

PAN-TILT CAMERA SEBAGAI AKTUATOR PELACAK POSISI BOLA

Aan Febriansyah¹, Irwan², Rino Christianto³, Wulan Nofiani⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

¹aan9277@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini membahas tentang proses perancangan *pan-tilt camera* yang digunakan untuk melacak bola. Sistem *pan-tilt camera* ini digunakan untuk mempertahankan posisi obyek atau bola yang terdeteksi agar selalu di tengah bingkai layar visual yang dihasilkan oleh sensor visual (kamera). Penelitian ini bertujuan untuk membahas bagaimana sistem kerja dari *pan-tilt camera* yang akan digunakan untuk melakukan pelacakan bola dengan metode *Hough Circle Transform*. Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil bahwa sistem *pan-tilt* yang diterapkan pada aktuator berupa motor servo untuk melacak/mengikuti pergerakan bola dapat bekerja dengan baik. Pergerakan ini dapat dilakukan dengan syarat bola tersebut sesuai dengan kriteria obyek yang diinginkan (misalkan kesesuaian warna). Hal ini dibuktikan dengan adanya nilai radius bola dalam piksel yang berbeda sesuai dengan jarak terhadap objek. Semakin jauh objek benda, maka pergerakan *pan-tilt* akan semakin kecil karena objek yang dideteksi pun semakin kecil.

Kata kunci: Bola, Pan-tilt Camera, Aktuator, Motor Servo.

Abstract: This research discusses the process of designing a *pan-tilt camera* that is used to track a ball. The *pan-tilt camera* is used to maintain the position of a detected object or a ball thus it will stay at the center of the frame of visual display by visual sensor (camera). This study aims to know how the system of *pan-tilt camera* used to track the ball with *Hough Circle Transform* method. After testing, the result shows that *pan-tilt* system applied to a servo motor as actuator can work well to track / follow the movement of the ball. This movement can be done under condition that the ball matches with the criteria of the desired object (e.g. color match). This is represented by the ball radius values in different pixels according to the distance to the object. The farther the object, the smaller *pan-tilt* movement because the detected object gets smaller.

Keywords: Ball, Pan-tilt camera, Actuator, Servo Motor.

I. PENDAHULUAN

Analisis pendeteksian objek sekarang ini mulai banyak diteliti baik untuk pengembangan teknologi industri maupun kebutuhan pendidikan. Salah satu bidang yang banyak diteliti di dunia pendidikan adalah *humanoid robot* atau *mobile robot* yang dapat mengikuti atau mengetahui posisi bola. Penelitian ini mendeteksi obyek dengan menggunakan sebuah bola dan *pan-tilt camera* yang menggunakan dua buah motor servo DC sebagai aktuator untuk melakukan tracking terhadap obyek.

Pelacakan objek dan kontrol kamera dapat dilakukan oleh satu komputer dan target dilacak dengan metode *Continuously Adaptive Mean Shift* (CAMSHIFT). Sistem pelacakan ini cukup akurat dan efisien untuk mengarahkan kamera *pan-tilt-zoom* untuk mengikuti pergerakan objek meskipun ada gangguan latar belakang dan oklusi parsial [1]. Pada sistem pengawasan otomatis dengan beberapa kamera, sistem harus bisa menempatkan posisi kamera secara akurat. Setiap kamera harus dapat melakukan *pan-tilt* sedemikian rupa sehingga objek terdeteksi dalam posisi tepat di bidang gambar kamera. Kamera akan menangkap gambar objek itu dalam posisi terbaik pada bidang gambar kamera dan kemudian menangkap objek tersebut [2]. *Pan-tilt camera* merupakan sistem yang digunakan untuk pengawasan atau pendeteksian pada area yang luas. *Pan-tilt camera* ini diasumsikan menggunakan model mekanis kamera yang ideal, terdiri dari beberapa bagian di antaranya *pan-tilt head* dan kamera [3]. Tujuan

menggunakan *pan-tilt camera* adalah untuk mempertahankan posisi dari obyek atau bola yang terdeteksi agar selalu berada di tengah bingkai dari layar visual yang dihasilkan oleh sensor visual (kamera). Umumnya, sistem pelacakan dirancang untuk mengenal obyek terlebih dahulu, kemudian dilakukan pemilihan obyek untuk memilih obyek yang ingin dideteksi, dalam kasus ini adalah bola atau lingkaran agar didapatkan umpan balik berupa nilai koordinat yang kemudian akan dibandingkan dengan koordinat titik pusat gambar [4].

