

Sistem Identifikasi Dan Pelacakan Tim Pemain Sepak Bola Berdasarkan Warna Jersey Menggunakan Computer Vision

1st Muhamad Rifki Ferdiansyah

Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rifikiferdiansyah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Marlindia Ike Sari

Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

marlindia@staff.telkomuniversity.ac.id

3rd Rini Handayani

Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rinihandayani@staff.telkomuniversity.ac.id

Abstract—Video siaran olahraga dapat dimanfaatkan untuk menganalisis taktik pemain lawan oleh pelatih maupun pemain. Namun karena lamanya durasi permainan pada suatu olahraga, penonton video pun tidak mendapatkan informasi yang lengkap secara langsung melainkan harus mengamati secara keseluruhan dari rangkaian video tersebut. Meski pada dasarnya dalam melakukan pengamatan dapat secara langsung, namun akan lebih efektif bila dilakukan dengan siaran ulang yang dianalisis untuk menjadi data statistik permainan. Maka dari itu diperlukan sistem yang dapat berperan untuk melakukan analisis secara keseluruhan, dengan memanfaatkan metode *color filtering* HSV sebagai cara dalam mengidentifikasi. Pada akhirnya teknologi yang semakin berkembang membuat manusia lebih terbantu dalam menjalankan hidup. Pengolahan citra yang telah banyak digunakan pada bidang olahraga untuk melakukan pelacakan objek-objek pada lapangan seperti pemain, bola, atau garis lapangan. Oleh karena itu maka diperlukan suatu sistem yang dapat melacak dan mengidentifikasi jersey dengan memanfaatkan *opencv* dan dengan metode *color filtering* HSV sehingga mempermudah dalam menganalisis statistik permainan sepak bola. Pada Proyek Akhir ini dihasilkan nilai rata-rata akurasi sebesar 88.6% dengan pengujian 5 sampel video deteksi dan identifikasi serta menghasilkan nilai akurasi 100% pada pengujian dari 1 sampel video deteksi, identifikasi, dan perhitungan

Keywords— *OpenCv, Deep Learning, Object Detection, Coloring Filter HSV, Yolo*

I. INTRODUCTION

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada saat ini sangatlah cepat dan menghasilkan suatu alat yang dapat membantu manusia untuk menyelesaikan pekerjaannya secara sederhana dan otomatis. Salah satu dari perkembangannya yaitu di bidang olahraga sepakbola. Tim sepak bola profesional tidak lagi hanya mengandalkan pengaruh manajer tim, staf pelatihnya, dan sejumlah tenaga medis untuk mempengaruhi kinerja para pemain dalam pertandingan. Dalam olahraga sepak bola untuk meningkatkan prestasi tim sepakbola harus lebih giat berlatih baik itu dari latihan fisik maupun mental para pemain.

Latihan merupakan salah satu faktor penunjang untuk meningkatkan bakat, agar meraih prestasi yang lebih baik. dan latihan fisik merupakan bagian yang sangat penting karena dalam latihan fisik menekankan kepada para pemain untuk meningkatkan kebugaran, ketahanan otot, kelenturan serta

tenaga. Meski pada dasarnya dalam melakukan pengamatan dapat secara langsung, dengan bantuan IPTEK dan *sport science* pelacakan objek digunakan untuk menganalisis taktik para pemain lawan yang dapat dimanfaatkan oleh pelatih maupun pemain seperti halnya pencatatan statistik yang dapat digunakan untuk melihat persentase penguasaan bola melalui identifikasi warna pada jersey yang digunakan pada para pemain sepak bola pada rekaman video siaran olahraga sepak bola. Pada penelitian sebelumnya yang membahas metode *color filtering* dengan HSV pada pendeteksian bola, objek dapat mendeteksi warna dengan kesesuaian yang sudah ditentukan dengan intensitas cahaya tidak mempengaruhi, namun dalam pendeteksian jarak dan ukuran bola mempengaruhi [1].

II. LITERATURE REVIEW

Menurut jurnal penelitian sebelumnya yang berjudul “Tracking Bola Menggunakan Robotino”, digunakan metode *color filtering* RGB dalam mendeteksi bola, namun dalam segmentasi warnanya belum dapat secara akurat mendeteksi objek bola dan persentase keberhasilan dalam mendeteksi sekitar 66,67%. Ini dikarenakan beberapa faktor penyebab tingkat keberhasilan tidak sempurna, salah satunya adalah faktor intensitas cahaya yang belum dirumuskan [2].

