

# Peningkatan Akurasi dan Kecepatan Pelacakan Bola Sepak Dengan Menggunakan Metode Camshift

\*Muhammad Luqman Bukhori

*Program Studi Teknik Dirgantara, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Indonesia*

## Abstrak

*Robot adalah alat kendali otomatis untuk membantu pekerjaan manusia. Jenis robot yang dapat diaplikasikan seperti pada militer, kesehatan, dan sejenisnya. Salah satu jenis yang dapat diterapkan adalah robot untuk pelacak suatu objek. Pelacakan objek membutuhkan ciri dan karakteristik yang unik dan bervariasi. Sebagai contoh objek warna, tekstur bentuk, dan ukurannya. Dengan banyaknya ciri dan karakteristik ini, robot diharuskan dapat mengidentifikasi dan melacak suatu objek dengan cepat dan akurat seperti halnya manusia. Berdasarkan permasalahan yang dialami, terdapat salah satu solusi untuk mengatasi pelacakan dengan cepat dan akurat yaitu dengan menerapkan algoritma atau metode CAMSHIFT. Metode ini dapat mengatasi beberapa ciri dan karakteristik dari suatu citra secara variatif karena sifatnya yang dapat beradaptasi terhadap lingkungannya. Pada penelitian ini, metode ini diterapkan untuk melacak suatu objek yaitu bola sepak. Bola sepak ini mempunyai ciri warna jingga, dengan beberapa corak yang mengelilinginya. Hasil yang diperoleh setelah menerapkan metode ini, robot dapat melakukan pelacakan objek bola dengan cepat hingga 0,0857 detik per bingkai. Pengujian lanjut dilakukan dengan menetapkan jarak jangkauan bola hingga 10 meter. Hasil uji jarak ini menunjukkan bahwa robot dapat melacak bola pada keseluruhan jarak dengan akurasi 100%.*

**Kata kunci:** Robot, CAMSHIFT, Pelacakan Objek, Bola Sepak, Akurasi, Kecepatan

## Abstract

*The robot is an automatic control tool to help human work. Types of robots that can be applied such as in military, health, and the like. One type that can be applied is a robot to track an object. Object tracking requires unique and varied characteristics and characteristics. For example object color, shape texture, and size. With these many features and characteristics, robots are required to be able to identify and track an object quickly and accurately just like humans. Based on the problems experienced, there is one solution to solve tracking quickly and accurately, namely by implementing the CAMSHIFT algorithm or method. This method can overcome several features and characteristics of an image in a varied way because of its adaptability to its environment. In this research, this method is applied to track an object, namely a soccer ball. This soccer ball has a characteristic orange color, with several patterns surrounding it. The results obtained after applying this method, the robot can perform fast-tracking of spherical objects up to 0.0857 seconds per frame. Further testing was carried out by setting the ball reach distance to 10 meters. The results of this distance test show that the robot can track the ball over the entire distance with 100% accuracy.*

**Keywords:** Robot, CAMSHIFT, Object Tracking, Soccer Ball, Accuracy, Speed

## Pendahuluan

Robot adalah alat kendali otomatis untuk membantu pekerjaan manusia [1]. Banyak jenis robot yang telah diaplikasikan pada saat ini, seperti untuk militer, kesehatan, manufaktur dan jenis aplikasi lainnya [2], [3]. Salah satu contoh aplikasi yang sudah dibuat oleh Dwisnanto adalah robot pintar pengukur kepuasan konsumen pada pusat perbelanjaan [2]. Di Indonesia, robot selalu dikembangkan dari tahun ke tahun melalui sebuah kompetisi yang sering disebut Kontes Robot Indonesia (KRI). Salah satu yang menarik pada kategori kontes adalah tentang kontes robot sepak

---

\* E-mail address: [mluqmanbukhori@gmail.com](mailto:mluqmanbukhori@gmail.com)

Available online 31 Juli 2020

bola. Kategori ini mewajibkan robot dapat mendeteksi dan mengejar bola sepak untuk dimasukkan ke gawang lawan seperti halnya sepak bola yang dimainkan oleh manusia. Dibutuhkan pelacakan objek terhadap target yang akan dilacak yaitu sebuah bola sepak. Untuk dapat mengidentifikasi target dan melacak, dibutuhkan metode pendekatan yang relevan. Salah satunya dengan memanfaatkan pengolahan citra digital. Pelacakan objek menurut sifatnya dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu: fitur, model dan aliran optik [4].