Penelitian ini bertujuan untuk membahas bagaimana sistem kerja dari *pan-tilt camera* yang akan digunakan untuk melacak posisi bola dengan metode *Hough Circle Transform*. *Pan-tilt camera* ini dibuat dalam bentuk *prototype* yang dikontrol oleh sebuah komputer mini. Selain itu, penelitian ini juga memiliki fokus kepada bagaimana merancang algoritma untuk mengontrol *pan-tilt camera* berdasarkan data yang didapat dari hasil pengambilan gambar oleh kamera dan diproses oleh komputer mini.

II. METODE PENELITIAN

Pan-tilt camera merupakan sistem yang digunakan untuk memperluas jarak pendeteksian sebuah kamera sehingga dapat digunakan untuk melakukan pelacakan posisi sebuah bola dengan warna tertentu (dalam hal ini menyesuaikan warna bola dengan warna oranye) yang terdapat pada suatu area tertentu. Bagian dari *pan-tilt camera* adalah sebagai berikut:

2.1. Pan-Tilt Head

Pan-tilt head merupakan dudukan khusus kamera yang dibuat khusus untuk menggerakkan kamera dengan dua derajat kebebasan yaitu pan dan tilt [5]. Pada penelitian ini *pan-tilt head* dibuat menggunakan dua buah motor servo DC dengan tipe Tower Pro SG-90 yang terpasang dengan *servo bracket* dan terhubung dengan *servo controller* Adafruit yang saling berkomunikasi dengan Raspberry Pi melalui komunikasi Serial UART.

2.2. Pan-Tilt Camera

Pada penelitian ini, kamera yang digunakan untuk dipasangkan pada *pan-tilt head* merupakan *webcam* dengan tipe Logitech C170. *Pan* merupakan pergerakan kamera untuk dapat mengarahkan kamera dalam arah sumbu X atau bergerak ke kiri dan ke kanan. Sedangkan *tilt* merupakan pergerakan kamera terhadap sumbu Y atau mengarah ke atas dan ke bawah [6]. *Pan-tilt camera* ini terintegrasi dengan OpenCV pada Raspberry Pi melalui USB yang kemudian data diolah dan dikirim ke *servo controller* Adafruit untuk mengatur posisi servo *pan* dan servo *tilt*.



Gambar 1. *Pan-tilt camera* dan *servo bracket*

warna. Proses pengujian awal metode ini menggunakan konversi model warna RGB ke HSV (*Hue Saturation Value*) yang akan membentuk segmen sesuai dengan warna yang diinginkan. Metode ini akan menentukan nilai toleransi pada setiap dimensi warna HSV berupa hitam dan putih. Selanjutnya gambar hitam dan putih ini akan disaring menggunakan *Canny Edge Detection* agar gambar yang dihasilkan hanya berupa garis tepi. Setelah itu gambar akan diproses ke dalam filter dilasi, morfologi dan erosi untuk menghilangkan *noise* pada gambar yang dihasilkan. Selanjutnya, kamera akan membedakan obyek mana yang berbentuk lingkaran (bola) dan obyek mana yang bukan lingkaran sehingga diperoleh nilai umpan balik berupa data koordinat dari lingkaran atau bola tersebut. Proses ini menggunakan metode *Hough Circle Transform* (HCT). Metode ini merupakan teknik dasar yang digunakan dalam pengolahan gambar digital untuk mendeteksi objek melingkar (obyek bola). *Hough Circle Transform* adalah teknik ekstraksi fitur untuk mendeteksi lingkaran (obyek bola) [7]. Setelah melalui proses HCT, maka akan diperoleh nilai koordinat titik tengah bola. Gambar 2 menunjukkan proses pengambilan data menggunakan kamera dengan mode RGB.