Dalam jurnal penelitian berikutnya yang berjudul “Perancangan Sistem Robot Pendeteksi Bola Tenis Meja”. Peneliti merancang sistem robot yang dapat mendeteksi objek berupa bola tenis meja menggunakan teknik *integral image* dengan algoritma *Adaptive Boosting*. Yaitu algoritma yang biasa digunakan dalam pengambilan keputusan. Dengan metode ini dapat dihasilkan deteksi bola tenis meja dengan jangkauan sejauh 25 cm dan dengan maksimal jangkauan sejauh 65cm tergantung pada tingkat intensitas cahaya. Jika cahaya didapati dalam keadaan merata dan terang serta dalam jangkauan sejauh-jauhnya adalah 30 cm, tingkat keberhasilan deteksi objek dapat mencapai 100% dengan waktu proses sekitar 1.25 detik [3]

Pada jurnal penelitian yang lain, proses *training* sangat dibutuhkan. Proses ini berguna untuk melatih sistem agar dapat mendeteksi objek bola dan pemain bola. *Training* dilakukan dengan menggunakan data-data baik dari citra positif maupun citra negatif. Pada data citra positif, data tersebut berupa kumpulan dari aktivitas pemain sepakbola di lapangan, seperti berlari, berjalan, berdiri, dan aktivitas

lainnya pada saat di lapangan. Dengan kata lain data untuk citra positif adalah data yang dapat dikenali. Sedangkan pada data untuk citra negatif merupakan data yang bukan inti dalam pendeteksian seperti rumput, gawang, dan objek lain yang berada satu tempat disekitar data pada citra positif, pada jurnal penelitian ini diperlukan 771 gambar untuk dijadikan data citra positif dan memerlukan 1507 gambar untuk dijadikan data citra negatif dimana data tersebut merupakan gambar suasana lapangan berukuran 128x64 piksel [4].

Pada jurnal penelitian berikutnya peneliti dalam melakukan deteksi makanan khas Palembang menggunakan yolo sebagai algoritma *object detection* pada penelitiannya, dikarenakan tingkat akurasi serta memiliki kecepatan proses yang sangat tinggi dibandingkan dengan algoritma pendeteksian objek lainnya. Peneliti dalam melakukan uji coba dan *training dataset* dengan menggunakan google colaboratory. Akurasi yang didapat dalam melakukan percobaan sebanyak 31 makanan khas dari daerah Palembang adalah sebanyak 96% dengan kecepatan dalam melakukan pendeteksian adalah sebesar 40.486.129 milidetik [5].

Performa pada yolo versi 3 memiliki nilai yang mendekati 1, dibandingkan dengan versi sebelumnya yaitu yolo versi 2 dalam melakukan pendeteksian pada manusia. Hal ini disebabkan pada yolo versi 3 jumlah layer yang dimiliki lebih banyak daripada versi 2, yaitu pada yolo versi 3 memiliki 53-layer dan pada yolo versi 2 memiliki 23 layer. Dari hasil uji coba yang dilakukan peneliti melalui data uji yang sudah dibuat sebelumnya yaitu 150 citra, dengan yolo versi 3 mendapatkan hasil skor *confidence* tertinggi dengan citra yang berjarak agak jauh dari citra lainnya adalah sebesar 0.99. Dan untuk citra yang saling berdekatan memiliki skor *confidence* tertinggi sebesar 0.84 dengan menggunakan *threshold* sebesar 0.30. Sedangkan pada yolo versi 2 dengan menggunakan *threshold* yang sama yaitu sebesar 0.30 mendapatkan skor *confidence* dengan rata-rata adalah 0.60 [6].

A. Confusion Matrix

Confusion matrix digunakan untuk mengelompokkan data penyusunan bersistem dalam kelompok yang ditetapkan kedalam empat bagian, dan digunakan sebagai cara menghitung besar akurasi pada pengujian. Dengan kata lain *confusion matrix* adalah cara untuk menghitung akurasi pengujian dalam memprediksi suatu objek. Dalam menghitung akurasinya diberikan rumus perhitungan sebagai berikut:

Tabel 1. Confusion Matrix

		Nilai Nyata	
		Positif	Negatif
Nilai Prediksi	Positif	TP (True Positif)	FP (False Positif)
	Negatif	FN (False Negatif)	TN (True Negatif)

Berdasarkan Tabel 1 didapati rumus perhitungan akurasi yaitu:

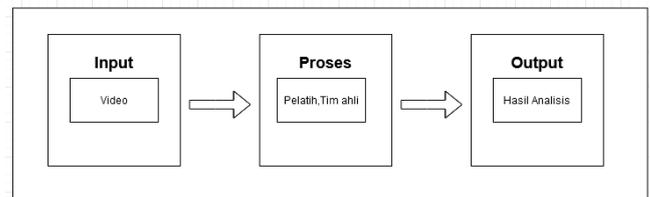
$$Akurasi = \frac{TN+TP}{TP+FP+TN+FN} \tag{1}$$

III. METHOD

Terkait sistem yang sudah dibangun sebelumnya pada penelitian yang dilakukan oleh Dedy Agung Prabowo dkk tentang Deteksi Dan Perhitungan Objek Berdasarkan Warna Menggunakan Color Object Tracking. Penelitian ini menyimpulkan bahwa keberhasilan pendeteksian objek sangat ditentukan oleh perbedaan warna objek dan latar belakang objek. Namun pada penelitian ini hanya berfokus pada tingkat gelap terang warna berdasarkan nilai cahaya dan hanya kepada objek yang diam seperti gambar bukan kepada gambar yang bergerak atau video [7].

