

LINE PATH DETECTION ON HIGHWAYS USING THE HOUGH TRANSFORM METHOD

Munawir^{*1}, Amelia Wandini², Ahmad Ihsan³

^{1,2,3}Informatika, Informatics, Engineering Faculty, Universitas Samudra, Langsa, Indonesia
Email: ¹munawir@unsam.ac.id, ²ameliawandiniwandini@gmail.com, ³ahmadihsan@unsam.ac.id

(Article received: March 24, 2024; Revision: May 17, 2024; published: February 20, 2025)

Abstract

Lane line detection on highways is an important problem in the development of intelligent transportation technology or autonomous vehicles. One commonly used method is the Hough Transform method, which is known for its excellent level of accuracy and effectiveness. Line lane detection aims to identify and monitor line lanes on highways, which helps direct and limit vehicle traffic and ensures the safety and efficiency of vehicle movement. This research uses video images from cellphone cameras that have been taken previously. The image is then processed using the Hough Transform algorithm to detect line paths on the highway. The aim of this research is to create a line lane detection system on highways that is able to identify line lanes in various road conditions by utilizing the Hough Transform Algorithm. Apart from that, it also aims to test the ability of the Hough Transform algorithm in the lane line detection system which can provide a warning if the driver is too close to the line lane, increasing safety on the road. Even though there are several obstacles such as poor road conditions, unclear or faded line paths, and busy traffic situations, the results of this research show that the Hough Transform method can be used to detect line paths on highways well, and the level of accuracy is sufficient high namely 83%.

Keywords: *Detection, Highways, Hough Transform, Line Path.*

DETEKSI JALUR GARIS PADA JALAN RAYA MENGGUNAKAN METODE HOUGH TRANSFORM

Abstrak

Deteksi jalur garis pada jalan raya merupakan masalah yang penting dalam pengembangan teknologi transportasi cerdas atau kendaraan otonom. Salah satu metode yang umum digunakan adalah metode Hough Transform, yang terkenal akan tingkat akurasi dan efektivitasnya yang sangat baik. Deteksi jalur garis bertujuan untuk mengidentifikasi dan memantau jalur garis pada jalan raya, yang membantu mengarahkan dan membatasi lalu lintas kendaraan serta memastikan keamanan dan efisiensi pergerakan kendaraan. Penelitian ini menggunakan citra video dari kamera *handphone* yang telah diambil sebelumnya. Citra tersebut kemudian diproses menggunakan algoritma Hough Transform untuk mendeteksi jalur garis pada jalan raya. Tujuan dari penelitian ini adalah menciptakan sistem deteksi jalur garis pada jalan raya yang mampu mengidentifikasi jalur garis dalam berbagai kondisi jalan dengan memanfaatkan Algoritma Hough Transform. Selain itu, bertujuan juga untuk menguji kemampuan algoritma Hough Transform pada sistem deteksi jalur garis yang dapat memberikan peringatan jika pengendara terlalu dekat dengan jalur garis, meningkatkan keselamatan di jalan raya. Meskipun terdapat beberapa kendala seperti kondisi jalan yang buruk, jalur garis yang tidak jelas atau pudar, serta situasi lalu lintas yang padat, namun hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode Hough Transform dapat digunakan untuk mendeteksi jalur garis pada jalan raya dengan baik, dan tingkat akurasi cukup tinggi yaitu sebesar 83%.

Kata kunci: *Deteksi, Hough Transform, Jalan Raya, Jalur Garis.*

1. PENDAHULUAN

Intelligent Transportation System (ITS) adalah sistem transportasi yang menerapkan teknologi informasi dan telekomunikasi secara elektronika melalui *software* dan *hardware* komputer dalam bidang transportasi jalan, yang mengintegrasikan unsur-unsur lalu lintas seperti jalan raya, kendaraan,

dan orang atau pengemudi. *Intelligent Transportation System* dibuat bertujuan sebagai bentuk solusi dari permasalahan yang ada dalam bidang transportasi seperti mengatasi atau mengurangi kepadatan lalu lintas, mengurangi waktu perjalanan, meningkatkan keselamatan perjalanan, meningkatkan kualitas lingkungan yang akhirnya akan memberikan dampak

