

## APLIKASI TRANSFORMASI HOUGH PADA ROBOT VISION *LANE TRACKING*

Handi Pandriantama<sup>1</sup>, Mada Sanjaya WS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research and Development, PT Tigaresi Bangun Nusaperdana, Indonesia.

<sup>2</sup>Jurusan Fisika, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

\*Email: [pandriantama@gmail.com](mailto:pandriantama@gmail.com)

---

### Abstrak

Robot vision *lane tracking* merupakan robot yang dapat mengikuti jalur secara autonomos. Dalam penelitian ini, kamera digunakan untuk mendeteksi garis sebuah lintasan robot. Proses untuk pendeteksian garis adalah dengan pengenalan ciri-ciri dari lintasan robot, citra lintasan yang di ambil menggunakan kamera diubah menjadi citra gray, dengan deteksi tepi Canny citra menjadi bentuk biner, dan *hough-transform*. Dari hasil pengolahan citra menggunakan *hough-transform*, citra menjadi pola garis-garis pada bagian bingkai pintu, garis-garis inilah yang dijadikan parameter dalam mendeteksi lintasan robot. Berdasarkan deteksi lintasan robot, sudut lintasan dapat diperoleh dan dimanfaatkan untuk sistem kontrol robot *lane tracking*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transformasi Hough sangat baik digunakan untuk dalam aplikasi robot *lane tracking*

Kata Kunci : robot *lane tracking*, deteksi tepi Cany, transformasi Hough

---

### Abstract

Vision lane tracking robot is a robot that can follow paths autonomously. In this study, the camera is used to detect the lines of a robot trajectory. The process for line detection is by recognizing the characteristics of the robot trajectory, trajectory images taken using the camera are converted into gray images, with Cany detection imagery being binary, and *hough-transform*. From the results of image processing using *hough-transform*, the image becomes a pattern of lines on the door frame, these lines are used as parameters in detecting robot trajectories. Based on robot track detection, the track angle can be obtained and utilized for the lane tracking robot control system. The results showed that the Hough transformation was very well used for robotic lane tracking applications

Keywords : lane tracking robot, Cany edge detection, Hough transformation

---

## 1. Pendahuluan

Aplikasi transformasi hough menjadi bagian penting dalam bidang sains dan teknologi seperti segmentasi iris mata penderita penyakit ginjal dengan transformasi Hough [1], pengolahan batik motif parang [2], deteksi mata katarak [3], matching sidik jari [4], deteksi kesikuan dan kecacatan keramik [5], deteksilokasi plat nomor pada kendaraan [6], identifikasi tingkat kolestrol [7], deteksi pintu ruangan [8], deteksi penyakit pterigium [9], deteksi zebra cross [10]

Beberapa literatur terkait sistem robotik dengan bantuan transformasi hough sedang menjadi issue yang sangat menarik beberapa tahun terakhir ini. Pada tahun 2012, Distira membuat penelitian dalam tugas akhirnya tentang sistem navigasi robot dengan isyarat mata menggunakan metode *canny* dan *hough transform*. Hasilnya menunjukkan bahwa penggabungan Canny dan Hough Transform dapat berjalan baik dengan tingkat keberhasilan 100 %. Dan tingkat keberhasilan pada uji