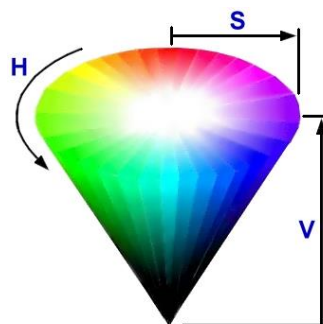
Dalam beberapa kasus, untuk melakukan sebuah pelacakan dibutuhkan penggabungan antara fitur dan karakter suatu objek. Misalnya karakteristik SIFT dan Mean Shift yang digunakan untuk melacak objek gambar diam atau objek bergerak (berubah-ubah), dan melacak objek dengan penggabungan kedua metode ASIFT dan Mean Shift, yang dalam analisisnya menghasilkan beberapa poin penting di mana nilai akurasi yang dicapai adalah 30% untuk melacak objek [5]. Mean Shift sendiri merupakan metode yang tidak dapat beradaptasi terhadap perubahan lingkungan yang signifikan. Jadi, ketika bingkai citra yang diolah mempunyai banyak ciri dan karakter pasti mengalami masalah. Masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan metode CAMSHIFT (*Continuously Adaptive Mean Shift*). Metode ini merupakan metode pelacakan yang sangat baik untuk objek apa pun. Diperlihatkan hasil yang akurat sebesar 100% untuk jarak maksimum sepanjang 500 cm pada pelacakan bola kasti [6]. Selain bola kasti, metode ini juga diterapkan dalam hal pelacakan wajah dan memiliki akurasi yang tinggi dalam melacak pergerakan objek wajah hingga 96% [7].

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat dilihat bahwa permasalahan dalam kasus pelacakan objek perlu adanya pengenalan ciri dan karakteristik yang selalu bervariasi. Perlunya pengolahan citra pada suatu robot untuk mengolah suatu citra dengan banyaknya ciri dan karakteristik yang selalu berubah supaya dapat melacak suatu objek dengan akurat dan cepat. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan pengolahan citra yang dengan memanfaatkan metode CAMSHIFT untuk menambah akurasi dan kecepatan pelacakan bola yang tinggi pada robot sepak bola. Keunikan dari penelitian yang dilakukan pada saat ini adalah fitur yang dideteksi tidak hanya struktur pada warna dan bentuk saja, namun juga jarak yang dilacak hingga mencapai 1000 cm. Fokus pelacakan yang diteliti yaitu bola sepak dan diaplikasikan pada robot sepak bola.

## Tinjauan Pustaka dan Pengembangan

### HSV (Hue, Saturation, Value)

HSV adalah teknik pengolahan citra ke dalam skala abu-abu (gray-scale). Teknik ini berfungsi untuk melakukan klarifikasi segmentasi dari berbagai citra. Untuk membedakan suatu warna menggunakan nilai dari *hue* yang merupakan representasi warna (merah, jingga, kuning, hijau, biru). Seperti yang ditampilkan pada Gambar 1, sedangkan *saturation* dan *value* merupakan tingkatan kecerahan suatu warna [9].



Gambar 1 Ruang warna *hue*, *saturation*, dan *value*

Untuk dapat melakukan konversi warna dari ranah RGB ke ranah HSV, dapat dilihat pada Persamaan 1 sampai dengan Persamaan 5.

$$r = \frac{R}{R+G+B}, \quad g = \frac{G}{R+G+B}, \quad b = \frac{B}{R+G+B} \quad (1)$$

$$V = \max(r, g, b) \quad (2)$$

$$H = \begin{cases} 0 & , \text{ If } S = 0 \\ \frac{60*(g-b)}{S+V} & , \text{ If } V = r \\ 60 * \left[ 2 + \frac{(b-r)}{S+V} \right] & , \text{ If } V = g \\ 60 * \left[ 4 + \frac{(r-g)}{S+V} \right] & , \text{ If } V = b \end{cases} \quad (3)$$

$$S = \begin{cases} 0 & , V = 0 \\ V - \frac{\min(r,g,b)}{V} & , V > 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$H = H + 360, \text{ If } H < 0 \quad (5)$$