positif bagi produktifitas ekonomi. Deteksi Jalur Garis pada lalu lintas juga merupakan salah satu cara yang digunakan dalam sistem navigasi otomatis. Garis jalan pada lalu lintas dapat digunakan untuk memberikan informasi tentang arah lalu lintas, batas jalan, dan lain-lain. Oleh karena itu, deteksi garis pada lalu lintas juga merupakan sebuah komponen penting dalam sistem navigasi otomatis.

Jalan raya merupakan jalan umum yang digunakan untuk kepentingan umum dan dapat digunakan oleh kendaraan bermotor atau tidak bermotor. Jalan raya ini juga dapat berupa jalan bebas hambatan atau jalan terbatas. Kemudian Marka Jalan digunakan sebagai tanda pada permukaan jalan yang memberikan petunjuk, arah, atau tanda bahaya bagi pegemudi kendaraan ataupun pejalan kaki. Marka jalan juga dapat berupa garis, tanda parkir, simbol, tulisan, atau kombinasi dari beberapa hal tersebut. Tujuan dari marka jalan adalah untuk membantu mempermudah dan memperlancar arus lalu lintas pada jalan raya serta memberikan informasi dan petunjuk penting bagi pengemudi kendaraan dan pejalan kaki. Metode *Hough Transform* sangat berguna dalam berbagai aplikasi, seperti deteksi garis pada citra trafik, deteksi lingkaran dalam citra medis, dan deteksi sudut pada citra rekayasa. Pada dasarnya Metode *Hough Transform* memfasilitasi proses deteksi fitur geometri dalam citra yang mungkin sulit dilakukan dengan teknik lain. Metode *Hough Transform* memiliki beberapa keuntungan, termasuk kemampuannya untuk mengatasi masalah *noise* dan memungkinkan deteksi garis dalam citra yang tidak sempurna. Namun metode ini juga memiliki beberapa kekurangan, termasuk kompleksitas waktu eksekusi yang tinggi dan ketergantungan pada *threshold* yang tepat.

Deteksi jalur garis pada *Intelligent Transportation System* menggunakan teknologi seperti kamera, sensor, dan pemrosesan gambar atau video untuk mengidentifikasi jalur garis pada jalan raya. Informasi tentang jalur garis kemudian diteruskan ke sistem *Intelligent Transportation System* untuk memantau dan mengendalikan lalu lintas kendaraan. Tujuan dari adanya sistem deteksi jalur garis pada jalan raya ini untuk membuat Sistem deteksi jalur garis pada jalan raya yang memiliki jalur garis pada kondisinya dengan menggunakan Algoritma *Hough Transform*, serta untuk menguji algoritma *Hough Transform* pada sistem deteksi jalur garis yang dapat membunyikan alarm jika pengendara terlalu dekat dengan jalur garis dan sistem juga akan memberikan peringatan saat pengendara mendekati jalur garis, serta membantu para pengendara untuk selalu menjaga keamanan di jalan raya. Dengan adanya sistem ini diharapkan jalur garis pada jalan raya dapat terdeteksi dan dikendalikan dengan baik, aman, efisien serta dapat mengurangi tingkat kecelakaan yang terjadi di jalan raya.