lapangan tanpa halangan sebesar 100% dan dengan halangan 80% dengan intensitas cahaya antara 10 – 160 Lux [11]. Pada tahun 2016, Wahyudi menyajikan sebuah riset tentang penerapan algoritma *canny* dan *blob detection* pada robot *soccer* untuk mendeteksi tepi citra objek berbasis android. Hasilnya menunjukkan bahwa Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan menggunakan algoritma *Canny* dan *Blob Detection* sebesar 85% terhadap intensitas cahaya yang relatif berubah-ubah. Robot juga berhasil membedakan antara objek utama dengan gangguan sebesar 80% dan menjaga supaya bola tetap bisa terlacak meskipun hilang dalam jangkauan [12]. Pada tahun yang sama, Muhammad Fathi menyajikan sebuah makalah seminar dengan risetnya robot pengenalan dan pencari objek dengan kamera menggunakan metode transformasi hough. Hasilnya menunjukkan bahwa akurasi sistem pembacaan koordinat piksel sumbu  $x$  adalah 98.825 %. Akurasi pembacaan radius pixel objek adalah 92.6 %. Kemampuan kecepatan deteksi dan jumlah deteksi akan menurun ketika jarak objek dengan robot semakin jauh, waktu deteksi rata-rata 0.2357 detik dan didapat standar deviasi 0.22 detik, Sedangkan untuk waktu preprosesing rata-rata adalah 2.394 detik [13]. Pada tahun 2017, Priyatna dkk membuat sistem perancangan *mobile* robot pemindah barang dengan *single vision* sebagai sensor bentuk objek berbasis Raspberry Pi. Hasil dari penelitiannya adalah robot berhasil mengenali benda dengan ciri yang telah dibuat, serta kamera berhasil mengikuti arah pergerakan benda yang dikenali. Selain itu, robot juga berhasil melakukan tugasnya dengan baik. Waktu yang dibutuhkan robot dalam menyelesaikan tugasnya untuk bentuk benda persegi selama 40.49 detik, bentuk benda segitiga sembarang selama 64.65 detik, dan bentuk benda segitiga siku-siku selama 65.05 detik [14].

Termotivasi oleh penelitian sebelumnya, penulis mencoba membuat aplikasi transformasi hough pada robot *lane tracking*. Metode yang digunakan untuk pendeteksian lintasan robot adalah transformasi hough. Hasil deteksi digunakan untuk pengontrolan sistem robot.

## 2. Transformasi Hough

Transformasi Hough pertama kali diperkenalkan oleh Paul Hough pada tahun 1962 untuk mendeteksi garis lurus. Transformasi Hough adalah teknik transformasi citra yang dapat digunakan untuk mengisolasi suatu objek pada citra dengan menemukan batas-batasnya (boundary detection) [15]. Karena tujuan dari sebuah transformasi adalah mendapatkan suatu fitur yang lebih spesifik, *Classical Hough Transform* merupakan teknik yang paling umum digunakan untuk mendeteksi objek yang berbentuk kurva seperti garis, lingkaran, elips dan parabola. Keuntungan utama dari transformasi Hough

adalah dapat mendeteksi sebuah tepian dengan celah pada batas fitur dan secara relatif tidak dipengaruhi oleh derau [15].

Transformasi Hough bisa digambarkan sebagai transformasi dari sebuah titik dalam daerah 2D kedalam ruang parameter, tergantung bentuk objek yang mau diidentifikasi. Dasar fungsi transformasi Hough adalah untuk mendeteksi garis lurus. Garis lurus dibidang  $x$ - $y$  dilukiskan sebagai

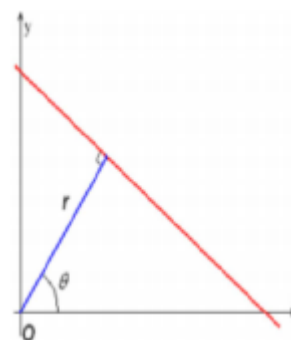
$$y = mx + c \quad (1)$$

Faktanya adalah, apabila terdapat garis yang tegak lurus terhadap sumbu horizontal bisa memberikan nilai yang tak hingga untuk parameter  $m$  dan  $b$ , maka garis diubah parameternya dalam ( $r$ ) dan theta ( $\theta$ ), menjadi:

$$r = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (2)$$

untuk  $\theta \in [0, \pi]$

Dimana ( $r$ ) adalah jarak garis dengan titik pusat,  $\theta$  adalah sudutnya. Jadi diberikan nilai  $x$  dan  $y$ , untuk setiap garis yang melalui titik ( $x, y$ ) secara unik bisa direpresentasikan dengan ( $\theta, r$ ).  $\theta$  dan  $r$  memiliki ukuran yang berhingga. Nilai  $r$  punya nilai maksimum 2 kali diagonal citra (lihat **Gambar 1**).

