *TEKNOSASTIK*, 18(2), 90–102.
- Nani, D. A., & Ali, S. (2020). Determinants of Effective E-Procurement System: Empirical Evidence from Indonesian Local GovernmeNani, D. A., & Ali, S. (2020). Determinants of Effective E-Procurement System: Empirical Evidence from Indonesian Local Governments. *Jurnal Dinamika Akuntansi. Jurnal Dinamika Akuntansi Dan Bisnis*, 7(1), 33–50. <https://doi.org/10.24815/jdab.v7i1.15671>
- Nani, D. A., & Safitri, V. A. D. (2021). Exploring the relationship between formal management control systems, organisational performance and innovation: The role of leadership characteristics. *Asian Journal of Business and Accounting*, 14(1), 207–224. <https://doi.org/10.22452/ajba.vol14no1.8>
- Neneng, N., Puspaningrum, A. S., & Aldino, A. A. (2021). Perbandingan Hasil Klasifikasi Jenis Daging Menggunakan Ekstraksi Ciri Tekstur Gray Level Co-occurrence Matrices (GLCM) Dan Local Binary Pattern (LBP). *SMATIKA JURNAL*, 11(01), 48–52.
- Octavia, N., Hayati, K., & Karim, M. (2020). Pengaruh Kepribadian, Kecerdasan Emosional dan Kecerdasan Spiritual terhadap Kinerja Karyawan. *Jurnal Bisnis Dan Manajemen*, 2(1), 130–144. <https://doi.org/10.23960/jbm.v16i2.87>
- Pajar, M., Setiawan, D., Rosandi, I. S., & Darmawan, S. (2017). *Deteksi Bola Multipola Pada Robot Krakatau FC*. 6–9.
- Pasaribu, A. F. O., Darwis, D., Irawan, A., & Surahman, A. (2019). Sistem informasi geografis untuk pencarian lokasi bengkel mobil di wilayah Kota Bandar Lampung. *Jurnal Tekno Kompak*, 13(2), 1–6.
- Prasetyo, S. D., & Nani, D. A. (2021). Pengaruh Pengungkapan Corporate Social Responsibility Terhadap Harga Saham (Studi Empiris Pada Perusahaan Perkebunan Sub Sektor Sawit Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2017 -2019). *Accounting Global Journal*, 5(2), 123–151. <https://doi.org/10.24176/agj.v5i2.6230>
- Pratama Zanofa, A., & Fahrizal, M. (2021). Penerapan Bluetooth Untuk Gerbang Otomatis. *Portaldata.Org*, 1(2), 1–10.

- Putra, M. W., Darwis, D., & Priandika, A. T. (2021). Pengukuran Kinerja Keuangan Menggunakan Analisis Rasio Keuangan Sebagai Dasar Penilaian Kinerja Keuangan (Studi Kasus: CV Sumber Makmur Abadi Lampung Tengah). *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Akuntansi*, 1(1), 48–59.
- Rahmanto, Y., & Fernando, Y. (2019). Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Kegiatan Ekstrakurikuler Berbasis Web (Studi Kasus: Smk Ma'Arif Kalirejo Lampung Tengah). *Jurnal Tekno Kompak*, 13(2), 11–15.
- Ramdan, S. D., & Utami, N. (2020). Pengembangan Koper Pintar Berbasis Arduino. *Journal ICTEE*, 1(1), 4–8. <https://doi.org/10.33365/jictee.v1i1.699>
- Ria, M. D., & Budiman, A. (2021). Perancangan Sistem Informasi Tata Kelola Teknologi Informasi Perpustakaan. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa ...*, 2(1), 122–133.
- Rido, A., & Sari, F. M. (2018). Characteristics of classroom interaction of english language teachers in Indonesia and Malaysia. *International Journal of Language Education*, 2(1), 40–50. <https://doi.org/10.26858/ijole.v2i1.5246>
- Rikendry, & Navigasi, S. (2007). *Sistem kontrol pergerakan robot beroda pematik api. 2007(Snati)*, 1–4.
- Rossi, F., Aizzuddin, A., & Rahni, A. (2018). *Joint Segmentation Methods of Tumor Delineation in PET – CT Images : A Review*. 7, 137–145.
- Sandika, A., & Mahfud, I. (2021). Penerapan Model Latihan Daya Tahan Kardiovaskuler With the Ball Permainan Sepak Bola Ssb Bu Pratama. *Journal Of Physical Education*, 2(1), 32–36.
- Setiawan, D., Rosandi, I. S., Putra, M. P. K., & Darmawan, S. (2018). *Deteksi Bola Multipola Pada Robot Krakatau FC*.
- Sulistiani, H., Yuliani, A., & Hamidy, F. (2021). Perancangan Sistem Informasi Akuntansi Upah Lembur Karyawan Menggunakan Extreme Programming. *Technomedia Journal*, 6(1 Agustus).
- Surahman, A., Wahyudi, A. D., Putra, A. D., Sintaro, S., & Pangestu, I. (2021). Perbandingan Kualitas 3D Objek Tugu Budaya Saibatin Berdasarkan Posisi Gambar Fotogrametri Jarak Dekat. *InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, 2, 296–301.
- Syamsul Bahri, Amri Aji, F. Y. (2018). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85–100.
- Teknologi, J., Jtsi, I., Saputra, M. A., Isnain, A. R., Informasi, S., Teknik, F., & Indonesia, U. T. (2021). *PENERAPAN SMART VILLAGE DALAM PENINGKATAN PELAYANAN MASYARAKAT MENGGUNAKAN METODE WEB ENGINEERING (Studi Kasus : Desa Sukanegeri Jaya)*. 2(3), 49–55.
- Utami, A. R., Oktaviani, L., & Emaliana, I. (2021). The Use of Video for Distance

Learning During Covid-19 Pandemic: Students' Voice. *Jet Adi Buana*, 6(02), 153–161. <https://doi.org/10.36456/jet.v6.n02.2021.4047>

Wantoro, A., & Nata Prawira, F. (n.d.). *Implementation of Simple Additive Weighting (SAW) Method for Determining Social Customer Relationship Management (SCRM) Model as Business Strategy in University*.

Windane, W. W., & Lathifah, L. (2021). E-Commerce Toko Fisago.Co Berbasis Android. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(3), 285–303. <https://doi.org/10.33365/jatika.v2i3.1139>

Yuliana, Y., Paradise, P., & Kusriani, K. (2021). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ispa Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier Berbasis Web. *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)*, 10(3), 127. <https://doi.org/10.22303/csrid.10.3.2018.127-138>