

# Uji Deteksi Objek Bentuk Bola Dengan Menerapkan Metode *Circular Hough Transform*

Budi Cahyo Wibowo<sup>1</sup>, Fajar Nugraha<sup>2</sup> dan Andy Prasetyo Utomo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Elektro, Fakultas TEKNIK, Universitas Muria Kudus

<sup>2,3</sup>Prodi Sistem Informasi, Fakultas TEKNIK, Universitas Muria Kudus

Gedung J Lantai 2, Kampus Gondangmanis, Bae, Kudus

E-mail : [budi.cahyo@umk.ac.id](mailto:budi.cahyo@umk.ac.id)<sup>1</sup>, [fajar.nugraha@umk.ac.id](mailto:fajar.nugraha@umk.ac.id)<sup>2</sup>, [andy.prasetyo@umk.ac.id](mailto:andy.prasetyo@umk.ac.id)<sup>3</sup>

**Abstract**— Detection of spherical objects is one application of image processing technology that is currently widely used for robotics technology. The ability to recognize certain objects in various environmental conditions is one of the requirements for this image processing technology to be reliable. To find out its reliability, testing is necessary. The detection test for spherical objects is carried out by testing changes in environmental conditions in which the object is located, including by testing the detection of spherical objects with variations in the size of the ball, testing the detection of spherical objects with variations in changes in light intensity and testing for detection of spherical objects with variations in distance changes. object against the camera. With three tests that have been carried out with the hough transform method applied to the detection of spherical objects, the results show that object detection is able to recognize variations in ball size with a diameter of 16.9mm, 31mm, 63.7mm and 95.8mm. Object detection is able to recognize objects well at light intensities between 80lux - 117lux. And object detection is able to recognize the ball at a distance of 30cm - 140cm.

**Abstrak**— Deteksi objek bentuk bola merupakan salah satu penerapan dari teknologi image processing yang saat ini banyak digunakan untuk teknologi robotika. Kemampuan dalam mengenali objek tertentu dalam berbagai kondisi lingkungan merupakan salah satu syarat teknologi image processing ini disebut handal. Untuk mengetahui kehandalannya maka perlu dilakukan pengujian. Uji deteksi objek berwarna bentuk bola dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap perubahan kondisi lingkungan dimana objek tersebut berada, diantaranya dengan pengujian deteksi objek bentuk bola dengan variasi ukuran bola, pengujian deteksi objek bentuk bola dengan variasi perubahan intensitas cahaya dan pengujian deteksi objek bentuk bola dengan variasi perubahan jarak objek terhadap kamera. Dengan tiga pengujian yang telah dilakukan dengan metode hough transform yang diterapkan pada deteksi objek bentuk bola ini, diperoleh kesimpulan bahwa deteksi objek mampu mengenali variasi ukuran bola dengan diameter 16,9mm, 31mm, 63,7mm dan 95,8mm. Deteksi objek mampu mengenali bola dengan baik pada intensitas cahaya antara 80lux – 117lux. Dan deteksi objek mampu mengenali bola pada jarak 30cm – 140cm.

**Kata Kunci**— deteksi objek, image processing, uji deteksi objek.

## I. PENDAHULUAN

Pengolahan citra atau sering dikenal dengan *image processing* merupakan teknik memanipulasi citra secara digital menjadi citra lain untuk digunakan dalam aplikasi tertentu. Pengolahan citra harus dilakukan dengan berbagai macam metode agar mudah dikenali oleh manusia dan komputer sehingga mampu memperoleh bentuk citra sesuai dengan yang diinginkan. Pengolahan citra digital dilakukan untuk mengolah gambar sehingga mampu memberikan informasi yang ada pada suatu gambar untuk mengidentifikasi suatu objek.