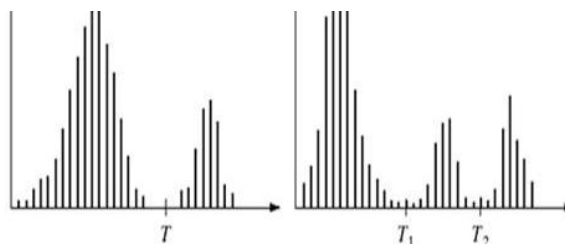
dimana H,S,V : nilai konstanta *Hue, Saturation, Value*  
 R,G,B : nilai konstanta *Red, Green, Blue*  
 r,g,b : nilai hasil normalisasi dari *Red, Green, Blue*

### Thresholding

*Thresholding* (pengambangan) adalah proses mengubah citra skala 8-bit menjadi citra 1-bit atau sering disebut citra biner sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk objek dan mana latar belakang dari citra secara jelas. Citra hasil pengambangan biasanya digunakan lebih lanjut untuk proses pengenalan obyek serta ekstraksi ciri. Cara untuk mengekstrak objek dari latar belakangnya adalah dengan memilih nilai ambang ( $T$ ) yang memisahkan dua mode seperti pada Gambar 2. Kemudian untuk sembarang titik  $(x, y)$  yang memenuhi  $f(x, y) > T$  disebut titik objek, selain itu disebut titik latar belakang. Kesuksesan metode ini bergantung pada seberapa bagus teknik partisi histogram. Citra hasil pengambangan dapat didefinisikan sebagaimana Persamaan 6 [10].

$$G(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) > T \\ 0, & f(x, y) \leq T \end{cases} \quad (6)$$

dengan  $(x, y)$  : koordinat spasial piksel  
 $T$  : nilai ambang  
 $f(x, y)$  : piksel citra masukan  
 $g(x, y)$  : piksel citra keluaran



Gambar 2 Partisi histogram untuk menentukan nilai ambang

### Algoritma CAMSHIFT

Algoritma *Continuously Adaptive Mean Shift* (CAMSHIF) merupakan perkembangan algoritma dari *Mean Shift*. Algoritma ini secara berulang melakukan adaptasi terhadap distribusi peluang warna, fitur, dan karakteristik setiap pergantian bingkai video [11]. Secara prinsip algoritma CAMSHIFT akan mengambil bagian bingkai dengan nilai *hue* untuk dilakukan proses perhitungan probabilitas berdasarkan histogram *hue* yang ditentukan. Langkah-langkah perhitungan probabilitas ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan ukuran awal bingkai citra, untuk perhitungan probabilitas.
2. Menentukan lokasi awal objek yang akan dideteksi.
3. Memasukkan bingkai citra ke ranah HSV dan mengambil nilai *hue*.
4. Membuat histogram dari nilai *hue* yang telah didapatkan untuk mengetahui distribusi probabilitas citra.
5. Melakukan iterasi nilai histogram pada perhitungan probabilitas *mean shift*.
6. Menyimpan koordinat titik tengah dari objek yang terdeteksi.
7. Mengulangi langkah 3 hingga 5 secara berulang-ulang.

Terdapat perhitungan dalam distribusi probabilitas citra pada daerah pusat, oleh karena itu digunakanlah metode momen yang ditunjukkan pada Persamaan 7 hingga Persamaan 11 [12].

Penentuan momen awal dapat dicari dari Persamaan 7.

$$M00 = \sum_{x,y} I(x,y) \quad (7)$$

Penentuan momen pertama untuk x dan y dapat diimplementasikan dengan Persamaan 8 dan Persamaan 9.

$$M10 = \sum_{x,y} xI(x,y) \quad (8)$$

$$M01 = \sum_{x,y} yI(x,y) \quad (9)$$

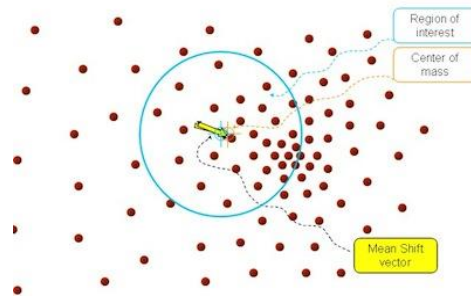
Maka lokasi pusat objek dalam bingkai (*centroid*) diimplementasikan dengan Persamaan 10 dan Persamaan 11.

