

Optimasi Penggunaan Kamera FLIR Untuk Navigasi Pada Sistem Kemudi Otomatis

1st Mahesa Wisnu Suputra
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

suputramahesa@student.telkomuniversi
ty.ac.id

2nd Fiky Y. Suratman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fysuratman@telkomuniversity.ac.id

3rd Arief Suryadi Satyawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

Verified email at brin.go.id

Abstrak — Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mendorong berbagai inovasi, salah satunya adalah kendaraan listrik otonom (KLO) yang dapat mengurangi kelalaian manusia dalam mengemudi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem kemudi otomatis pada KLO menggunakan kamera FLIR (Forward-Looking Infrared). Kamera FLIR digunakan untuk mendeteksi lingkungan sekitar kendaraan dalam berbagai kondisi pencahayaan, seperti siang hari dan malam hari. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja kamera dalam menghasilkan gambar termal yang akurat dan memastikan deteksi serta identifikasi objek yang andal. Metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur ResNet-50 digunakan untuk meningkatkan efektivitas deteksi objek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kamera FLIR mampu mendeteksi objek dengan baik dalam kondisi siang dan malam hari, serta meningkatkan keselamatan dan navigasi kendaraan otonom. Penggunaan metode CNN terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi deteksi objek, memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem kemudi otomatis yang lebih aman dan efisien.

Kata kunci — Kendaraan Listrik Otonom (KLO), Sistem Kemudi Otomatis, Kamera FLIR, Deteksi Objek, Convolutional Neural Network (CNN), ResNet-50, Pengujian Kinerja, Keselamatan Navigasi.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi saat ini bergerak cukup pesat, sehingga memungkinkan untuk dapat diaplikasikan diberbagai bidang kehidupan, termasuk mendorong berkembangnya di era industri 4.0. Khususnya pada bidang ilmu pengetahuan dan sistem komunikasi, Pada saat ini diberbagai negara telah mulai dikembangkan berbagai macam teknologi salah satunya ialah kendaraan listrik tanpa campur tangan manusia atau biasa disebut kendaraan listrik otonom (KLO). Kendaraan tersebut dapat mengurangi kelalaian manusia dalam mengemudi, selain itu dapat memberi kemudahan bagi orang dewasa hingga anak-anak untuk dapat bepergian tanpa keharusan mengemudi. Hasil studi dari Institut Studi Transportasi (INSTRAN) mendapatkan bahwa 65% kecelakaan lalu lintas berakibat kematian adalah pejalan kaki, dan kecenderungannya melibatkan kelalaian pengemudi kendaraan bermotor

termasuk mobil. Kondisi ini menjadi pertimbangan berbagai pihak untuk menghadirkan kendaraan yang dapat dikendalikan tanpa pengemudi atau menggunakan komputer sehingga meminimalisir terjadinya kelalaian yang diakibatkan pengemudi [1].

Berdasarkan data yang dihimpun dari BPS (Badan Pusat Statistik), kecelakaan lalu lintas merupakan serangkaian kejadian yang pada akhirnya sesaat sebelum terjadi kecelakaan didahului oleh gagalannya pemakai jalan dalam mengantisipasi keadaan sekelilingnya, termasuk dirinya sendiri dan kecelakaan lalu lintas mengakibatkan terjadinya korban atau kerugian harta benda. Menurut badan pusat statistika jumlah kecelakaan, korban mati, luka berat, luka ringan, dan kerugian materi 2019 – 2021 [2].

Selanjutnya menurut IIHS dalam studinya menemukan bahwa kendaraan otonom mampu mencegah sekitar 34% untuk meminimalisir peluang terjadinya kecelakaan [3] maka dari itu KLO perlu diciptakan. Agar KLO dapat terwujud maka sistem pendukung otonomnya harus bekerja dengan baik. Para pengembang kendaraan KLO seperti Waymo dan Tesla [4] telah berlomba-lomba mengembangkan sistem pendeteksian objek, sistem tersebut berbasis LiDAR, kamera maupun radar.

II. KAJIAN TEORI

A. Sistem Kemudi Otomatis

Sistem kemudi otomatis, juga dikenal sebagai sistem kemudi otonom adalah teknologi yang memungkinkan kendaraan untuk mengemudi sendiri tanpa campur tangan manusia. Sistem ini menggunakan kombinasi sensor, kamera, radar, dan perangkat lunak kecerdasan buatan (AI) untuk mendeteksi lingkungan sekitar kendaraan dan membuat keputusan mengemudi secara *real-time*.