Deteksi objek berwarna dengan bentuk bola banyak diaplikasikan dalam teknologi robotika, khususnya digunakan sebagai sensor pada robot untuk mendeteksi keberadaan objek berbentuk bola, penelitian yang dilakukan oleh alwi widi pradana, dan desy irmawati, Pendeteksi Bola Pada Robot Penjaga Gawang Menggunakan Metode *Hough Circle*, rerata keberhasilan deteksi bola sebesar 80%, penelitian difokuskan pada deteksi objek berbentuk bola untuk robot penjaga gawang[1]. Implementasi pengolahan citra juga bisa digunakan untuk mendeteksi kemunculan bulat sabit, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh ike mardiyana sari, agus zainal arifin, dan anny yuniarti dengan tingkat keberhasilan 75% [2]. Penelitian yang lain terkait

dengan deteksi objek adalah penelitian yang telah dilakukan oleh hendro nugroho, deteksi citra objek lingkaran dengan menggunakan metode ekstraksi bentuk *circularity*, pada penelitian ini lebih berfokus pada deteksi objek bentuk bundar untuk mengetahui bentuk kebulatan dari suatu objek [3].

Dari serangkaian penelitian yang telah dilakukan terkait deteksi objek dengan metode *Circular Hough Transform* belum terlihat adanya pengujian yang dilakukan terkait dengan pengaruh ukuran objek, intensitas cahaya lingkungan, dan jarak objek terhadap kemampuan dalam mengenali objek bentuk bola, maka perlu adanya uji deteksi objek bentuk bola yang menerapkan metode *Circular Hough Transform* untuk mengetahui kemampuan sistem pengolah citra dalam mendeteksi atau mengenali objek bentuk tertentu.

Pengolahan citra digital umumnya dilakukan dengan tujuan memperbaiki kualitas suatu gambar sehingga dapat dengan mudah dibaca oleh mata manusia dan juga bertujuan mengolah informasi yang ada pada suatu gambar untuk kebutuhan identifikasi suatu objek secara otomatis[4].

*Thresholding* adalah konversi citra berwarna ke citra biner yang dilakukan dengan cara mengelompokkan nilai derajat keabuan setiap *pixel* kedalam 2 kelas, hitam dan

putih. Pada citra hitam putih terdapat 256 level, artinya mempunyai skala “0” sampai “255” atau [0,255], dalam hal ini nilai intensitas 0 menyatakan hitam, dan nilai 255 menyatakan putih, dan nilai Antara 0 sampai 255 menyatakan warna keabuan yang terletak Antara hitam dan putih.

Contoh operasi titik berdasarkan intensitas adalah operasi pengambangan (*thresholding*). Pada operasi pengambangan, nilai intensitas *pixel* dipetakan ke salah satu dari dua nilai,  $\alpha_1$  atau  $\alpha_2$ , berdasarkan nilai ambang (*threshold*) T dapat ditunjukkan seperti pada persamaan berikut: [5].

$$fx, y^1 = \alpha_1, fx, y < T \alpha_2, fx, y \geq T \tag{1}$$

*Color Filtering* adalah teknik pengolahan citra yang dipakai untuk memanipulasi suatu citra berdasarkan warna spesifik. Cara kerjanya adalah dengan membandingkan komponen warna setiap *pixel* citra dengan warna spesifik. Apabila warnannya sesuai dengan warna spesifik komponen warna *pixel* tersebut dibiarkan saja. Namun, apabila warnanya tidak sesuai dengan warna spesifik maka komponen warna *pixel* tersebut diubah menjadi *background*, biasanya menjadi warna hitam.

Warna yang digunakan dalam *color filtering* dapat direpresetasikan dalam berbagai ruang warna. Ada beberapa ruang warna yang dikenal, Antara lain RGB (*Red, Green, Blue*), HSV (*Hue, Saturation, Value*), YCbCr, dsb. HSV merupakan ruang warna yang sangat cocok untuk mengidentifikasikan warna- warna dasar, dimana warna dasar ini digunakan dalam penelitian sebagai warna identifikasi robot. Selain itu, HSV menoleransi terhadap perubahan intensitas cahaya. Inilah yang menjadi keunggulan HSV dibandingkan dengan warna lainnya[6]. Setiap titik pada citra dengan format RGB memiliki 3 komponen warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru[7].