$$X_c = \frac{M10}{M00} \quad (10)$$

$$Y_c = \frac{M01}{M00} \quad (11)$$

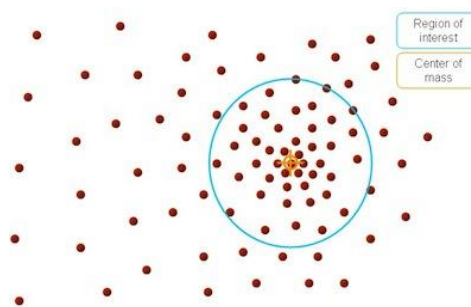
dengan  $M00$  : momen awal  
 $M10$  : momen pertama  
 $M01$  : momen kedua  
 $X_c$  : lokasi objek pusat pada koordinat X  
 $Y_c$  : lokasi objek pusat pada koordinat Y  
 $I(x,y)$  : piksel citra bingkai pusat

Sesuai dengan Persamaan 7 hingga Persamaan 11, algoritma ini mengelompokkan titik-titik pada setiap piksel pusat sesuai dengan histogram yang telah diketahui. Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bagaimana algoritma ini melakukan kalkulasi histogram dan membentuk satu-kesatuan piksel pusat dari suatu objek yang telah berhasil dilacak [13].



Gambar 3 Kalkulasi titik-titik histogram citra

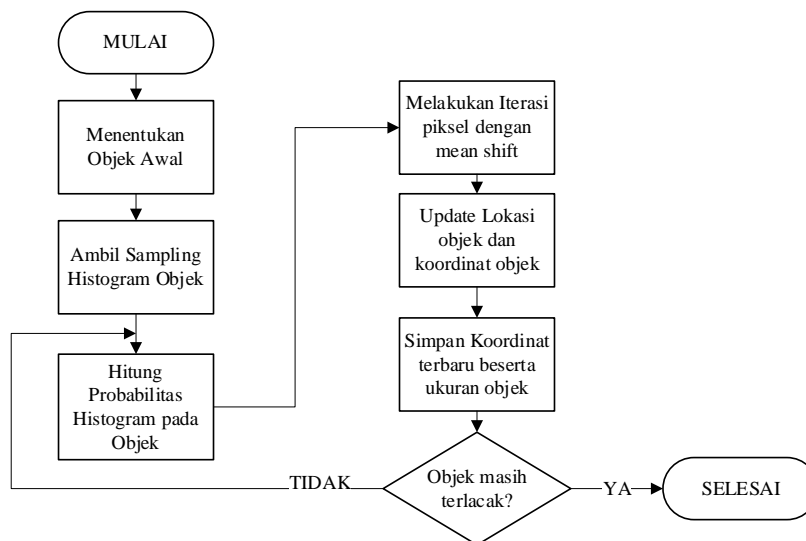
Objek awal merupakan garis lingkaran yang berwarna biru, yang kemudian objek tersebut bergerak ke samping. Dapat dilihat dari kerumunan titik-titik piksel yang digambarkan sedang berkumpul merupakan objek yang dicari. Perhitungan kalkulasi dimulai dari pusat massa saat hingga mencapai titik yang sama dengan pusat objek yang dicari seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Kumpulan titik-titik objek yang dilacak

### Metode Penelitian

Dalam implementasinya, sistem diuji secara langsung dengan *hardware* laptop dan kamera *webcam* sebagai media penangkap citra video secara *real-time*. Kamera diaktifkan untuk mengambil citra secara *streaming (real-life)* untuk melacak objek bola sepak. Pengujian langsung dengan menentukan titik awal objek awal dengan melakukan rentang sebesar objek awal. Metode yang digunakan adalah CAMSHIFT yang dapat digunakan untuk melacak objek dalam keadaan yang tidak kondusif. Secara umum tahapan proses sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 5.