A. Gambaran Sistem Saat ini

Pada Gambar 1 berikut merupakan gambaran sistem saat ini secara nyata. Sistem dengan cara seperti ini masih menggunakan cara yang manual dan konvensional, yaitu bermula Ketika sebuah input berupa video siaran sepak bola akan diproses oleh pelatih maupun pemain sepak bola dengan cara menonton siaran tersebut sampai akhir, lalu output yang terjadi jika melalui cara ini adalah sebuah analisa yang dibuat oleh pendapat penonton. Sistem seperti ini memiliki kelemahan yaitu pada keakurasian pada hasil analisa, karena manusia selalu memiliki pendapatnya masing-masing. Maka dari itu dibutuhkannya sebuah sistem yang dapat menghitung atau menganalisis pada permainan sepak bola.



Gambar 1. Blok Diagram Saat Ini

B. Identifikasi Kebutuhan Sistem

Pada kebutuhan sistem, terbagi menjadi dua bagian. Kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional

Tabel 2. Kebutuhan Fungsional

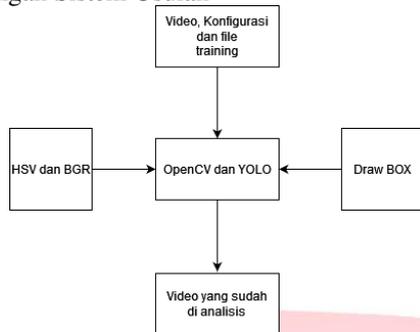
No	Kebutuhan Fungsional
1	Mampu mendeteksi sebuah objek yaitu pemain bola dan bola dalam permainan sepak bola
2	Mampu mengidentifikasi pemain bola berdasarkan warna baju jersey
3	Sistem dapat menghitung jumlah bola yang melewati batas yang sudah ditentukan
4	Sistem dapat menghasilkan perspektif lapangan 2 Dimensi

Tabel 3. Kebutuhan Non Fungsional

No	Kebutuhan non Fungsional
1	Laptop dengan spesifikasi OS Windows 10 Pro Ram 12GB CPU intel i5 generasi 7 2 core
2	Bahasa pemrograman yang dipakai adalah python
3	Input yang dipakai dalam sistem ini adalah video siaran sepakbola

4	Library yang dipakai dalam sistem ini adalah OpenCV dan Numpy dengan algoritma Yolo
5	Pada training model memakai Google Colaboratory