Gambar 2. Kamera mode RGB

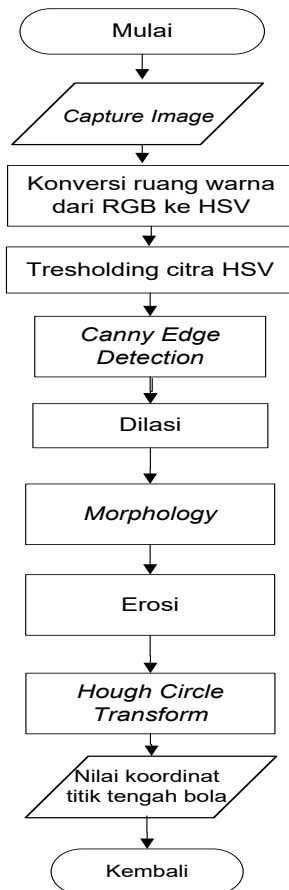
Untuk tahapan selanjutnya, gambar tersebut akan diolah sehingga didapatkan hasil gambar yang sesuai. Diagram alir pada Gambar 3 merupakan langkah uji coba kamera yang terpasang pada *pan-tilt head*. Setelah proses konversi dari RGB ke HSV berhasil, maka proses akan berlanjut ke filter *canny edge detection* yang akan mendeteksi semua *edge* atau garis-garis yang membentuk objek gambar dan akan lebih memperjelas bagian-bagian gambar tersebut [8]. Selanjutnya, proses akan melalui tahap filter dilasi dan morfologi yang berfungsi untuk mengurangi *noise* yang terdapat pada objek. Kemudian akan melalui filter erosi untuk memperkecil garis tepian objek sehingga terbentuk satu garis tipis untuk memperjelas objek yang akan dideteksi [9], maka diperoleh hasil sesuai dengan Gambar 4.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

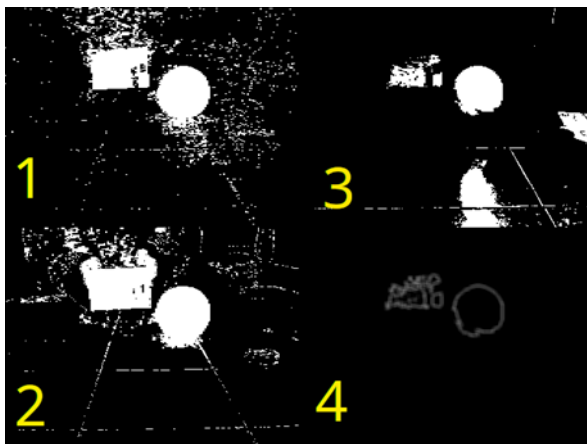
Pada penelitian ini terdapat beberapa data yang diambil antara lain pengujian kamera, pengujian motor servo, dan pembacaan pergerakan bola.

3.1. Pengujian Kamera

Penelitian ini menggunakan kamera Logitech C170 yang terintegrasi dengan OpenCv, menggunakan koneksi USB, dan diprogram menggunakan Code::Blocks *software*. Proses pengujian kamera diawali dengan kegiatan pengambilan gambar dengan mode RGB (*Red Green Blue*) sebagai standar acuan



Gambar 3. Diagram alir kamera



Gambar 4. Hasil konversi HSV: (1) Hue, (2) Saturation, (3) Value

Pada Gambar 4 terlihat bahwa obyek yang digunakan adalah berupa bola yang terlihat pada kolom ke-4, di mana terdapat satu gambar dengan garis tepi putih berbentuk lingkaran yang menerapkan metode hasil konversi warna dari bola. Konversi yang dilakukan akan menghasilkan piksel-piksel, di mana untuk setiap piksel yang berbentuk titik hitam dengan sebuah titik pusat akan didefinisikan menjadi sebuah lingkaran [5]. Selanjutnya dilakukan pengujian

terhadap kedua aktuator yakni berupa dua motor servo yang digunakan sebagai *pan-tilt camera*.

3.2. Pengujian Motor Servo

Pengontrolan motor servo menggunakan *servo controller* Adafruit *16 channel* yang mendukung penggunaan komunikasi serial pada Raspberry Pi motor servo melalui perintah nilai posisi. Data hasil pengujian motor servo diperoleh berdasarkan variasi nilai sudut yang dibandingkan dengan nilai posisi (PWM) pada servo *pan* dan servo *tilt* seperti yang terlihat pada Tabel 1.