Transformasi *Hough* adalah sebuah metode yang dapat digunakan untuk mengisolasi *feature* tertentu dalam sebuah citra. Metode *Hough Transform* biasanya digunakan untuk mendeteksi bentuk geometri yang dapat dispesifikasikan dalam bentuk parametrik seperti garis, lingkaran, elips dan lain-lain. Prinsip kerja metode transformasi hough dalam mendeteksi garis adalah dengan mencari bentuk geometri yang paling sesuai dengan kumpulan titik pada citra. Untuk bentuk lingkaran, persamaan para metriknya adalah:

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r \tag{2}$$

Dengan a dan b adalah koordinat pusat dari lingkaran dan r adalah radiusnya. Dalam kasus ini kompleksitas komputasi algoritma ini akan meningkat, karena jumlah parameter koordinat dan akumulator berdimensi 3. Secara umum komputasi dan ukuran deret akumulator meningkat secara polinomial dengan jumlah parameternya seperti rumus berikut:

$$x = a + r \cos(\theta) \tag{3}$$

$$y = a + r \sin(\theta) \tag{4}$$

*Circular Hough Transform* dapat ditentukan dengan parameter dari sebuah lingkaran, dimana nilai dari parameter yang

digunakan sudah ditentukan terlebih dahulu. Sebuah lingkaran dengan radius r dan titik tengah (a,b) sesuai dengan rumus diatas. Ketika sudut pada  $\theta$  bernilai 0 – 360 derajat, parameter (x,y) akan langsung mengikuti perubahan[8]. Metode yang populer dalam mendeteksi objek bentuk lingkaran atau elips dari gambar adalah *Circle Hough Transform* (CHT) dan *Elliptical Hough Transform* (EHT)[9]. Identifikasi lingkaran pada objek bentuk bola memerlukan tahapan yaitu konversi gambar RGB ke format HSL, *grayscale*, deteksi tepi dan deteksi lingkaran menggunakan algoritma *Hough Transform*. Data yang diperoleh dari algoritma *Hough Transform* yakni kemampuan mendeteksi bentuk lingkaran pada bola dan termasuk posisi tengah dari bola (radius lingkaran) [10].

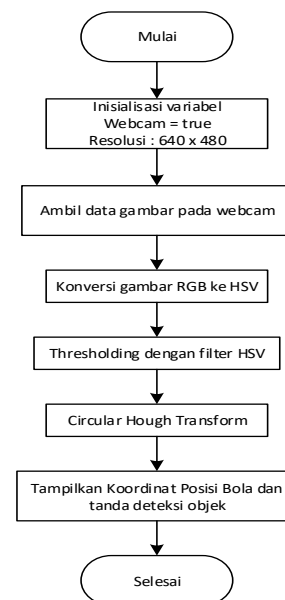
## II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari langkah – langkah sebagai berikut:

- Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mempelajari literatur – literatur pada penelitian sebelumnya.
- Merancang dan membuat software deteksi objek dengan metode *Circular Hough Transform* dan *color filtering*.
- Melakukan kalibrasi kamera untuk mengenali objek berbentuk bola dengan warna tertentu.
- Melakukan pengujian deteksi objek berbentuk bola dengan warna tertentu dengan berbagai variasi jarak pengujian dan intensitas cahaya lingkungan.

### A. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak, digunakan *compiler* Microsoft Visual C++ 2008. Untuk *library* yang digunakan pada pengolahan citra yaitu *library* OpenCV v2.1. Gambar 1 merupakan runtunan perancangan perangkat lunak pada proses deteksi objek bentuk bola dengan warna tertentu.