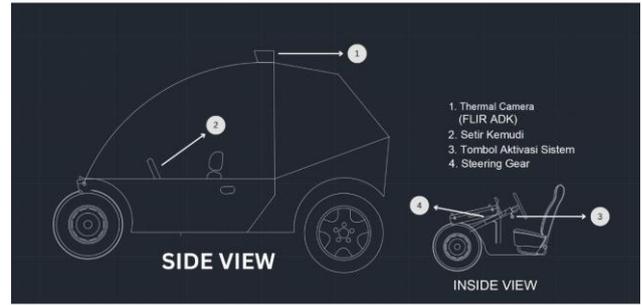
B. Kamera FLIR

Kamera FLIR (*Forward-Looking Infrared*) digunakan dalam sistem kemudi otomatis untuk meningkatkan kemampuan kendaraan dalam mendeteksi dan menginterpretasi lingkungan sekitarnya, terutama dalam kondisi pencahayaan rendah atau buruk seperti malam hari, kabut, atau hujan.



GAMBAR 1
Kamera FLIR

Pada gambar di bawah, merupakan peletakan komponen – komponen pada sistem kemudi otomatis. Dimana kamera FLIR diletakan pada bagian atas kendaraan untuk memindai area jalan.



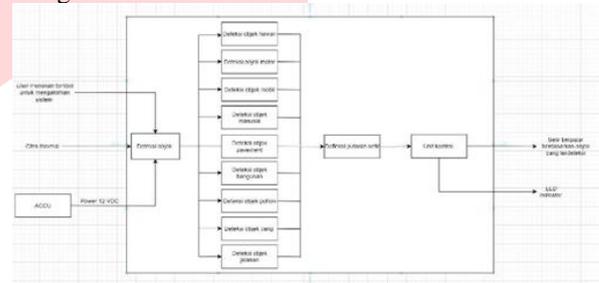
GAMBAR 2

Desain Peletakan komponen – komponen pada sistem kemudi otomatis

C. Prinsip Pendeteksian Kamera FLIR

Kamera FLIR (Forward-Looking Infrared) pada sistem kemudi otomatis mendeteksi area jalan dengan menangkap radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek berdasarkan suhu mereka, menghasilkan gambar termal yang menunjukkan variasi suhu. Objek seperti pejalan kaki, kendaraan, dan hewan tampak lebih terang dibandingkan latar belakang yang lebih dingin, memudahkan deteksi dalam kondisi pencahayaan rendah. Algoritma kecerdasan buatan (AI) menganalisis gambar ini untuk mengenali dan mengklasifikasikan objek penting serta memahami kondisi jalan. Data dari kamera FLIR diintegrasikan dengan sensor lain seperti lidar dan radar untuk memberikan gambaran lingkungan yang lebih akurat, memungkinkan sistem kemudi otomatis untuk merencanakan rute dan mengambil tindakan pencegahan dengan cepat dan efektif.

B. Diagram Blok Sistem



GAMBAR 3

Diagram Blok Sistem Kemudi Otomatis

D. Visualisasi dan Identifikasi Kamera FLIR

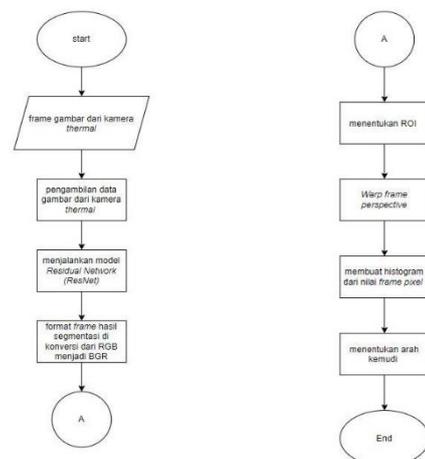
Kamera FLIR (Forward-Looking Infrared) pada sistem kemudi otomatis berfungsi untuk visualisasi dan identifikasi lingkungan dengan mendeteksi radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek berdasarkan suhu mereka, menghasilkan gambar termal di mana objek panas seperti pejalan kaki dan kendaraan tampak lebih terang. Algoritma kecerdasan buatan (AI) menganalisis gambar ini untuk mengenali dan mengklasifikasikan objek penting. Data dari kamera FLIR digabungkan dengan sensor lain seperti lidar dan radar untuk memberikan gambaran lingkungan yang lebih akurat. Berdasarkan informasi ini, sistem kemudi otomatis dapat membuat keputusan navigasi yang lebih aman dan efektif, seperti menghindari rintangan dan menyesuaikan kecepatan, terutama dalam kondisi pencahayaan rendah atau cuaca buruk.