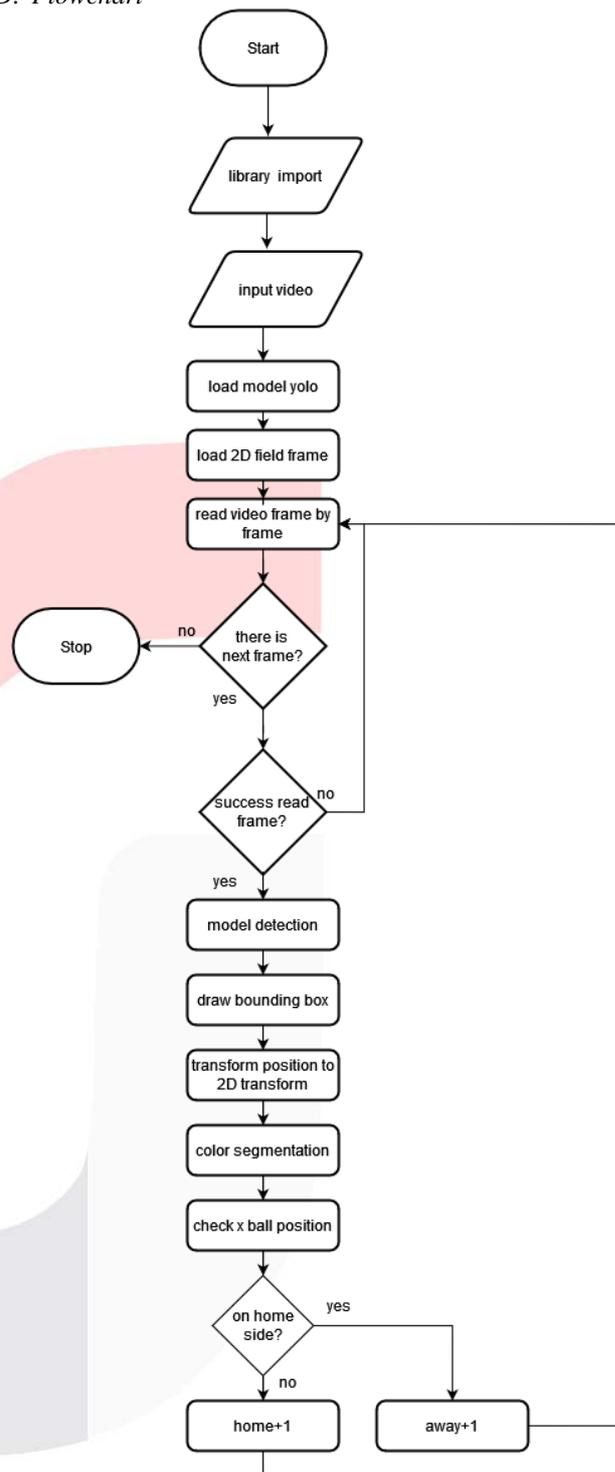
C. Perancangan Sistem Usulan



Gambar 2. Blok Diagram

Pada Gambar 2 merupakan blok diagram dari perancangan sistem usulan, dimana saat pertama input berupa video akan diolah oleh opencv dengan memuat file konfigurasi dan file training model. Opencv akan mengolah video dengan bantuan yolo agar dapat memetakan ulang video tersebut dengan tambahan deteksi dan identifikasi yang akan menjadi video akhir yang sudah di analisis.

D. Flowchart



Gambar 3. Flowchart

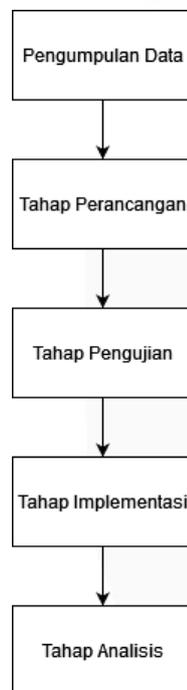
Pada Gambar 3. Flowchart dimulai dari program akan mengimpor library yang dibutuhkan dalam hal ini adalah OpenCV dan NumPy. Lalu video akan masuk sebagai input, setelah video masuk program akan membacanya setiap frame dan dari frame ini akan diubah oleh OpenCV menjadi blobs. Di satu sisi di saat video tersebut sedang dibaca, program juga memuat file training Yolo dengan fitur deep neural network dan juga membaca class names serta memasukkannya ke dalam output layers agar dapat diproses setelahnya. Dari proses tersebut, akan digabungkan untuk dijadikan model yang akan diprediksi.

Dilanjutkan program untuk memfilter *bounding box* berdasarkan nilai level dari *confidence*. Setelah itu program terbagi menjadi dua, yaitu pertama akan membuat kotak deteksi dengan setiap *frame* dan kedua adalah mengecek posisi bola agar dapat dilakukan perhitungan jumlah serangan yang nantinya akan ditampilkan pada gambar 2 dimensi. Dalam membuat kotak deteksi program akan meneruskannya juga dengan membuat *perspective transform* yaitu gambar 2 dimensi.

Program juga akan mengkonversi warna dari BGR menjadi HSV dengan bantuan OpenCV agar dapat dicek dan diverifikasi warna objek tersebut. Setelah proses verifikasi warna, maka warna tadi akan ditulis menjadi kotak deteksi dan pemberian label, serta ditampilkan menjadi video kembali dan disimpan menjadi video baru, program akan berhenti dan memberikan keterangan “Done” sebagai notifikasi bahwa program sudah selesai dan mengembalikan sumber daya yang dipakai sebelumnya.

E. Metode Pengembangan

Metode yang dipakai yaitu metode SDLC yang terdiri atas lima tahapan yaitu:



Gambar 4. Metode Pengembangan

1. Pengumpulan data

Pencarian data penulisan dengan mencari referensi dari sumber-sumber yang memiliki hubungan dengan perancangan dalam melakukan deteksi, identifikasi dan perhitungan pada sebuah objek. Pencarian data juga dalam mencari dataset untuk dipakai dalam perancangan dan pengujian.

2. Tahap perancangan

Merancang sebuah sistem yang dapat melakukan deteksi dan identifikasi serta mengembangkan hingga dapat melakukan perhitungan pada sebuah objek yang dirancang.

3. Tahap pengujian

Pada tahap pengujian ini dilakukan pengujian pada sistem agar dapat menguji keakuratan deteksi dan identifikasi objek dengan berdasarkan warna.

4. Implementasi

Pada tahap ini sistem akan diterapkan ke beberapa video lain, berdasarkan pada tahap sebelumnya yaitu pengujian. Mengecek apakah sistem sudah mengalami peningkatan atau masih seperti sebelumnya.