Gambar 1. Diagram alir proses perancangan perangkat lunak

### B. Konversi Gambar RGB ke HSV dan thresholding filter HSV

Proses deteksi objek diawali dengan tahap konversi gambar yang ditangkap oleh kamera (RGB) ke format HSV. Adapun potongan program konversi gambar RGB ke HSV adalah sebagai berikut:

```
void createTrackbars(){
    namedWindow(trackbarWindowName,0);
    //create memory to store trackbar name on
    window
    char TrackbarName[50];
    sprintf( TrackbarName, "H_MIN", H_MIN);
    sprintf( TrackbarName, "H_MAX", H_MAX);
    sprintf( TrackbarName, "S_MIN", S_MIN);
    sprintf( TrackbarName, "S_MAX", S_MAX);
    sprintf( TrackbarName, "V_MIN", V_MIN);

    sprintf( TrackbarName, "V_MAX", V_MAX);
    createTrackbar( "H_MIN", trackbarWindowName,
    &H_MIN, H_MAX, on_trackbar );
    createTrackbar( "H_MAX", trackbarWindowName,
    &H_MAX, H_MAX, on_trackbar );
    createTrackbar( "S_MIN", trackbarWindowName,
    &S_MIN, S_MAX, on_trackbar );
    createTrackbar( "S_MAX", trackbarWindowName,
    &S_MAX, S_MAX, on_trackbar );
    createTrackbar( "V_MIN", trackbarWindowName,
    &V_MIN, V_MAX, on_trackbar );
    createTrackbar( "V_MAX", trackbarWindowName,
    &V_MAX, V_MAX, on_trackbar );
    cvCvtColor(p_imgOriginal, p_imgHSV,
    CV_BGR2HSV);
    cvInRangeS(p_imgHSV, cvScalar(H_MIN, S_MIN, V_MI
    N), cvScalar(H_MAX, S_MAX,
    V_MAX), p_imgProcessed);
```

Pada tahap ini gambar yang ditangkap oleh kamera dalam format RGB kemudian dikonversi ke bentuk HSV untuk mendapatkan pola gambar biner, yaitu hitam dan putih. Pola putih adalah objek yang dideteksi dan lainnya dianggap sebagai *background* sehingga diatur berpola hitam. Gambar 2 adalah hasil konversi gambar format RGB ke HSV.



Gambar 2. Hasil konversi RGB ke HSV

Gambar 2 menunjukkan bahwa dalam proses konversi RGB ke HSV hanya objek bentuk bola yang berwarna hijau muda yang diubah ke pola putih, karena pada proses kalibrasi objek bentuk bola dengan warna hijau muda yang ingin dikenali oleh kamera, selain itu dianggap sebagai *background* dan diubah menjadi warna hitam pada format HSV.

### C. Proses Pengenalan Bentuk Objek

Metode yang digunakan untuk mengenali objek bentuk bola menggunakan *Circle Hough Transform*, yang mana

proses pengenalnya dilakukan dengan melakukan kalibrasi pada sistem dengan menggunakan sampel objek bentuk bola yang didekatkan dengan kamera. Algoritma *hough transform* menggunakan bentuk parametrik dan pemungutan suara terbanyak (voting) untuk menentukan nilai parameter yang tepat. Dalam penerapannya, *Hough Transform* melakukan pemetaan terhadap titik – titik pada citra ke dalam parameter *space* (HT *space*) berdasarkan suatu fungsi yang mendefinisikan bentuk yang ingin dideteksi, pada penelitian ini digunakan untuk ekstraksi bentuk lingkaran. Berikut adalah potongan program pengenalan objek bentuk lingkaran menggunakan *Hough Transform*.

```
p_capWebcam = cvCaptureFromCAM(0);
p_imgProcessed =
cvCreateImage(size640x480,IPL_DEPTH_8U,1);
cvCvtColor(p_imgOriginal, p_imgHSV, CV_BGR2HSV);
p_seqCircles =
    cvHoughCircles(p_imgProcessed,p_s
    trStorage, CV_HOUGH_GRADIENT,3,
    p_imgProcessed-
    >height/3,100,50,10,200);

//menampilkan posisi objek dilayar sumbu X, Y dan
radius
p_fltXYRadius =
(float*)cvGetSeqElem(p_seqCircles, 1);
printf("ball position x = %f, y = %f, r =
%f \n",
    p_fltXYRadius[0],p_fltXYRadius[1],p
    _fltXYRadius[2]);
```