Pada blok diagram sistem kemudi otomatis menjelaskan proses pendeteksi objek yang dilakukan, setelah objek terdeteksi maka unit kontrol akan bekerja untuk memproses besar derajat putaran setir. Jika objek terdeteksi maka, unit kontrol akan memproses besar derajat putaran setir sesuai dengan objek yang terdeteksi dan jika objek tidak terdeteksi maka, unit kontrol akan memproses besaran derajat putaran setir sesuai dengan medan jalanan yang dituju.

E. Pengembangan Solusi Diagnostik Sistem Kemudi Otomatis

Pengembangan solusi diagnostik untuk sistem kemudi otomatis adalah langkah penting dalam memastikan keandalan dan keamanan kendaraan otonom. Proses ini melibatkan berbagai tahapan dan teknik untuk mendeteksi, menganalisis, dan memperbaiki kesalahan atau malfungsi yang mungkin terjadi dalam sistem.

C. Flowchart



GAMBAR 4

Flowchart Sistem Kendali Otomatis

III. METODE

A. Desain Alat

Gambar 4 merupakan diagram alir atau *flowchart* sistem dengan alur pengambilan frame gambar dari kamera thermal kemudian menjalankan proses model Residual Network (ResNet) dengan mengkonversi hasil segmentasi dari format frame dari RGB menjadi BGR, kemudian mengubah nilai pada HSV dari hasil segmentasi frame. Setelah itu proses menentukan Region Of Interest (ROI) untuk memproses seluruh pixel citra tanpa terkecuali, lalu dilakukan pengkoreksian hasil gambar menggunakan warp frame perspectives algorithm. Hasil pengkoreksian akan dibuatkan histogram dari nilai frame pixel, setelah itu unit kontrol akan menentukan arah kemudi sesuai dengan objek yang terdeteksi ataupun medan jalan yang akan dituju.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi



GAMBAR 5
Instalasi Thermal Camera FLIR Pada Mobil KLO

Gambar 5 merupakan penempatan Thermal Camera FLIR pada mobil Kendaraan Listrik Otonom (KLO). Posisi Thermal Camera FLIR dipasang pada bagian atas mobil KLO seperti desai alat yang terdapat pada gambar 2.



GAMBAR 3
Proses Konversi Video Menjadi Frame

Pada gambar 6 merupakan proses setelah dilakukannya pemindaian area jalan dengan menggunakan kamera FLIR, lalu dilakukan konversi hasil video pemindaian jalan yang sudah dilakukan menjadi *frame* dengan hasil yang terdapat pada gambar 7.



GAMBAR 7
Hasil Konversi Video Menjadi Frame

Pengkoversian video menjadi *frame* dilakukan untuk ResNet karena ResNet dirancang untuk memproses gambar statis. Oleh karena itu, agar bisa diproses menggunakan ResNet, video tersebut perlu dipecah menjadi frame-frame individu. Setiap frame kemudian dapat diproses secara terpisah oleh ResNet.

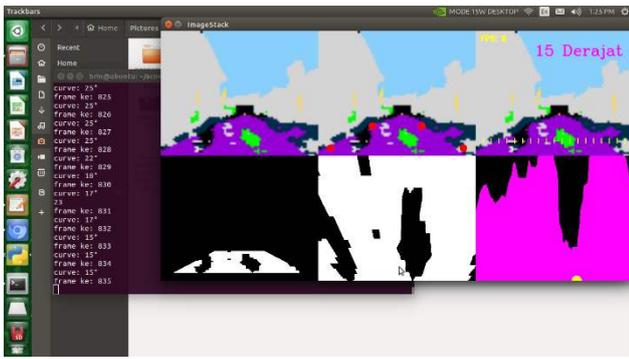
B. Hasil Pengujian

Pengujian kamera FLIR (Forward-Looking Infrared) pada siang hari dan malam hari dilakukan untuk memastikan kinerja yang konsisten dan andal dalam berbagai kondisi pencahayaan. Pada siang hari, pengujian diperlukan untuk mengatasi tantangan cahaya latar yang kuat dan kontras tinggi, sementara pada malam hari, pengujian memastikan kemampuan kamera mendeteksi objek dalam kegelapan total dengan hanya mengandalkan radiasi inframerah. Pengujian ini juga membantu dalam evaluasi algoritma kecerdasan buatan (AI) yang digunakan untuk analisis data, memastikan deteksi dan identifikasi objek yang akurat dalam kondisi terang dan gelap, serta memastikan keselamatan dan navigasi yang optimal pada kendaraan otonom dalam berbagai kondisi lingkungan.