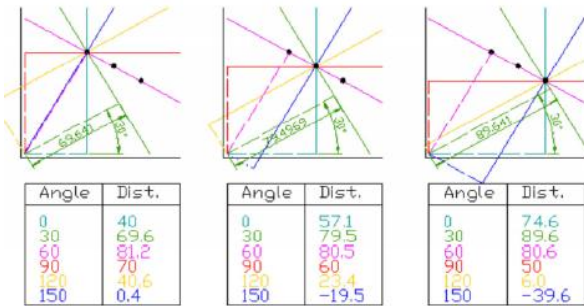


**Gambar 1:** Ilustrasi persamaan (1)

Sebuah proses deteksi tepi dibutuhkan untuk menyediakan sekumpulan piksel/titik yang merepresentasikan batas dari sebuah ruang citra. Persamaan (2) berkorespondensi dengan kurva sinusoidal dalam ruang ( $r, \theta$ ). Jika beberapa titik terdapat dalam sebuah garis yang sama, titik tersebut memproduksi sinusoidal yang saling bersilangan dalam ruang parameter garis tersebut.

Pada transformasi Hough, pertama sebuah tabel atau array yang disebut akumulator digunakan untuk mendeteksi keberadaan sebuah garis  $y = mx + b$ . Dengan kata lain, akumulator tersebut menghitung voting untuk sekumpulan nilai parameter  $m$  dan  $b$ . Transformasi Hough kemudian melanjutkan ke proses voting untuk menentukan piksel mana yang kiranya adalah tepi dari citra. Jika ada nilai yang sudah cukup memungkinkan

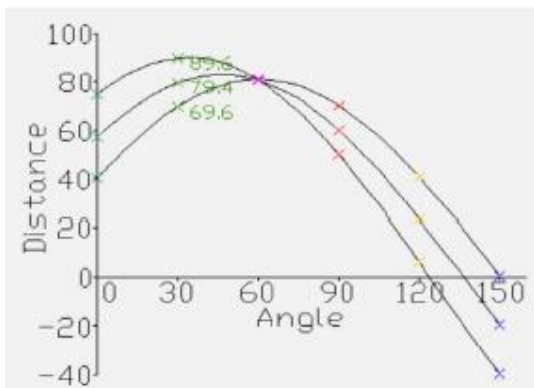
piksel tersebut adalah sebuah tepi, maka tambahkan nilai parameter yang berkorespondensi dengan garis tersebut, yang akan menyebabkan garis tersebut akan tampil di citra tepi.



**Gambar 2:** Representasi persamaan garis parameter ( $r, \theta$ ) [16]

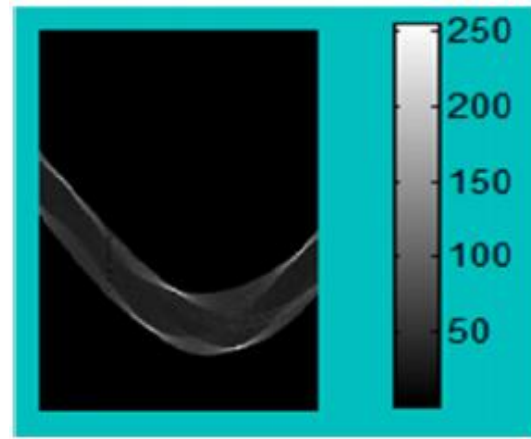
Pada **Gambar 1** tiap titik di gambar tersebut adalah titik dalam citra tepi. Anggap ada beberapa garis yang melewati titik tersebut. 1 garis dimulai dari titik pusat dan terletak tegak lurus terhadap garis utama kemudian di gambar. Panjang dan sudut dari garis yang terbentuk itu dihitung dan dimasukkan ke tabel yang terletak masih di **Gambar 2**.