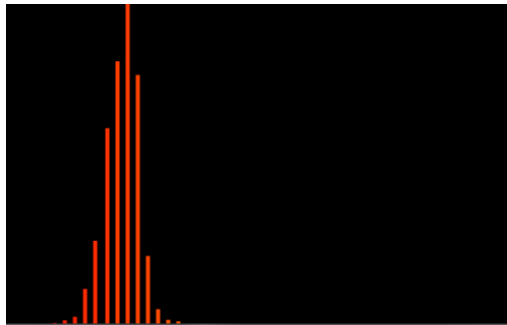
Gambar 5 Proses pengolahan citra dengan CAMSHIFT

Seperti yang dijelaskan pada Gambar 5, untuk dapat melakukan proses pengolahan algoritma CAMSHIFT langkah awal harus memasukkan parameter-parameter nilai pada objek yang akan dilacak. Nilai yang dihasilkan yaitu nilai *hue* pada objek bola sepak beserta koordinat objek lingkaran. Histogram akan dibuat untuk mengetahui probabilitas distribusi warna yang muncul dalam objek yang telah dipilih sebelumnya dengan Persamaan 11.

$$p_r(r_k) = \frac{n_k}{n}; \quad 0 \leq r_k \leq 1; \quad k = 0, 1, \dots, L - 1 \quad (11)$$

dimana     L : jumlah level (0 ~ 255)  
 $p_r(r_k)$  : probabilitas kemunculan warna level ke-k  
 $n_k$  : jumlah kemunculan level k pada citra  
n : total jumlah piksel dalam citra

Hasil distribusi warna seperti pada Gambar 6 yang muncul ketika objek telah dipilih akan digunakan sebagai referensi dalam menghitung lokalisasi objek ketika bergerak, dimana  $x$  = intensitas cahaya (0 hingga 255) dan  $y$  = jumlah piksel.



Gambar 6 Histogram warna objek yang dipilih

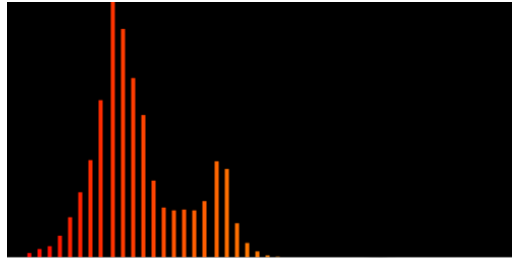
Dari histogram yang didapatkan, dilakukan perhitungan untuk mengetahui probabilitas pergeseran objek menggunakan basis algoritma *Mean-Shift*. Jika diterapkan dalam program dapat mengikuti *pseudocode* berikut ini.

```
M00 = 0; // Initalisasi Map
M10 = 0;
M01 = 0;
For probabilitas_i (prob.tinggi) // i <= prob.tinggi obj.
  For probabilitas_j (prob.lebar) // j <= prob.lebar obj.
    M00 += prob.pusat(i,j); // simpan nilai M00
    M10 += i * prob.pusat(i,j); // simpan nilai M10
    M01 += j * prob.pusat(i,j); // simpan nilai M01
  end
end
pusat_x = M01 / M00; // simpan koordinat x
pusat_y = M10 / M00; // simpan koordinat y
```

Setelah didapatkan nilai dan posisi yang sesuai, nilai akan disimpan untuk dimasukkan dan diproses ulang untuk mengetahui pergerakan objek selanjutnya. Proses ini akan dilakukan secara terus-menerus secara adaptasi terhadap besar ukuran dan posisi objek yang dipindai oleh algoritma CAMSHIFT.

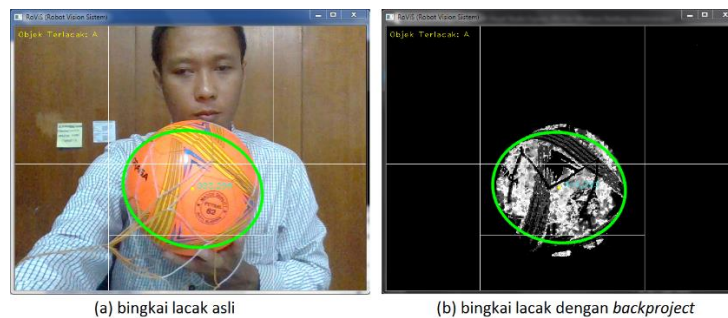
## Hasil dan Pembahasan

Hasil serta pengujian pada algoritma ini dilakukan secara langsung menggunakan kamera *webcam* dan pengolahan citra yang dilakukan oleh laptop. Langkah awal yang dilakukan seperti yang diterapkan pada metode yang dipakai yaitu menentukan histogram yang terdeteksi pada objek. Histogram yang terbentuk adalah histogram warna seperti yang dilihat pada Gambar 7.