5. Analisa

Tahapan terakhir yaitu analisa keseluruhan. Dengan tahap ini sistem akan di evaluasi dari berbagai masukan baik dari pengujian maupun mengulang dari tahap perancangan, sehingga diharapkan agar sistem dapat berfungsi dengan baik dan lancar serta dengan tingkat akurasi yang lebih matang

IV. RESULT AND DISCUSSION

A. Implementasi

Yolo sebagai algoritma yang paling besar dalam melakukan pendeteksian objek, serta kombinasi OpenCV dengan *filter* warna dari HSV berperan besar dalam melakukan identifikasi objek berdasarkan warna. Pada saat melakukan *training model*, proyek ini menggunakan sepenuhnya dari Goole Colaboratory. Seperti yang sudah diketahui secara umum, Google Colaboratory atau biasa disebut colab ini memiliki sumber daya yang sangat besar. Google Colaboratory ini memiliki spesifikasi seperti GPU NVIDIA K80s, T4s, P4s dan P100s. Serta memiliki RAM sebesar 13GB dan mampu menyediakan penyimpanan sebesar 130 GB [8].

B. Instalasi Library

Instalasi ini dilakukan untuk memasang beberapa bahan seperti *library* yang dibutuhkan. Berikut ini cara instalasi yang dilakukan pada laptop sebagai alat eksekusi program:

1. Membuat file txt baru dengan isian sebagai berikut:
 - a. `matplotlib==3.4.3`
 - b. `numpy==1.23.2`
 - c. `opencv_python==4.5.5.64`
 - d. `scipy==1.9.0`
2. Setelah itu simpan dengan nama *requirements.txt*
3. Buka jendela perintah (*command prompt*) pada direktori yang sama dimana file *requirements.txt* tersimpan.

Ketikkan perintah berikut `pip install -r requirements.txt` lalu klik *enter* dan tunggu sampai terinstall semuanya

Text heads organize the topics on a relational, hierarchical basis. For example, the paper title is the primary text head because all subsequent material relates and elaborates on this one topic. If there are two or more sub-topics, the next level head (uppercase Roman numerals) should be used and, conversely, if there are not at least two sub-topics, then no subheads should be introduced. Styles named “Heading 1”, “Heading 2”, “Heading 3”, and “Heading 4” are prescribed.

C. Analisis

Sistem yang dibuat harus dilakukan juga pengujian untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibangun sesuai berdasarkan tujuan yang diinginkan. Pengujian yang akan diuji berdasarkan berikut:

1. Pengujian pertama adalah pengujian sistem dapat mendeteksi, mengidentifikasi dan menghitung serangan dengan batasan video dalam inputan adalah statis dengan pandangan kamera berada pada tengah lapangan.
2. Pengujian kedua dilakukan dengan berdasarkan deteksi dan identifikasi pemain dengan berdasar warna pakaian. Pada pengujian kedua ini beberapa sudut kamera menjadi dinamis dan tidak dapat dilakukan perhitungan serangan.

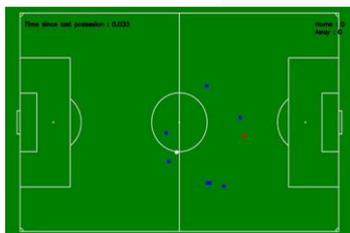
1. *Pengujian Deteksi Identifikasi dan Perhitungan*

Pada Pengujian Deteksi Identifikasi dan Perhitungan ini pengujian bertujuan untuk melakukan identifikasi pemain berdasarkan warna dari pakaian dengan mendeteksi objek adalah pemain dan bola serta menghitung serangan yang dilakukan. Dengan skenario pengujian, pengujian dilakukan dengan memuat file video dengan ketentuan seperti gambar pada video adalah diam, dalam artian kamera sebagai penangkap gambar ini tidak bergerak mengikuti bola, dan berada pada sisi lapangan dengan pandangan adalah tengah lapangan. Pengujian ini hanya memiliki satu pengujian dikarenakan keterbatasan video siaran dengan ketentuan tersebut.

Hasil pengujian sebagai berikut:



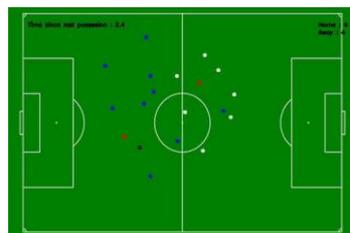
Gambar 5. Pengujian Deteksi Identifikasi dan Perhitungan



(a) Saat Mulai



(b) Saat Berjalan



(c) Saat Selesai

Gambar 6. Perspektif 2 dimensi

Pada hasil pengujian Gambar 5 dimuat ke dalam Tabel 3. Hasil Deteksi dan Identifikasi dengan ketentuan nilai tingkat deteksi dikalikan 100 agar dapat dijadikan persentase dan Gambar 6 Perspektif 2 Dimensi merupakan hasil perspektif 2 dimensi dengan saat mulai memiliki skor *home* dan *away* adalah 0 dan diakhiri dengan skorimbang yaitu sama-sama 4 dengan hasil deteksi dimuat ke dalam bentuk Tabel 4 Durasi Deteksi Bola.

