

BAB PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Teknologi kendaraan otonom (*autonomous vehicle*) telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir [1]. Topik ini telah menjadi fokus utama penelitian dan pengembangan, baik di kalangan para civitas akademisi alah satu fungsi krusial yang harus ada pada kendaraan otonom adalah kemampuan deteksi jalur yang presisi serta memiliki peran krusial dalam menjaga kendaraan tetap berada pada jalur yang ditetapkan. Akan tetapi, deteksi jalur memiliki tantangan yang signifikan dalam lingkungan yang dinamis dan dalam berbagai kondisi, seperti perubahan pencahayaan dan permukaan jalan. Faktor-faktor ini memperumit tugas dan menuntut solusi yang lebih baik secara real-time. Salah satu cara untuk memastikan pendeteksian jalur secara presisi adalah menggunakan metode ekstraksi dengan melakukan simulasi miniatur kendaraan otonom [3], yang dilengkapi oleh kamera sebagai input.

Kamera yang digunakan pada sistem ini adalah modul CAM022 yang kompatibel dengan Jetson Nano, berbasis sensor Sony IMX219. Kamera ini memiliki resolusi 8 megapiksel dengan output video maksimal hingga 3280x2464 piksel pada 21 fps. kamera ini dapat menangkap area luas yang berguna dalam aplikasi robotika dan sistem cerdas lainnya [1]. Oleh karena itu, penggunaan kamera ini akan sangat mendukung proses deteksi jalur secara akurat, terutama dalam kondisi kerja industri yang sering mengalami perubahan pencahayaan dan permukaan jalan.

Dalam penelitian ini, peneliti akan menerapkan algoritma *Hough transform*. *Hough transform* adalah teknik *computer vision* yang populer digunakan untuk mendeteksi bentuk geometris dalam gambar, terutama garis [2]. Selain itu, *Hough transform* juga mampu beradaptasi terhadap perubahan pencahayaan, memungkinkan deteksi yang lebih andal dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi, sehingga meningkatkan akurasi deteksi bentuk geometris meskipun terdapat gangguan di lingkungan kerja industri [3]. Penelitian mengenai sistem deteksi jalur telah dilakukan dengan berbagai pendekatan, yang dimana hasilnya nanti akan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya [4].

Pemilihan algoritma *Hough transform* untuk deteksi jalur didasarkan pada kemampuannya dalam mendeteksi jalur secara efektif, terutama dalam kondisi yang menantang seperti perubahan pencahayaan dan variasi permukaan jalur [3]. *Hough transform* dapat mengubah masalah deteksi bentuk menjadi pengenalan parameter dalam ruang parameter, sehingga lebih

tahan terhadap noise dalam citra [5]. *Hough transform* memiliki keunggulan dalam hal kecepatan dan efisiensi komputasi. Dengan kemampuan untuk memberikan hasil yang cepat dan andal, *Hough transform* menjadi pilihan ideal untuk situasi di mana deteksi jalur yang cepat lebih diutamakan, dibandingkan dengan analisis objek yang lebih rumit [2]

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengoptimasi algoritma *Hough Transform* untuk deteksi jalur pada platform miniatur kendaraan otonom dengan target akurasi minimal 90% dan robustness terhadap variasi kondisi pencahayaan?
2. Bagaimana mengimplementasikan dan mengevaluasi sistem deteksi jalur yang telah dioptimasi pada platform Duckiebot DB21J untuk memvalidasi performa algoritma dalam kondisi real-time dan menganalisis *trade-off computational efficiency*?

1.3 Tujuan

Berikut tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan metode yang mampu meningkatkan akurasi deteksi jalur pada kendaraan otonom hingga mencapai tingkat akurasi minimal 90% dalam kondisi lingkungan dinamis, seperti perubahan pencahayaan dan variasi permukaan jalan.
2. Mengimplementasikan dan mengevaluasi sistem deteksi jalur pada platform Duckiebot DB21J dengan Jetson Nano untuk memvalidasi efektivitas optimasi algoritma dan menganalisis *trade-off* antara akurasi dan *computational efficiency*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian tugas akhir ini sebagai berikut

1. Penelitian ini hanya fokus pada deteksi jalur tidak mencakup deteksi objek lain di sekitar miniatur kendaraan.
2. Penelitian ini difokuskan pada prototipe mobil otonom menggunakan modul *Duckiebot* DB21J.
3. Sistem deteksi hanya dirancang untuk mendeteksi jalur pada permukaan jalan yang relatif rata dan tidak mencakup deteksi pada permukaan yang sangat terjal atau berliku.
4. Sistem deteksi hanya dirancang untuk bergerak mengikuti jalur arah kanan.

5. Pengujian dilakukan hanya pada jalan yang telah direkayasa dan disesuaikan untuk skala prototipe, bukan pada jalan umum atau lingkungan yang kompleks.
6. Sistem deteksi jalur yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya diuji pada kondisi pencahayaan 305 lux dan 181 lux.
7. Sistem yang dikembangkan ditargetkan untuk mencapai akurasi deteksi jalur minimal 90%, namun evaluasi dilakukan dalam kondisi simulasi yang telah dipersiapkan.

1.5 Metode Penelitian

Pekerjaan penelitian ini dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Melakukan kajian literatur untuk memahami teknik deteksi jalur, serta membandingkan metode *Hough transform* dan penelitian sebelumnya dalam meningkatkan akurasi deteksi jalur pada kendaraan otonom.
2. Pengukuran Empirik
Mengumpulkan data gambar dan video dalam berbagai kondisi pencahayaan dan permukaan lintasan simulasi untuk memastikan sistem dapat beroperasi secara optimal dalam lingkungan yang dinamis.
3. Simulasi
Simulasi dilakukan untuk menguji algoritma deteksi jalur menggunakan metode *Hough transform*. Simulasi ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem algoritma deteksi jalur dengan target akurasi minimal 90% dalam kondisi yang bervariasi.
4. Perancangan
Merancang sistem deteksi jalur dengan memilih algoritma ekstraksi fitur yang tepat, serta mengonfigurasi perangkat keras (kamera CAM022 dan Jetson Nano) untuk mendukung pengujian.
5. Implementasi
Mengintegrasikan komponen sistem perangkat lunak dan perangkat keras dengan melakukan pengujian untuk memastikan sistem berfungsi sesuai target akurasi yang ditetapkan.
6. Analisis Statistik
Menganalisis hasil pengujian untuk mengevaluasi akurasi, kecepatan, dan efisiensi metode deteksi jalur, serta membandingkan kinerja metode *Hough transform* dengan metoda sebelumnya
7. Publikasi

Hasil penelitian dituangkan dalam bentuk buku tugas akhir yang mendokumentasikan seluruh tahapan penelitian, mulai dari studi literatur hingga analisis hasil. Selain itu, penelitian ini direncanakan untuk dipublikasikan dalam jurnal ilmiah guna berbagi temuan dan kontribusi ke komunitas akademik maupun industri.

1.6 Proyeksi Pengguna

Pengguna utama sistem deteksi jalur berbasis *hough Transform* mencakup Industri yang bergerak di bidang otomasi, manufaktur, atau kendaraan otonom dapat memanfaatkan sistem ini sebagai platform awal untuk pengembangan teknologi kendaraan otonom. Simulasi ini dapat digunakan untuk menguji algoritma baru, mengevaluasi kinerja sistem deteksi jalur di berbagai kondisi, dan mempercepat proses inovasi tanpa memerlukan prototipe berskala penuh, sehingga mengurangi risiko dan biaya pengembangan.