3.3. Pembacaan Pergerakan Bola

Untuk mendeteksi pergerakan bola, sistem *pan-tilt* ini menggunakan aktuator berupa motor servo yang dirakit dengan kamera, sehingga nantinya kamera akan mengikuti pergerakan bola dengan bantuan motor servo. Tabel 2 menunjukkan data jangkauan jarak dan radius bola (dalam piksel) yang dapat dideteksi oleh kamera dengan perubahan posisi motor servo. Untuk setiap perubahan sudut 10 derajat, diperoleh perubahan nilai posisi yang tidak linier yakni rata-rata 20. Dari nilai tersebut, dapat diperoleh ketelitian pembacaan nilai derajat oleh motor servo sesuai dengan Persamaan (1).

Tabel 1. Hasil pengukuran nilai posisi terhadap sudut motor servo

Sudut (°)	Nilai Posisi (PWM)	
	Servo Pan	Servo Tilt
0	107	108
10	119	120
20	134	134
30	152	152
40	171	171
50	191	191
60	212	212
70	235	235
80	258	259
90	281	281
100	307	307
110	331	331
120	355	354
130	375	376
140	398	398
150	421	421
160	445	445
170	473	472
180	493	495

Tabel 2. Jarak dan radius bola (piksel)

No.	Jarak Bola dari kamera (cm)	Nilai pixel bola (x)		Nilai radius bola (Piksel)
		Awal	Akhir	
1	100	156	200	31
2	200	166	202	16
3	300	166	202	13
4	400	156	200	10
5	500	148	202	5

$$\text{Ketelitian} = \frac{10^\circ}{20} = 0,5^\circ/\text{posisi} \quad (1)$$

Dari data yang diperoleh, ternyata perubahan nilai sudut pada motor servo hampir linier terhadap perubahan sudut. Hal ini bisa terjadi karena proses pengambilan data hanya menggunakan busur derajat manual, dan dalam menentukan sudut juga dilakukan secara visual.

Semakin jauh objek dideteksi, maka dimensinya akan semakin kecil sehingga jangkauan pergerakan kamera akan lebih luas terhadap obyek. Pergeseran posisi dari motor servo terhadap pergerakan bola pun semakin kecil, namun pergerakan motor servo untuk pelacakan bola bisa mengikuti.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem *pan-tilt* yang diterapkan pada aktuator yang berupa motor servo dapat melacak/mengikuti pergerakan bola dengan baik sesuai dengan kriteria obyek yang diinginkan (misalnya, dengan kriteria kesesuaian warna). Hal ini dibuktikan dengan data yang dihasilkan pada saat pendeteksian bola oleh kamera pan-tilt, yaitu berupa nilai radius dan jarak yang dinamis antara bola dan *pan-tilt camera*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas berkah dan kemudahan yang diberikan untuk menyelesaikan penelitian ini, serta kepada tim *editor* dan *reviewer* Jurnal Matrix.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kumar, P., Dick, A. & Sheng, T. S. (2009). Real time target tracking with pan tilt zoom camera. *Digital Image Computing: Techniques and Applications*, 492-497.
- [2] Lim, S.N., Elgammal, A. & Davis, L. S. (2003). Image-based pan-tilt camera control in a multi-camera surveillance environment. *International Conference on Multimedia and Expo*, 645-648.
- [3] Davis, J. & Chen, X. (2003). Calibrating pan-tilt cameras in wide-area surveillance networks.

Proceedings 9th IEEE International Conference on Computer Vision, 144-149.

- [4] Yosafat., S., Machbub, C. & Hidayat, E.M.I. (2017). Design and implementation of pan-tilt control for face tracking. *7th IEEE International Conference on System Engineering and Technology*, 217-222.
- [5] Deng, H., Zhao, X. & Hou, Z. (2010). A motion controller for a pan-tilt camera on an autonomous helicopter. *11th International Conference on Control Automation Robotics & Vision*. 585-590.
- [6] Benedictus, Y.B.P., Widi, H. & Katon W. (2010). Segmentasi warna dengan deteksi warna HSV untuk mendeteksi objek. *Jurnal Informatika*, 6(2), 1-14.
- [7] Mu, J. & Li, Y. (2016). A new efficient real-time arbitrary colored ball recognition method for a humanoid soccer robot. *12th World Congress on Intelligent Control and Automation*. 494-499.
- [8] Xin, G., Ke C. & Xiaoguang H. (2012). An improved Canny edge detection algorithm for color image. *IEEE 10th International Conference on Industrial Informatics*. 113-117.
- [9] Zhao, D. & Daut, D.G. (2002). Shape recognition using morphological transformations. *1991 International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*. 2565-2568.