**Gambar 3** menunjukkan bagaimana perbedaan panjang berhubungan dengan sudut yang berbeda pula. Titik ungu adalah titik yang menunjukkan dimana kurva sinusoidal saling bersilangan. Nilai dari parameter (sudut dan jarak) dari kurva yang bersilangan tersebut dimasukkan ke dalam tabel untuk penelitian lebih lanjutnya seperti rekonstruksi garis. Objek yang terdeteksi adalah objek yang mengumpulkan vote terbanyak atau merupakan *local maxima* dari *accumulator array*.



**Gambar 3:** Hasil transformasi titik-titik uji dalam ruang parameter ( $r- \theta$ ) [16]

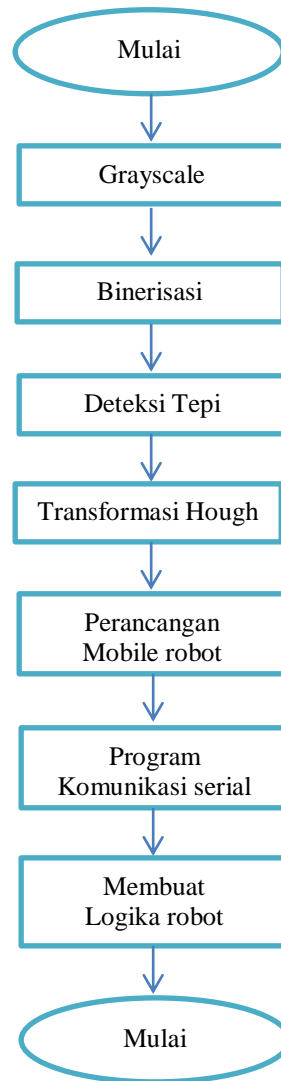
Warna terang pada transformasi Hough, menunjukkan nilai local maxima. Pada **Gambar 4** terdapat beberapa nilai puncak. Hal ini menunjukkan adanya beberapa jumlah garis [16].



**Gambar 4:** Local maxima hasil Transformasi Hough

**3. Metode Penelitian**

Metode penelitian ini disajikan pada **Gambar 5**.



**Gambar 5:** Diagram alir penelitian

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, kita menguji objek lintasan dengan proses grayscale, binerisasi, deteksi Canny dan transformasi Hough. Hasilnya adalah dapat dilihat pada **Gambar 6-10**. Hal ini ditunjukkan bahwa pendeteksian jalur dengan transformasi Hough dengan baik. Dari jalur yang terdeteksi didapatkan sudut jalurnya, hal ini dapat dimanfaatkan untuk membuat logika untuk pergerakan robotnya yaitu dengan menambahkan sudut dari garis kiri dan sudut garis kanan. Dari penjumlahan kedua sudut tersebut, robot dapat bergerak ke jalur yang telah ditentukan. Dari hasil kalibrasi dapat dilihat pada **Tabel 1**. **Gambar 11** menunjukkan aplikasi transformasi Hough pada robot *lane tracking*.

**Tabel 1** Kalibrasi pergerakan robot

No	Sudut	Arah
1	$-10 \geq \theta \geq 10$	Lurus
2	$\theta \geq 10$	Belok Kanan
3	$\theta < -10$	Belok Kiri