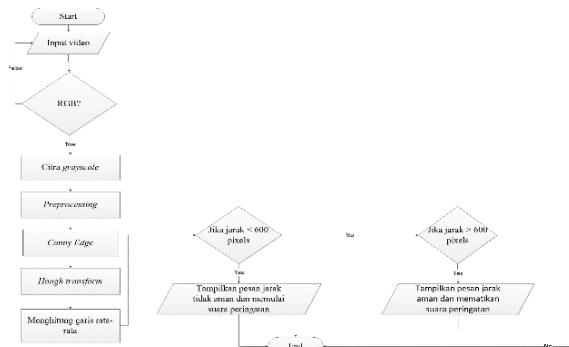
Deteksi jalur garis pada jalan raya memiliki peran yang sangat penting dalam mewujudkan visi kendaraan otonom. Deteksi jalur garis dapat membantu kendaraan untuk tetap bergerak di jalur yang benar serta dapat meningkatkan keamanan berkendara dengan memberikan peringatan kepada pengemudi jika kendaraan mulai menyimpang dari jalur yang ada. Deteksi ini juga dapat mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas, mengoptimalkan lalu lintas, serta meminimalkan kemacetan yang terjadi di jalan raya sehingga keamanan transportasi menjadi lebih baik dan efisien. Untuk mengembangkan sistem tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengukur efektivitas sistem yang telah dibuat agar dapat diimplementasikan kepada masyarakat. Pada penelitian deteksi jalur garis pada jalan raya ini menggunakan metode *Hough Transform*.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan sebuah video pada jalan raya yang sudah diambil sebelumnya menggunakan kamera handphone. Data ini didapatkan dengan melakukan perekaman jalan raya di beberapa lokasi sebagai pertimbangan dalam pengujian dan menentukan perbedaan pendeteksian di dalam program berdasarkan sumber jalan aspal yang bergaris. Akuisisi Citra merupakan proses pengambilan video, gambar atau data citra dari berbagai sumber, seperti kamera handphone, kamera digital, sensor, pemindai (*scanner*), atau alat pengukuran lainnya, yang bertujuan untuk mendapatkan informasi visual dari dunia nyata dan mengonversinya menjadi data digital yang dapat diolah oleh komputer. Kemudian pada penelitian kali ini citra yang digunakan yaitu berupa citra video.

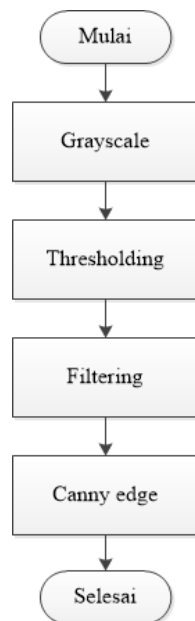
Blok diagram berikut ini merupakan representasi grafis dari suatu proses yang menggunakan blok-blok untuk merepresentasikan komponen-komponen sistem yang ada dan menggunakan panah-panah untuk menunjukkan hubungan antara blok-blok tersebut. Dalam konteks deteksi jalur garis pada jalan raya menggunakan *Hough Transform*, blok diagram dapat memberikan gambaran visual tentang alur proses yang menggambarkan proses deteksi jalur garis pada jalan raya menggunakan teknik *Hough Transform*. Proses alur sistem ini menjelaskan sebuah tahapan dimana proses awal ialah memasukkan video atau akuisisi gambar dari beberapa sampel yang telah diambil dan dilanjutkan dengan tahap *preprocessing* serta proses yang terakhir yaitu melakukan pendeteksian objek marka berupa jalur garis dengan menggunakan metode *Hough Transform*. Lalu pada komputer, akan memberikan sebuah informasi bahwa ketika pengendara mendekati jalur garis pada jalan raya maka sistem akan membunyikan alarm serta memberikan peringatan bahwa pengendara terlalu dekat dengan jalur garis pada jalan raya tersebut.

Gambar berikut merupakan sebuah *flowchart* dari sistem tersebut.



Gambar 1. 1 *Flowchart* Sistem

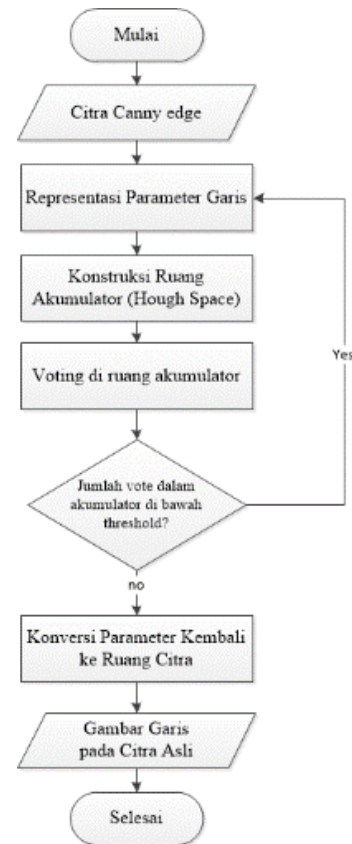
Pada tahapan selanjutnya yaitu *pre-processing* dimana Pada tahap ini citra akan melewati beberapa tahap, salah satunya adalah penerapan *filtering* yang dibutuhkan untuk menghilangkan *noise* serta membantu untuk memotong atau menghilangkan gangguan, proses yang digunakan pada sistem ini yaitu *cropping*. Berikut diagram alir dari proses *pre-processing*:



Gambar 1. 2 Alur *Pre-Processing*

Kemudian citra yang telah diolah pada tahap sebelumnya akan diolah kembali dengan menggunakan sebuah ekstraksi fitur. Ekstraksi fitur yang digunakan dalam penelitian ini ialah *Hough Transform*, dimana kamera akan mendeteksi sebuah objek yang sebelumnya dilakukan diproses konversi citra, yaitu dari citra berwarna kedalam citra keabuan atau grayscale yang bertujuan menjadikan citra yang hanya 1-layer. Setelah proses tersebut selesai, langkah selanjutnya yaitu menentukan deteksi tepi sesuai dengan image region yang berarti menentukan daerah jalur garis yang menjadi titik poin dari pendeteksian dengan metode *Hough Transform*.

Berikut ini proses dari metode *Hough Transform*:



Gambar 1. 3 *Flowchart Hough Transform*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, terdapat beberapa tahap yang dilakukan sebelum sistem mendapatkan informasi bahwa kendaraan aman atau kendaraan terlalu dekat dengan garis sehingga dapat membunyikan suara alarm pada sistem tersebut. Tahap-tahap tersebut yaitu dengan mengimplementasikan metode *Hough Transform* untuk mengenali karakter jalur garis pada jalan raya. Proses pemodelan dan penerapan metode *Hough Transform* yang akan dilakukan pada penelitian ini berfokus pada pengolahan citra dan penglihatan komputer yang digunakan untuk mendeteksi garis atau bentuk geometri dalam gambar, dan juga dapat digunakan untuk transformasi ruang parameter dan akumulasi suara untuk mengidentifikasi garis atau bentuk geometri tertentu dalam citra berdasarkan tepi-tepi yang terdeteksi sebelumnya.

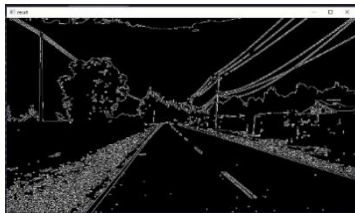
Selanjutnya pada tahap *pre-processing*, terdapat beberapa tahap yang dilakukan sebelum sistem mendapatkan informasi bahwa kendaraan aman atau kendaraan terlalu dekat dengan garis sehingga dapat membunyikan suara alarm pada sistem tersebut. Tahap-tahap tersebut yaitu mengubah citra biasa menjadi model warna *RGB*, selanjutnya diubah menjadi *grayscale* yang bertujuan untuk mempermudah pendeteksian, kemudian *gaussian filter* digunakan untuk penghalusan gambar, dan

canny edge digunakan untuk menghilangkan noise pada gambar. Setelah data terkumpul, langkah yang dilakukan selanjutnya yaitu melatih data menggunakan metode *hough transform* dimana ada beberapa tahapan yang dilakukan pada metode ini yaitu seperti merubah citra asli ke *grayscale*.



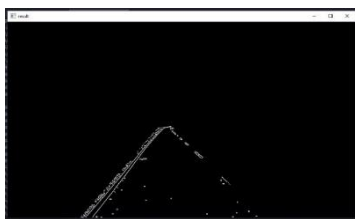
Gambar 1. 4 Citra *Grayscale*

Selanjutnya menggunakan *Canny Edge Detection*, proses ini digunakan untuk mendeteksi tepi pada setiap frame video *grayscale*. Pada gambar 1.5 merupakan sebuah gambar citra yang sudah diberi *Canny Edge Detection*.