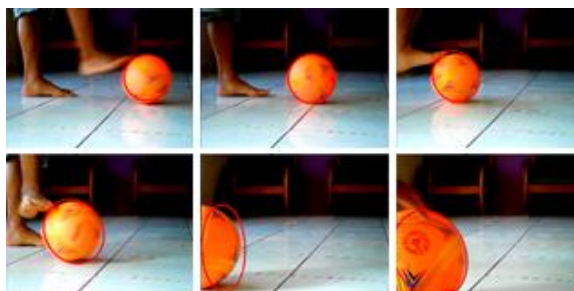
Gambar 7 Bentuk histogram warna pada objek yang terdeteksi

Histogram pada Gambar 7 akan diproyeksikan ke dalam citra aras keabuan untuk menunjukkan kemungkinan warna yang muncul pada setiap piksel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8b. Hasil proyeksi belakang yang terbentuk dari perhitungan berat setiap warna pada citra masukkan menggunakan histogram dan mengubah nilai setiap piksel tersebut dengan berat warna ke seluruh citra masukan.



Gambar 8 Hasil pelacakan objek menggunakan algoritma CAMSHIFT

Dengan mengandalkan histogram pada objek yang telah terkalkulasi, algoritma ini mampu memproses dengan cepat. Seperti pada Gambar 8, hasil penggambaran yang dilakukan terhadap objek yang telah dideteksi menggunakan algoritma CHT dapat diatasi menggunakan iterasi dan probabilitas dari pengolahan histogram pada objek tersebut. Untuk dapat memastikan kehandalan algoritma ini dalam melakukan pelacakan terhadap objek yang akan dilacak, maka dilakukan percobaan dengan melakukan perubahan posisi pada objek yang dilacak. Pada Gambar 9 membuktikan bahwa algoritma ini dapat mengatasi beberapa perubahan yang dilakukan oleh objek itu sendiri.



Gambar 9 Uji coba pelacakan algoritma CAMSHIFT

Gambar 9 menunjukkan beberapa cuplikan bingkai dimana, bola yang dijadikan objek diberlakukan untuk perubahan posisi ke berbagai arah hingga bola digerakkan berputar. Hasil yang didapatkan bahwa algoritma ini mampu mengatasi dan beradaptasi terhadap kondisi bola yang dilacak. Waktu yang dibutuhkan untuk memproses citra ini relatif cepat. Dapat dilihat pada Tabel 1 beberapa cuplikan bingkai dengan waktu prosesnya.

**Tabel 1 Waktu proses dengan algoritma CAMSHIFT**

Pengambilan Citra	Waktu Proses
Frame-1	0,0835 detik
Frame-2	0,0844 detik
Frame-3	0,0831 detik
Frame-4	0,0871 detik
Frame-5	0,0823 detik
Frame-6	0,0895 detik
Frame-7	0,0813 detik
Frame-8	0,0867 detik
Frame-9	0,0895 detik
<b>Rata-rata Waktu</b>	<b>0,0857</b> detik

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata yang dibutuhkan algoritma ini dalam mengolah dan melacak objek adalah 0,0857 detik per bingkai. Pengujian lebih lanjut dilakukan dengan mengukur seberapa jauh jarak yang dapat dilacak (diatasi) oleh robot dengan menggunakan algoritma ini. Jarak yang ditetapkan untuk diujikan mulai dari jarak 100 cm hingga jarak 1000 cm.