Tabel 4. Hasil Deteksi dan Identifikasi

No	Warna dari jersey pemain,bola, jersey wasit	Tingkat deteksi (%)	Banyak
1	Biru	100	3
2	Biru	99	2
3	Biru	98	2
4	Biru	90	2
5	Putih	100	4
6	Putih	99	1
7	Putih	98	1
8	Putih	97	1
9	Putih	90	1
10	Merah (Wasit)	100	1
11	Hitam (Bola)	99	1

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{9+8+1+1}{9+8+1+1+0+0} = \frac{19}{19} = 1 = 1 \times 100 = 100\%$$

Tabel 5. Durasi Deteksi Bola

No	Base	Time (ms)
1	Away	22.233
2	Home	8.867
3	Away	1.5
4	Home	5.767
5	Away	29.9
6	Home	1.0
7	Home	27.566
8	Away	0.733
9	END (NONE)	2.4

Pada Tabel 4. Durasi Deteksi Bola merupakan hasil deteksi dan durasi yang dimuat kedalam berkas possession.txt dari gambar perspektif 2 dimensi. Dari waktu 0 ke 22,233 *away* berhasil menyerang *base home*. Setelah itu *time* direset dari waktu ke 0. Hingga pada waktu ke 8.867 *home* membalikan keadaan dengan menyerang *away*. Setiap kali *base* menyerang poin bertambah satu dan waktu di *set* ulang dari 0. Berikutnya kembali lagi *away* menyerang *home* pada detik ke 1.5 dan 5.767 detik setelah nya *home* balik menyerang hingga akhirnya *away* menyerang kembali *home* di detik ke 29.9. Tak butuh waktu lama *home* membalikan serangan *away* di detik ke 1.0, hingga pada detik ke 27.566 *home* berhasil Kembali menyerang *away* kembali namun dibalas serangan tersebut oleh *away* pada detik ke 0.733. Hingga detik akhir 2.4 *home* belum dapat membalikan serangan *away* dan pada saat ini video berhenti selesai. Jumlah serangan dari *home* dan *away*imbang pada nilai 4.

Pada pengujian ini dapat disimpulkan pengujian deteksi, identifikasi, dan perhitungan dimana dalam perhitungan yang semula *home* dan *away* bernilai 0 mengalami kenaikan dimana setiap bola berada pada zona *away* dan berubah ke zona *home* maka *away* akan naik satu poin begitu juga dengan *home*, jika bola berada sebelumnya pada zona *home* dan berakhir di zona *away* maka, *home* akan naik poinnya, poin

selalu naik satu-satu serta pada saat poin naik, waktu durasi Kembali ke nilai 0 serta pada hasil deteksi didapat nilai akurasi sebesar 100%.

2. Pengujian Deteksi dan Identifikasi

Pengujian ini adalah hanya sebatas menguji dari tingkat keakurasian dalam melakukan identifikasi dan deteksi. Skenario pengujian dan identifikasi ini merupakan pengujian hanya dengan warna dan tidak melalui proses hitungan posisi serangan, dikarenakan pada pengujian ini data yang diperoleh adalah data dengan ketentuan kamera bergerak bebas namun pandangan kamera tidak terlalu dekat dengan bola meski kamera bergerak mengikuti arah bola, dan pada pengujian ini data diperoleh dari video rekaman dari video gim eFootball PES 2021 dengan data sebanyak 5 sampel video.

Hasil Pengujian adalah sebagai berikut:

a) Pengujian Hijau Biru



Gambar 7. Deteksi Warna Hijau Biru

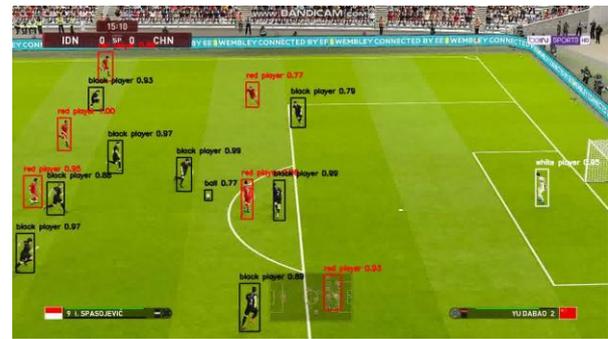
Pengujian dengan deteksi warna hijau dan biru, yang terlihat pada gambar masih ada objek yang belum terdeteksi seperti bola dan pemain di sudut-sudut sisi bawah dan sisi kanan. Dari pengujian ini berikut merupakan tabel pengujian deteksi warna hijau dan biru:

Tabel 6. Hasil Pengujian Deteksi Warna Hijau Biru

No	Nama objek	Tingkat deteksi (%)	Banyak
1	Pemain Berwarna Biru	100	1
2	Pemain Berwarna Biru	98	2
3	Pemain Berwarna Biru	86	1
4	Pemain Berwarna Biru	80	1
5	Pemain Berwarna Hijau	100	3
6	Pemain Berwarna Hijau	99	1
7	Pemain Berwarna Hijau	94	1
8	Pemain Berwarna Hijau	85	1
9	Wasit Berwarna Kuning	98	1
10	Bola	Tidak terdeteksi	
		$Akurasi = \frac{13}{15} = 0.86 = 86\%$	