Pada potongan program ini tampak bahwa proses pengenalan objek dilakukan dengan memberikan beberapa batasan, diantaranya nilai minimal jarak antara titik tengah dengan tepi lingkaran yang dideteksi, nilai ambang atas dan ambang bawah dalam deteksi tepi untuk mendeteksi bentuk tepi dari objek yang akan dikenali (antara 50px1 – 100px1) dan nilai batas untuk menentukan nilai radius lingkaran yaitu antara 10px1 – 400px1.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengujian Deteksi Objek Dengan Variasi Ukuran Objek

Pengujian deteksi objek berdasarkan variasi ukuran objek adalah pengujian yang dilakukan dengan menempatkan beberapa objek dengan berbagai ukuran didepan kamera. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan *image processing* dalam mendeteksi berbagai ukuran objek dengan warna sejenis. Tabel 1 merupakan hasil pengujian dengan variasi ukuran objek dengan kalibrasi awal dilakukan pada intensitas cahaya 117 lux, jarak objek terhadap kamera 60 cm dan ukuran objek 63,7 mm.

Tabel 1

Hasil Pengujian Deteksi Objek dengan Variasi Ukuran Objek			
Ukuran Objek (mm)	Intensitas cahaya (lux)	Penampakan objek terdeteksi kamera	
		RGB image	HSV image
16,9	117		
31	117		
63,7	117		
95,8	117		

Lingkaran warna merah pada bola menandakan bahwa sistem deteksi objek telah mengenali bentuk bola dengan warna hijau

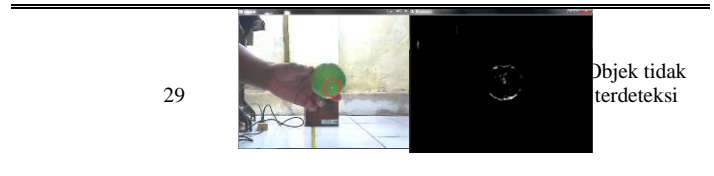
Dari hasil pengujian pada tabel 1 diketahui bahwa pengujian deteksi objek bentuk bola dengan variasi ukuran dengan diameter 16,9mm, 31mm, 63,7mm dan 95,8 mm, objek bentuk bola masih dideteksi dengan baik oleh pengolah citra.

**B. Pengujian Deteksi Objek Dengan Variasi Intensitas Cahaya**

Pengujian deteksi objek berdasarkan variasi intensitas cahaya adalah pengujian yang dilakukan dengan berbagai variasi intensitas cahaya lingkungan. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan image processing dalam mendeteksi objek bentuk bola pada berbagai intensitas cahaya. Tabel 2 merupakan hasil pengujian dengan variasi intensitas cahaya dengan kalibrasi awal yang dilakukan pada intensitas cahaya 117 lux, jarak objek terhadap kamera 60 cm dan ukuran objek 63,7 mm.

Tabel 2

Hasil Pengujian Deteksi Objek Dengan Variasi Intensitas Cahaya				
Ukuran Objek (mm)	Intensitas cahaya (lux)	Penampakan objek terdeteksi kamera		Keterangan
		RGB image	HSV image	
63,7	117			Objek terdeteksi
	80			Objek terdeteksi



Lingkaran warna merah pada bola menandakan objek telah terdeteksi oleh kamera.

Dari tabel 2 dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian deteksi objek bentuk bola dengan variasi intensitas cahaya lingkungan 117 lux, 80 lux dan 29 lux, objek mulai tidak terdeteksi pada nilai intensitas cahaya 29 lux.

**C. Pengujian Deteksi Objek Dengan Variasi Jarak Objek Terhadap Kamera**

Pengujian ini dilakukan dengan menempatkan objek bentuk bola di depan kamera dengan variasi jarak terhadap kamera. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh jarak objek terhadap kamera pada proses deteksi objek bentuk bola. Tabel 3 merupakan hasil pengujian dengan variasi jarak objek terhadap kamera dengan kalibrasi awal yang dilakukan pada intensitas cahaya 117 lux, jarak objek terhadap kamera 60 cm dan ukuran objek 63,7 mm.