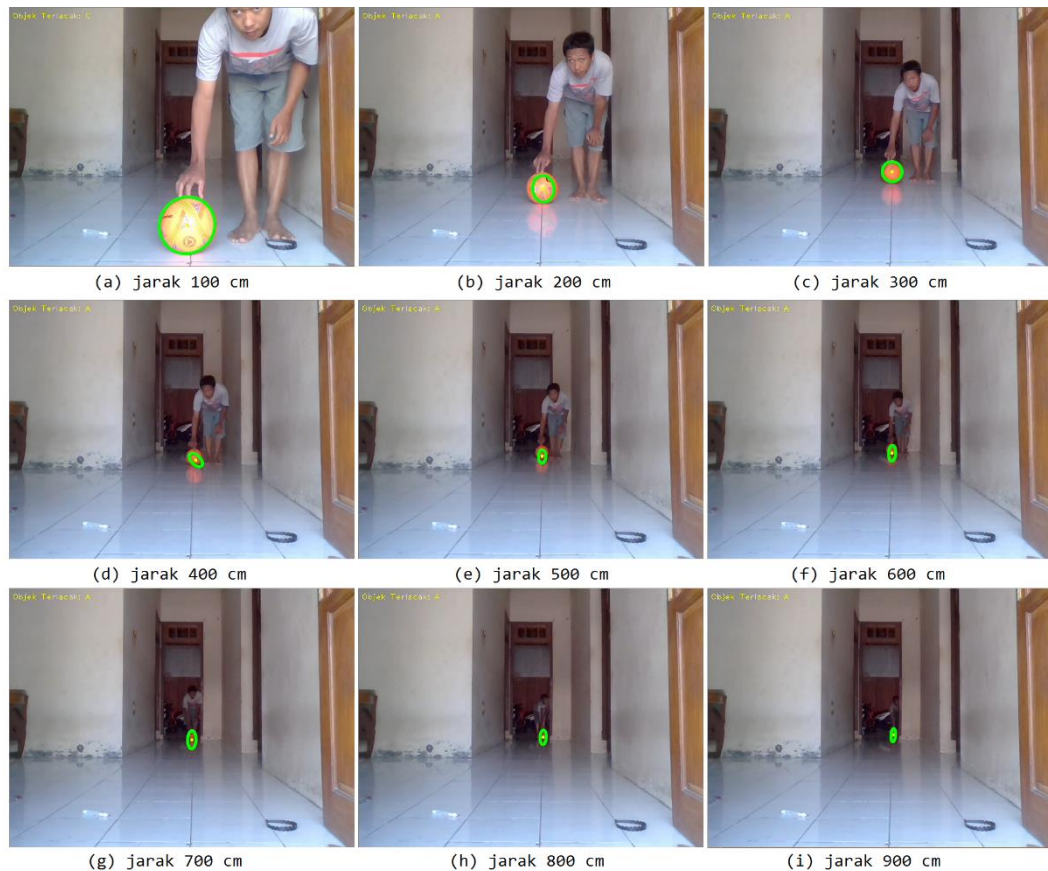
**Tabel 2 Jarak tempuh pelacakan CAMSHIFT**

No.	Jarak Tempuh	Hasil Pelacakan
1	100 cm	Berhasil
2	200 cm	Berhasil
3	300 cm	Berhasil
4	400 cm	Berhasil
5	500 cm	Berhasil
6	600 cm	Berhasil
7	700 cm	Berhasil
8	800 cm	Berhasil
9	900 cm	Berhasil
10	1000 cm	Berhasil
<b>Persentase Keberhasilan</b>		<b>100%</b>

Sesuai pada Tabel 2, jarak maksimum yang dapat diatasi oleh robot adalah 1000 cm atau 10 m. Sepuluh jarak percobaan yang dilakukan, semua jarak dapat diatasi oleh dengan baik oleh robot dalam melakukan pelacakan objek bola. Sehingga rata-rata keberhasilan yang didapatkan robot dalam melacak objek sebesar 100% dari 10 jarak yang telah ditetapkan. Ada beberapa hal yang menyebabkan kondisi ini terjadi di antaranya kondisi cahaya yang redup karena tidak dapat beradaptasi dan semakin kecilnya kerapatan piksel yang dilakukan untuk mencari probabilitas histogram objek. Tetapi jika beberapa hal ini dapat diatasi maka jarak tempuh oleh algoritma ini, pasti akan lebih dari 1000 cm. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10, beberapa jarak tempuh



yang diujikan di antaranya terdapat perubahan kepadatan piksel pada objek yang sedang dilacak. Hingga pada jarak 500 cm objek yang dilacak, tergambar semakin mengecil dari citra sebelumnya.