Pada pengujian warna hijau dan biru bola tidak terdeteksi, hal ini disebabkan, latar belakang warna yang terlalu kekuningan dan pandangan kamera yang berubah ubah, sehingga menyulitkan dalam pendeteksian bola. Namun dalam hal pendeteksian nilai deteksi terendah untuk pemain berwarna biru adalah 80% dan pemain berwarna hijau adalah 85% dengan sama-sama mendapatkan 100% pada nilai tertinggi dalam deteksi dan nilai akurasi pada warn aini adalah sebesar 86%

b) Pengujian Hitam Merah



Gambar 8. Deteksi Warna Hitam Merah

Adanya objek yang terdeteksi dan teridentifikasi sebagai pemain berwarna merah pada Gambar 8, secara nyata objek tersebut berupa peta dari pemain. Menurut analisa dari penulis, hal ini disebabkan kurangnya hasil dari *training model* sehingga sistem mengalami kesalahan pada deteksi dan identifikasi. Hasil Pengujian warna ini tertuang pada Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Pengujian Deteksi Warna Hitam Merah

No	Nama objek	Tingkat deteksi (%)	Banyak
1	Pemain Berwarna Hitam	99	2
2	Pemain Berwarna Hitam	97	2
3	Pemain Berwarna Hitam	93	1
4	Pemain Berwarna Hitam	89	1
5	Pemain Berwarna Hitam	88	1
6	Pemain Berwarna Hitam	79	1
7	Pemain Berwarna Merah	100	1
8	Pemain Berwarna Merah	98	1
9	Pemain Berwarna Merah	95	1
10	Pemain Berwarna Merah	88	1
11	Pemain Berwarna Merah	77	1
12	Pemain Berwarna Putih (kipper)	95	1
13	Bola	77	1
14	Objek lain	93 (merah)	1
		$Akurasi = \frac{15}{16} = 0.93 = 93\%$	

Nilai deteksi tertinggi pada pemain berwarna hitam adalah 99% dan pemain berwarna merah adalah 100% sedangkan pada nilai deteksi terendah pada pemain hitam adalah 79% dan pemain berwarna hijau adalah 77%. Pada pengujian ini bola dapat terdeteksi namun nilai deteksi sebesar 77% dan adanya objek lain yang terdeteksi sebagai pemain berwarna merah dengan nilai deteksi sebesar 93% dengan nilai akurasi sebesar 93%.

c) Pengujian Hitam Putih



Gambar 9. Deteksi Warna Hitam Putih

Pengujian dengan deteksi warna hitam dan putih, terlihat pada Gambar 9 adanya objek yang tidak terdeteksi dan teridentifikasi dalam hal ini adalah bola. Menurut analisa dari penulis hal ini disebabkan data dalam hal ini adalah video

memiliki pandangan kamera yang berubah ubah, sehingga sistem mengalami kesulitan dalam deteksi dan identifikasi bola tersebut. Berikut tabel pengujianya:

Tabel 8. Hasil Pengujian Deteksi Warna Hitam Putih

No	Nama objek	Tingkat deteksi (%)	Banyak
1	Pemain Berwarna Hitam	99	1
2	Pemain Berwarna Hitam	95	1
3	Pemain Berwarna Hitam	94	1
4	Pemain Berwarna Hitam	85	1
5	Pemain Berwarna Hitam	78	1
6	Pemain Berwarna Putih	99	1
7	Pemain Berwarna Putih	98	2
8	Pemain Berwarna Putih	89	1
9	Pemain Berwarna Putih	80	1
10	Pemain Berwarna Putih	77	1
11	Pemain Berwarna Putih	76	1
12	Bola	Tidak terdeteksi	
		Akurasi = $\frac{15}{18} = 0.83 = 83\%$	

Nilai deteksi tertinggi pada pemain berwarna hitam dan pemain berwarna putih adalah 99% sedangkan pada nilai deteksi terendah pada pemain hitam adalah 78% dan pemain berwarna putih adalah 76%. Pada pengujian ini bola masih belum dapat terdeteksi dan nilai akurasi pada pengujian ini sebesar 83%.

d) Pengujian Merah Kuning



Gambar 10. Deteksi Warna Merah Kuning

Pengujian dengan deteksi warna merah dan kuning, terlihat pada gambar ini objek terdeteksi dan teridentifikasi. Berikut tabel hasil pengujian;

Tabel 9. Hasil Pengujian Deteksi Warna Merah Kuning

No	Nama objek	Tingkat deteksi (%)	Banyak
1	Pemain Berwarna Merah	100	2
2	Pemain Berwarna Merah	99	2
3	Pemain Berwarna Merah	97	1
4	Pemain Berwarna Kuning	100	1
5	Pemain Berwarna Kuning	99	1
6	Pemain Berwarna Kuning	98	1
7	Pemain Berwarna Kuning	92	1
8	Wasit Berwarna Biru	93	1
9	Bola	Tidak terdeteksi	
		Akurasi = $\frac{10}{11} = 0.90 = 90\%$	