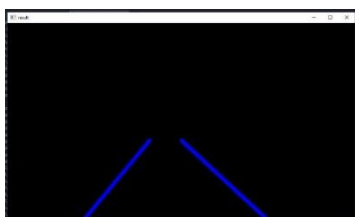
Gambar 1. 5 Citra *Canny Edge Detection*

Dilanjutkan dengan proses *cropped*, dimana pada proses ini digunakan untuk memotong atau menghilangkan *noise* serta gangguan seperti pohon, rumah, atau yang lain yang ikut terdeteksi. Sehingga hanya menyisakan titik-titik yang mungkin dapat mewakili jalur garis yang terdapat pada jalan raya tersebut.



Gambar 1. 6 Crop

Dilanjutkan dengan langkah yang dimana memilih titik-titik agar membentuk jalur garis pada setiap frame yang telah diolah sebelumnya. Langkah ini menjalankan algoritma *hough transform* pada setiap frame yang diolah. Hasilnya akan tampak seperti gambar 1.7



Gambar 1. 7 *Hough Transform*

Selanjutnya pada langkah ini titik-titik yang telah dideteksi dari domain *hough* dikembalikan ke domain citra asli seperti pada gambar









Gambar 1. 8 Hasil Deteksi

Selanjutnya yaitu pengujian system, hal ini dilakukan untuk menguji bagaimana performa dari sistem yang dibuat untuk menampilkan informasi kepada pengguna. Sehingga nantinya sistem dapat produktif jika digunakan pada situasi sebenarnya. Pengujian deteksi garis jalan dengan menggunakan metode *Hough Transform* dapat mencakup beberapa situasi yang mencerminkan kondisi di jalan raya.








Tabel 1. 1 Hasil Pengujian Jalan Garis Lurus

No	Gambar	Keterangan
1		TP (<i>True Positive</i>)
2		TP (<i>True Positive</i>)
3		TP (<i>True Positive</i>)
4		TP (<i>True Positive</i>)
5		TP (<i>True Positive</i>)
6		TP (<i>True Positive</i>)
7		TP (<i>True Positive</i>)








8		TP (<i>True Positive</i>)
9		TP (<i>True Positive</i>)
10		TP (<i>True Positive</i>)




8		TP (<i>True Positive</i>)
9		TP (<i>True Positive</i>)
10		TN (<i>True Negative</i>)



Tabel 1. 2 Hasil Pengujian Jalan Garis Putus-Putus

No	Gambar	Keterangan
1		TP (<i>True Positive</i>)
2		TP (<i>True Positive</i>)
3		TP (<i>True Positive</i>)
4		TP (<i>True Positive</i>)
5		TP (<i>True Positive</i>)
6		TP (<i>True Positive</i>)
7		TP (<i>True Positive</i>)

Tabel 1. 3 Hasil Pengujian Dijalan Ada Kendaraan

No	Gambar	Keterangan
1		TP (<i>True Positive</i>)
2		TP (<i>True Positive</i>)
3		TP (<i>True Positive</i>)
4		TP (<i>True Positive</i>)
5		TP (<i>True Positive</i>)
6		TP (<i>True Positive</i>)
7		FN (<i>False Negative</i>)

8		FN (False Negative)
9		FN (False Negative)
10		FN (False Negative)






9		Jarak Kendaraan Aman	Alarm tidak berbunyi
10		Jarak Kendaraan Aman	Alarm tidak berbunyi

4. DISKUSI

Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada deteksi ini, Hasil yang didapatkan dari system deteksi jalur garispada jalan raya ini cukup bagus untuk mendeteksi garis jalan, namun pada beberapa pengujian ada kesalahan dalam mendeteksi garis jalan. Pada kondisi jalan garis lurus dari 10 data pengujian sistem berhasil mendeteksi 10 data, pada pengujian kondisi jalan garis putus-putus sistem dapat mendeteksi garis jalan sebanyak 9 dari 10 data pengujian, Dan pada pengujian kondisi jalan yang ada kendaraan, sistem dapat mendeteksi garis jalan sebanyak 6 dari 10 data pengujian. Dan untuk pengujian alarm seluruhnya berhasil.