GAMBAR 8
Pendeteksian Siang Hari sebelum penggunaan metode CNN

Hasil pengujian pendeteksian area jalan menggunakan thermal camera FLIR sebelum penggunaan metode CNN (*Convolutional Neural Network*) dengan jenis *ResNet-50*.



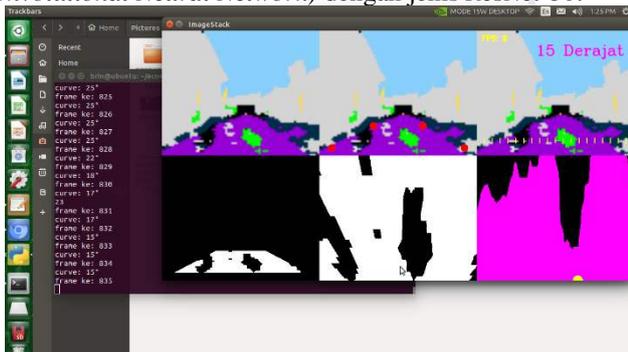
GAMBAR 9
Pendeteksian Siang Hari sesudah penggunaan metode CNN

Hasil pengujian pendeteksian area jalan menggunakan *thermal camera FLIR* sesudah penggunaan metode *CNN* (*Convolutional Neural Network*) dengan jenis *ResNet-50*.



GAMBAR 10
Pendeteksian Malam Hari sebelum penggunaan metode CNN

Hasil pengujian pendeteksian area jalan menggunakan *thermal camera FLIR* sebelum penggunaan metode *CNN* (*Convolutional Neural Network*) dengan jenis *ResNet-50*.



GAMBAR 11
Pendeteksian Malam Hari sesudah penggunaan metode CNN

Hasil pengujian pendeteksian area jalan menggunakan *thermal camera FLIR* sesudah penggunaan metode *CNN* (*Convolutional Neural Network*) dengan jenis *ResNet-50*.

C. Analisis Hasil Pengujian

Pengujian kamera *FLIR ADK* (Forward Looking InfraRed Automotive Development Kit) merupakan langkah kritis dalam memastikan kinerja dan keandalan perangkat sebelum digunakan dalam berbagai aplikasi, terutama di sektor otomotif di mana keamanan dan akurasi sangat penting. Pengujian kualitas gambar dilakukan dengan menggunakan berbagai skenario pengujian, seperti kondisi pencahayaan yang berbeda (siang hari dan malam hari), untuk memastikan bahwa kamera mampu menghasilkan gambar yang jelas dan tajam dalam semua kondisi.

V. KESIMPULAN

Pengujian kamera *FLIR* (Forward-Looking Infrared) pada kendaraan listrik otonom (KLO) menunjukkan pentingnya evaluasi dalam berbagai kondisi pencahayaan untuk memastikan kinerja yang konsisten dan andal. Pengujian di siang hari diperlukan untuk mengatasi tantangan cahaya latar yang kuat dan kontras tinggi, sementara pengujian di malam hari memastikan kemampuan kamera mendeteksi objek dalam kegelapan total dengan radiasi inframerah. Hasil pengujian ini juga membantu dalam mengevaluasi algoritma kecerdasan buatan (AI) yang digunakan untuk analisis data, memastikan deteksi dan identifikasi objek yang akurat, serta mendukung keselamatan dan navigasi optimal kendaraan otonom. Penggunaan metode *CNN* (*Convolutional Neural Network*) dengan jenis *ResNet-50* terbukti meningkatkan efektivitas deteksi objek baik pada siang maupun malam hari. Secara keseluruhan, implementasi dan pengujian kamera *FLIR* ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem kemudi otomatis yang lebih aman dan efisien.

REFERENSI

- [1] Waymo, <https://id.wikipedia.org/wiki/Waymo>, 21 June 2021.
- [2] Badan Pusat Statistik, “Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi 2019-2021,” bps.go.id/indicator/17/513/1/jumlah-kecelakaankorban-mati-luka-berat-luka-ringan-dan-kerugian-materi.html
- [3] <https://www.iihs.org/ratings> 13 July 2023
- [4] Tesla, https://id.wikipedia.org/wiki/Tesla,_Inc., 21 June 2021.
- [5] Flir, <https://www.flir.eu/discover/instruments/firefighting>, 1 January 2023