Tabel 3

Hasil Pengujian Deteksi Objek dengan Variasi Jarak Objek Terhadap Kamera

Jarak Objek Terhadap Kamera (cm)	Posisi objek (pixel) terdeteksi		Penampakan Objek Terdeteksi Kamera	Keterangan
	X	Y		
20	Tidak terbaca	Tidak terbaca		Objek tidak terdeteksi
40	290	220		Objek terdeteksi
60	385	190		Objek terdeteksi
80	355	208		Objek terdeteksi
100	358	178		Objek terdeteksi
120	370	196		Objek terdeteksi



Lingkaran warna merah pada bola muncul secara otomatis saat objek dideteksi oleh kamera

Dari tabel 3 dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian deteksi objek bentuk bola dengan variasi jarak objek terhadap kamera sesuai dengan tabel 3, objek tidak dikenali pada jarak 20 cm.

#### IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Objek bentuk bola dengan warna sejenis dapat dideteksi dengan baik oleh pengolah citra menggunakan OpenCV library yang menerapkan metode *Circular Hough Transform*.
- 2) Pengujian deteksi objek bentuk bola dengan variasi ukuran objek menunjukkan bahwa pengolah citra mampu mengenali objek bentuk bola dengan baik pada berbagai ukuran objek yang diujikan (16,9mm, 31mm, 63,7mm dan 95,8 mm).
- 3) Pengujian deteksi objek bentuk bola dengan variasi intensitas cahaya menunjukkan bahwa pengolah citra mampu mengenali objek bentuk bola dengan baik pada intensitas cahaya 117 lux dan 80 lux sedangkan pada intensitas cahaya 29 lux objek mulai tidak terdeteksi.
- 4) Pengujian objek bentuk bola dengan variasi jarak objek terhadap kamera menunjukkan bahwa pengolah citra mampu mengenali objek bentuk bola dengan baik pada variasi jarak sesuai dengan jarak yang diujikan yaitu antara 40cm hingga 140cm, sedangkan pada jarak 20 cm objek tidak terdeteksi/tidak dikenali.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. W. Pradana and D. Irmawati, "Pendeteksi Warna dan Bentuk Bola Pada Robot Penjaga Gawang Menggunakan EmguCV," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.*, vol. 5, no. 1, pp. 21–31, 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.20794.
- [2] I. M. Sari, A. Z. Arifin, and A. Yuniarti, "Deteksi Kemunculan Bulan Sabit," vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2012.
- [3] H. Nugroho, "Deteksi Citra Objek Lingkaran Dengan Menggunakan Metode Ekstraksi Bentuk Circularity," vol. 2, no. 1, pp. 54–59, 2017.
- [4] M. Murinto, "Analisis Perbandingan Metode Intensity Filtering Dengan Metode Frequency Filtering Sebagai Reduksi Noise Citra Digital," <http://journal.uui.ac.id>, 2009.
- [5] R. Munir, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: INFORMATIKA, 2004.

- [6] R. Y. . Dhiemas, "Pencarian Posisi Robot: Studi Kasus Pencarian Sumber Kebocoran Gas," *J. Ilmu Komput. dan Inf.*, vol. 3, 2010.
- [7] B. Achmad and K. Firdausy, *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta, 2013.
- [8] T. Tabratas, *Pengolan Citra pada Mobil Robot*. Bandung: ITB, 2003.
- [9] M. S. and I. Dulęba, "Circular Object Detection Using a Modified Hough Transform," *Int. J. Appl. Math. Comput. Sci.*, vol. 18, pp. 85–91, 2008.
- [10] S. T. Riwinoto and M. Kom, "Penggunaan Algoritma Hough Tranforms Untuk Deteksi Bentuk Lingkaran pada Ruang 2D," *J. Integr.*, vol. 3, no. 1, pp. 8–12, 2011.