Ada beberapa penyebab umum mengapa sistem tidak dapat mendeteksi garis jalan dengan baik. Salah satunya masalah kualitas citra, citra dengan resolusi rendah mungkin tidak memberikan detail yang cukup untuk sistem mendeteksi garis jalan dengan akurat, juga adanya noise atau gangguan pada citra dapat mengganggu proses deteksi garis jalan. Selain itu pada saat ada tikungan sistem mungkin tidak dapat mendeteksi dengan baik. Berdasarkan hal tersebut maka hasil akurasi dapat dihitung nilai confusion matrix menggunakan table 1.5 berikut.

Tabel 1. 4 Hasil Pengujian Alarm

No	Gambar	Status Kendaraan	Status Alarm
1		Jarak Kendaraan Aman	Alarm tidak berbunyi
2		Jarak kendaraan tidak aman	Alarm berbunyi,
3		Jarak Kendaraan Aman	Alarm tidak berbunyi
4		Jarak kendaraan tidak aman	Alarm berbunyi,
5		Jarak Kendaraan Aman	Alarm tidak berbunyi
6		Jarak kendaraan tidak aman	Alarm berbunyi,
7		Jarak Kendaraan Aman	Alarm tidak berbunyi
8		Jarak kendaraan tidak aman	Alarm berbunyi,

Tabel 1. 5 Confusion Matrik

PREDIKSI CLASS	AKURASIS 100%	TRUE CLASS	
		TRUE	FALSE
TRUE	25 (TP)	0 (FP)	
FALSE	4 (FN)	1 (TN)	
	29	1	

Berdasarkan tabel 1.5 dapat dilihat bahwa terdapat nilai dimana TP (merupakan jumlah prediksi yang diklasifikasikan sebagai positif) sebanyak 25 data terdeteksi, nilai FP (jumlah prediksi negatif diklasifikasikan positif) sebanyak 0 data, nilai FN (jumlah prediksi positif diklasifikasikan sebagai negatif) sebanyak 4 data, dan nilai TN (jumlah prediksi negatif diklasifikasikan sebagai negatif) sebanyak 1 data. Dari data yang telah diperoleh tersebut, maka nilai akurasi yang didapati adalah sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \times 100\% \tag{1}$$

$$Akurasi = \frac{25}{30} \times 100\%$$

$$Akurasi = 83\%$$

Jadi, pada sistem deteksi jalur garis pada jalan raya ini sistem cukup akurat dalam mendeteksi sebuah garis, Sehingga sistem mendapatkan tingkat akuarasi yang cukup tinggi yaitu sebesar 83%.