Nilai deteksi tertinggi pada pemain berwarna merah dan pemain berwarna kuning adalah 100% sedangkan pada nilai deteksi terendah pada pemain merah adalah 97% dan pemain berwarna kuning adalah 93%. Pada pengujian ini bola masih belum dapat terdeteksi. Dan nilai akurasi berada pada 90%.

e) Pengujian Ungu Putih



Gambar 11. Deteksi Warna Ungu Putih

Pengujian dengan deteksi warna ungu dan putih, terlihat pada gambar ini objek terdeteksi dan teridentifikasi. Berikut tabel hasil pengujian:

Tabel 10. Hasil Pengujian Deteksi Warna Ungu Putih

No	Nama objek	Tingkat deteksi (%)	Banyak
1	Pemain Berwarna Ungu	100	2
2	Pemain Berwarna Ungu	99	1
3	Pemain Berwarna Ungu	97	1
4	Pemain Berwarna Ungu	94	1
5	Pemain Berwarna Ungu	93	1
6	Pemain Berwarna Ungu	89	1
7	Pemain Berwarna Putih	98	1
8	Pemain Berwarna Putih	93	1
9	Pemain Berwarna Putih	90	1
10	Pemain Berwarna Putih	88	1
11	Bola	Tidak terdeteksi	
		Akurasi = $\frac{11}{12} = 0.91 = 91\%$	

Nilai deteksi tertinggi pada pemain berwarna ungu adalah 100% dan pemain berwarna putih adalah 98% sedangkan pada nilai deteksi terendah pada pemain ungu adalah 89% dan pemain berwarna putih adalah 88%. Pada pengujian ini bola masih belum dapat terdeteksi dan nilai akurasi pada pengujian ini sebesar 91%.

V. CONCLUSION

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Sistem ini dalam mendeteksi warna *jersey* pada pemain sepak bola telah berhasil dan teruji dalam melakukan implementasi *color filtering* HSV.
- Dalam melakukan identifikasi, deteksi dan perhitungan sistem telah berhasil untuk dapat menganalisis posisi bola dengan hasil akhir imbang yaitu mendapatkan nilai yang sama sebesar 4.
- Akurasi warna pada deteksi dan identifikasi pada sistem ini telah berjalan cukup yaitu 88.6% pada hasil pengujian deteksi dan identifikasi dengan data sampel 5 video, dan mendapatkan nilai akurasi 100% pada deteksi, identifikasi dan perhitungan dengan data sampel sebanyak 1 video.
- Perhitungan serangan bola dan durasi serangan bola terdeteksi dan teridentifikasi, dengan ketentuan video sebagai masukan adalah video dengan pandangan gambar yang diam dengan batasan hitung adalah garis tengah lapangan.

REFERENCES

- [1] N. Khamdi, M. Susantok, and P. Leopard, "Pendeteksian Objek Bola dengan Metode Color Filtering HSV pada Robot Soccer Humanoid," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 2, p. 123, 2017, doi: 10.25077/jnte.v6n2.398.2017.
- [2] G. S. Nahla and I. D. Pramadhianto, "Tracking Bola Menggunakan Robotino," *Pens-Its*, pp. 38–48, 2010.

- [3] N. Ario, W., Puspita, H. L., & Andi, "Perancangan Sistem Robot Mobil Pendeteksi Bola Tennis Meja.," *J. Tek. Komput.*, vol. 2, no. 9, p. 18, 2010.
- [4] K. N. Ramadhani, A. S. Mugni, and M. S. Mubarak, "Deteksi dan Tracking Pemain Sepakbola menggunakan Histogram of Oriented Gradients (HOG) dan Kalman Filter," *Indonesian Journal on Computing (Indo-JC)*, vol. 3, no. 1. p. 33, 2018, doi: 10.21108/indojc.2018.3.1.211.
- [5] L. Rahma, H. Syaputra, A. H. Mirza, and S. D. Purnamasari, "Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once)," *J. Nas. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 213–232, 2021, doi: 10.47747/jurnalnik.v2i3.534.
- [6] B. Putra, G. Pamungkas, B. Nugroho, and F. Anggraeny, "Deteksi dan Menghitung Manusia Menggunakan YOLO-CNN," *J. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 02, no. 1, pp. 67–76, 2021.
- [7] D. A. Prabowo and D. Abdullah, "Deteksi dan Perhitungan Objek Berdasarkan Warna Menggunakan Color Object Tracking," *Pseudocode*, vol. 5, no. 2, pp. 85–91, 2018, doi: 10.33369/pseudocode.5.2.85-91.
- [8] "DQLab | Kursus Data Science Online Indonesia R Python." <https://www.dqlab.id/python-vs-r-kenalan-dengan-google-colaboratory>. (accessed Sep. 22, 2022).