**Gambar 10** Pengujian pelacakan bola dengan beberapa jarak uji

Gambar 10 merupakan hasil pengujian jarak tempuh terhadap objek bola. Dalam pengujiannya dilakukan pengambilan video secara kontinu mencapai jarak 1000 cm. Secara keseluruhan pada Gambar 10, objek bola dapat terlacak dengan baik dan sukses.

## Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang dilakukan sebelumnya, didapatkan beberapa kesimpulan yang dapat disampaikan berkaitan tentang akurasi dan kecepatan pelacakan objek bola dengan menerapkan algoritma atau metode CAMSHIFT. Hasil yang didapatkan adalah metode ini dapat dengan cepat melakukan pelacakan objek bola dengan kecepatan hingga 0,0857 detik per bingkai, dengan akurasi pelacakan mencapai 100% berhasil dari 10 jarak tempuh yang telah ditetapkan. Dengan demikian, metode sangat cocok diterapkan untuk mendeteksi dan melacak objek bola dengan akurasi yang sangat tinggi.

## Daftar Pustaka

- [1] I. G. S. M. Pande, N. I. ER, and Linawati, "Sistem Kendali Otomatis Prototype Robot Mobil untuk Parkir Pintar Menggunakan Komunikasi Nirkabel," *Tekno. Elektro*, vol. 15, no. 2, pp. 67–80, 2016.
- [2] M. D. Putro and J. Litouw, "Robot Pintar Pengukur Kepuasan Konsumen pada Pusat Perbelanjaan," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 25–31, 2018, doi: 10.14710/jtsiskom.6.1.2018.25-31.
- [3] R. Darwis, I. Arifianto, A. Mujadin, and S. Rahmatia, "Perancangan Robot Pemadam Api Hexapod," *J. Al-AZHAR Indones. SERI SAINS DAN Tekno.*, 2019, doi: 10.36722/sst.v5i1.316.
- [4] W. Supriyatin and W. W. Ariestya, "Analisis pelacakan objek mobil dengan optical flow pada kamera diam dan bergerak," *Sriti*, vol. 2, no. 1, pp. 48–56, 2016.
- [5] A. Wijayana, T. A. B. W, and S. Sa'adah, "Analisis dan Implementasi Object Tracking Menggunakan Metode ASIFT dan Mean Shift," *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 1166–1176, 2015.

- [6] E. M. Pamungkas, B. A. A. Sumbodo, and I. Candradewi, "Sistem Pendeteksi dan Pelacakan Bola dengan Metode Hough Circle Transform , Blob Detection , dan Camshift Menggunakan AR.Drone," *IJEIS*, vol. 7, no. 1, pp. 1–12, 2017.
- [7] M. Y. Florestiyanto, A. H. Pratomo, and N. I. Sari, "Penguatan Ketepatan Pengenalan Wajah Viola-Jones Dengan Pelacakan," *Teknika*, vol. 9, no. 1, pp. 31–37, 2020, doi: 10.34148/teknika.v9i1.241.
- [8] A. Kadir and A. Susanto, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, 1st ed. Yogyakarta: ANDI, 2013.
- [9] A. Pamungkas, "Ekstraksi Ciri Citra," 2010. <https://pemrogramanmatlab.com/pengolahan-citra-digital/ekstraksi-ciri-citra-digital/> (accessed Aug. 02, 2020).
- [10] M. R. Kurnia, H. Tjandrasa, and Y. Wijaya, "Implementasi Segmentasi Pembuluh Darah Retina Pada Citra Fundus Mata Menggunakan Tekstur , Thresholding dan Operasi Morfologi," *J. Tek. Pomits*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [11] M. L. Bukhori, A. Triwiyatno, and R. R. Isnanto, "The Design of Object Tracking System in Robot Vision Using Circle Hough Transform and CAMSHIFT Methods," Feb. 2018, doi: 10.4108/eai.24-10-2018.2280634.
- [12] J. G. Prayugo, "Pendeteksian Wajah dengan Algoritma camshift," Universitas Sanata Dharma, 2010.
- [13] E. Yuan, "Continuously Mean SHIFT," 2013. <http://eric-yuan.me/continuously-adaptive-shift/> (accessed May 21, 2018).