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian dengan judul Deteksi Jalur Garis pada Jalan Raya Menggunakan Metode *hough transform* menyimpulkan bahwa pengujian ini dilakukan pada jalanan yang direkam menggunakan kamera *handphone* dan citra yang digunakan berupa citra video. Citra tersebut kemudian diproses menggunakan algoritma *hough transform* untuk mendeteksi jalur garis pada jalan raya. Meskipun terdapat beberapa kendala seperti kondisi jalan berlubang, jalur garis pada jalan raya tidak ada, tidak jelas atau terlalu pudar serta situasi lalu lintas yang padat. Namun sistem pendeteksian ini telah memberikan hasil yang memuaskan. Dari hasil pengujian, sistem ini mendapatkan tingkat keberhasilan sebesar 83%. Serta sistem ini juga dapat memberikan peringatan jika pengendara mendekati jalur garis sehingga pengendara dapat mematuhi peraturan lalu lintas di jalan raya. Selain itu sistem juga akan membunyikan alarm jika pengendara terlalu dekat dengan jalur garis sehingga dapat meningkatkan keamanan bagi para pengguna jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Deng and Y. Wu, "Double Lane Line Edge Detection Method Based on Constraint Conditions Hough Transform," *Proceedings - 2018 17th International Symposium on Distributed Computing and Applications for Business Engineering and Science, DCABES*, pp. 107–110, 2018. <https://doi.org/10.1109/DCABES.2018.00037>
- [2] N. H. M. Nasir, W. M. W. Mohamed, K. N. Tahar, and S. Alam, "A Review on Road Distress Detection Methods," *Advances in Transportation and Logistics Research*, vol. 1, no. 0, pp. 230–241, 2018. <http://proceedings.itltrisakti.ac.id/index.php/ATLR/article/view/28>
- [3] J. E. Komputer, E. Inovasi, A. Soleimani, and H. Khosravi, "Machine Translated by Google Deteksi Jalur Real-time Berdasarkan Fitur Image Edge dan Hough Mengubah Info Artikel Sejarah Artikel : Abstrak," vol. 9, no. 2, pp. 193–202, 2021. <https://doi.org/10.22061/JECEI.2021.7659.418>
- [4] P. Maya, and C. Tharini, "Performance analysis of lane detection algorithm using partial hough transform," *Proceedings - 2020 21st International Arab Conference on Information Technology, ACIT 2020*, pp. 7–10, 2020. <https://doi.org/10.1109/ACIT50332.2020.9300083>
- [5] R. Muthalagua, A. Bolimera, and V. Kalaichelvi, *Komputer dan Teknik Elektro dan analisis histogram untuk mobil self-driving*. 85, 2020.
- [6] N. S. A. Rudin, Y. M. Mustafah, Z. Z. Abidin, J. Cho, and H. F. M. Zaki, "Vision-based Lane Departure Warning System," vol. 2, no. 2, pp. 166–176, 2018.
- [7] Z. Wang, W. Ren, and Q. Qiu, *LaneNet: Real-Time Lane Detection Networks for Autonomous Driving*, 2018. <http://arxiv.org/abs/1807.01726>
- [8] D. Zhu, R. Song, H. Chen, R. Klette, and Y. Xu, "Moment-based multi-lane detection and tracking," *Signal Processing: Image Communication*, vol. 95, April. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.image.2021.116230>
- [9] H. Yenginner and H. Korkmaz, "Deteksi Jalur dengan menggunakan Hough Transform", 2020. 978-1-5386-1501-0/18 IEEE
- [10] M. R. Haque, M. M. Islam, K. S. Alam, and H. Iqbal, "Deteksi Jalur Berbasis Komputer Vision". *Published Online March 2019 in MECS*, 2019. (<http://www.mecs-press.org/>) DOI:10.5815/ijigsp.2019.03.04
- [11] R. Shreyas, P. K. Sai, R. Ajay, and K. SA, "Deteksi Jalur Jalan Real Time Menggunakan Jaringan Syaraf Konvolusional Dalam", *IJARIEE*, vol. 7, pp. 266-273, 2021.
- [12] M. Mosmudi, "Rekayasa & Manajemen Lalu Lintas Teori dan Aplikasi," ISBN: 979-3602-pp. 45-7, 2019
- [13] A. Jeklin, I. Muhammadin, I. Tritasmoro, "Deteksi Pelanggaran Marka Jalan Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Metode Deteksi Garis Tepi Canny Dan Transformasi Hough", *EProceedings*, vol. 7, no. 2, pp. 1–23, July. 2020 ,35563567.<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/12872Informatikalogi>,
- [14] "Pengertian Flowchart Dan Jenis – Jenisnya," *informatikalogi*, 2021. [Online]. Available: <https://informatikalogi.com/pengertianflowchart-dan-jenis-jenisnya/>. (Accessed July. 4 2021).
- [15] A. Aszhari, *Pengantar Transportasi. Kabupaten Ponorogo*, Myria Publisher, 2018.
- [16] P. Sharma, *Programming in Python*, India: BPB Publications, 2017

- [17] Dr. C. Tharini and P. Maya, “Analisis Kinerja Algoritma Deteksi Jalur menggunakan Partial Hough Transform”. *San Francisco State Univ*, 2021.