**Gambar 6:** Citra yang telah dikonversi ke RGB



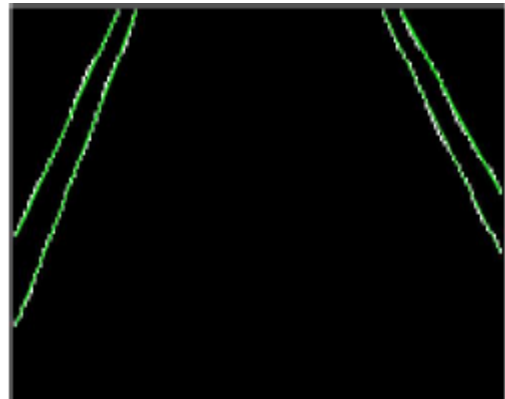
**Gambar 7:** Citra hasil *grayscale*



**Gambar 8:** Citra hasil binerisasi



**Gambar 9:** Citra hasil deteksi tepi Canny



**Gambar 10:** Pendeteksian jalur dengan transformasi Hough



**Gambar 11:** aplikasi transformasi Hough pada robot *lane tracking*

#### 5. Kesimpulan

Aplikasi Transformasi Hough sangat baik dalam mendeteksi bentuk, terutama mendeteksi garis. Ini dapat dimanfaatkan pada deteksi garis pada jalur untuk robot vision *lane tracking*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transformasi Hough sangat baik digunakan untuk dalam aplikasi robot *lane tracking*

---

### Daftar Pustaka

1. M. A. S. Tawas, M. D. Kalangi dan R. Rotikan. Segmentasi iris mata penderita penyakit ginjal dengan metode hough transform dan integro-differential operator. *CogITo Smart Journal*, 3(1), 100-110.
2. W. Hapsari. Transformasi Hough Linear Untuk Analisis dari Pengolahan Batik motif Parang. *Informatika*, 11(2), 99-105, 2015.
3. R. D. Auliannisa, F. Y. Suratman dan A. Rizal. Deteksi mata katarak menggunakan metode transformasi hough berbasis android. *eProceedings of Engineering*, 4(3). 3310-3319, 2017.
4. M. Qamal dan B. Burhanuddin. Matching sidik jari menggunakan transformasi hough. *Techsi-jurnal Teknik Informatika*, 4(1), 93-110, 2012.
5. K. W. Amelia. *Deteksi kesikuan dan kecacatan keramik menggunakan metode transformasi hough*. Doctoral Dissertation, Universitas Pembangunan Nasional, 2014.
6. W. Setiawan dan S. A. Asri. Penerapan transformasi hough pada deteksi lokasi plat nomor pada citra kendaraan. *Matrix Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 5(2), 41-46, 2017.
7. I. M. H. Mubarak. *Identifikasi tingkat kolesterol menggunakan iris mata dengan metode transformasi hough dan daugman's rubber sheet model*. Skripsi, Universitas Diponegoro, 2015.
8. S. Muharom. Penerapan metode hough line transform untuk mendeteksi pintu ruangan menggunakan kamera. *Jurnal iptek*, 21(1), 79-86, 2017.
9. A. S. Tanazri, P. D. Kusuma dan C. Setianingsih. Deteksi penyakit pterigium menggunakan hough transform dan forward chaining. *eProceedings of Engineering*, 5(3), 2018.
10. F. Indriani, F. Utamingrum dan Y. A. Sari. Deteksi zebra cross pada citra digital dengan menggunakan metode hough transform. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(6), 2374-2380, 2017.
11. R. A. Distira, *Desain sistem navigasi robot dengan isyarat mata menggunakan metode canny dan hough transform*. Skripsi, Universitas Jember, 2012.
12. M. K. Wahyudi, *Detection pada robot soccer untuk mendeteksi tepi citra objek berbasis android*. Skripsi, Universitas Negeri Semarang, 2016.
13. Z. M. Fathi. *Robot pengenalan dan pencari objek dengan kamera menggunakan metode transformasi hough*. Seminar nasional inovasi dan aplikasi teknologi di industri, Institut Teknologi Nasional Malang 4 Februari 2016, 406-411, ISSN: 2085-4218.
14. I. P. A. Priyatna, I. M. B. Suksmadana dan G. W. Wiriasto. Perancangan mobile robot pemindah barang dengan single vision sebagai sensor bentuk objek berbasis Raspberry Pi. *Dielektrika*, 4(2), 104-111, 2017.
15. D. Putra. *Pengolahan citra digital*, Yogyakarta: Andi Publisher, (2009).
16. P. A. Kusuma. *Analisis algoritma transformasi hough dalam mendeteksi lingkaran dan elips berbasis pengolahan citra digital*. Skripsi, Institut Teknologi Telkom, 2013.