

Implementasi Computer Vision Untuk Pengendalian Lampu LED Secara Otomatis Berdasarkan Pengenalan Gestur

Salman Agustiwan Akmal¹, Seh Turuy², Agung Rachmat Raharja³

Program Studi¹: Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik Atlas Nusantara,

Program Studi²: Informatika, Universitas Khairun

Program Studi³: Informatika, Bandung University,

agus.salman@sttar-ternate.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi *Computer Vision* telah memberikan kontribusi signifikan dalam berbagai bidang, termasuk dalam sistem kendali perangkat elektronik berbasis gestur. Penelitian ini mengembangkan sistem pengendalian lampu LED secara otomatis menggunakan teknologi *Computer Vision* untuk mengenali gestur tangan pengguna. Sistem ini memanfaatkan *MediaPipe Hands* dan *OpenCV* untuk mendeteksi serta mengklasifikasikan jumlah jari yang diangkat sebagai input, yang kemudian diterjemahkan menjadi perintah untuk menyalakan atau mematikan LED melalui mikrokontroler. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi akurasi deteksi gestur serta responsivitas sistem dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengenali gestur tangan dengan tingkat akurasi yang tinggi dan merespons perintah pengguna secara *real-time*. Implementasi sistem ini menawarkan beberapa keunggulan utama, seperti interaksi tanpa sentuhan (*touchless interaction*), peningkatan aksesibilitas bagi penyandang disabilitas, serta efisiensi energi melalui pengendalian lampu yang lebih cerdas. Namun, beberapa tantangan yang dihadapi meliputi ketergantungan pada kondisi pencahayaan dan posisi tangan dalam jangkauan kamera. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan *Computer Vision* dalam sistem kendali berbasis gestur dapat menjadi solusi inovatif dalam *smart home automation* dan interaksi manusia-komputer yang lebih intuitif.

Kata kunci: Computer Vision, Hand Tracking, Pengendalian Lampu LED

Abstract

The advancement of Computer Vision technology has significantly contributed to various fields, including electronic device control systems based on gesture recognition. This study develops an automatic LED control system using Computer Vision technology to recognize user hand gestures. The system utilizes MediaPipe Hands and OpenCV to detect and classify the number of raised fingers as input, which is then translated into commands to turn the LEDs on or off via a microcontroller. Testing was conducted to evaluate the accuracy of gesture detection and the system's responsiveness under various lighting conditions and camera angles. The results demonstrate that the system can recognize hand gestures with high accuracy and respond to user commands in real-time. The implementation of this system offers several key advantages, such as touchless interaction, improved accessibility for individuals with disabilities, and energy efficiency through smarter lighting control. However, some challenges include dependency on lighting conditions and the positioning of the hand within the camera's field of view. Overall, this study proves that the application of Computer Vision in gesture-based control systems can be an innovative solution for smart home automation and more intuitive human-computer interactions.

Keywords: Computer Vision, Hand Tracking, LED Control System

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Computer Vision (ComVis) telah memberikan kontribusi signifikan dalam berbagai sektor, termasuk otomasi industri, keamanan, kesehatan, dan rumah pintar [1] [2]. Salah satu aplikasi potensial dari teknologi ini adalah dalam sistem kontrol perangkat elektronik, khususnya dalam pengendalian lampu LED secara otomatis melalui pengenalan gestur tangan [3], [4]. Implementasi Computer Vision dalam sistem kontrol berbasis gestur menawarkan solusi inovatif yang lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional, seperti penggunaan saklar fisik atau perintah suara. Dengan pendekatan ini, interaksi dengan perangkat menjadi lebih intuitif dan bebas sentuhan, memberikan pengalaman pengguna yang lebih modern dan fleksibel [2],[4].

Sistem pengendalian berbasis gestur tangan memiliki beberapa keunggulan utama, termasuk peningkatan kenyamanan, aksesibilitas, dan efisiensi energi [5]. Teknologi ini sangat bermanfaat dalam situasi di mana pengguna memiliki keterbatasan fisik atau ketika interaksi langsung dengan perangkat tidak memungkinkan [6]. Dalam era Internet of Things (IoT) dan automasi rumah, solusi berbasis Computer Vision semakin diminati karena mampu memberikan pengalaman pengguna yang lebih cerdas dan responsif terhadap kebutuhan sehari-hari [1]. Penggunaan sistem ini juga berpotensi mengurangi konsumsi energi dengan memastikan lampu hanya menyala saat diperlukan, sehingga meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan [2].

Namun, meskipun berbagai metode telah diterapkan dalam sistem pengendalian perangkat elektronik, masih terdapat

beberapa keterbatasan yang perlu diatasi. Salah satunya adalah ketergantungan pada saklar fisik, yang mengharuskan pengguna untuk berinteraksi secara langsung dengan perangkat, sehingga kurang efisien dalam situasi tertentu [7]. Selain itu, penggunaan perintah suara sering kali tidak akurat dalam kondisi lingkungan yang bising, yang dapat menghambat respons sistem [6]. Kurangnya sistem berbasis Computer Vision yang dapat mengenali gestur tangan dengan tingkat akurasi tinggi juga menjadi tantangan tersendiri dalam implementasi teknologi ini. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat mengenali gestur tangan secara real-time dengan akurasi tinggi agar dapat digunakan dalam berbagai skenario, termasuk bagi pengguna dengan disabilitas atau keterbatasan mobilitas [8].

Rumusan Masalah

Bagaimana tingkat akurasi sistem Computer Vision dalam mengenali gestur tangan pengguna secara real-time untuk pengendalian lampu LED?

1. Bagaimana tingkat akurasi sistem Computer Vision dalam mengenali gestur tangan pengguna secara real-time untuk pengendalian lampu LED?
2. Bagaimana efektivitas integrasi teknologi MediaPipe Hands dan OpenCV dalam meningkatkan responsivitas sistem kendali berbasis gestur?
3. Tantangan dan keterbatasan dalam implementasi sistem pengendalian lampu LED berbasis Computer Vision, serta bagaimana cara mengatasinya?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yang disusun berdasarkan latar belakang yang

telah dijelaskan sebelumnya, adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem pengendalian lampu LED berbasis Computer Vision yang mampu mengenali gestur tangan pengguna secara real-time.
2. Menganalisis tingkat akurasi dan responsivitas sistem dalam mendeteksi serta menerjemahkan gestur tangan menjadi perintah kontrol lampu LED.
3. Menguji efektivitas sistem dalam berbagai kondisi pencahayaan dan jarak pengguna terhadap kamera guna memastikan keandalan sistem dalam lingkungan yang berbeda.

Manfaat Penelitian

Berikut adalah beberapa manfaat penelitian yang dapat dirumuskan:

1. Meningkatkan Inovasi dalam Interaksi Manusia-Komputer
2. Meningkatkan Efisiensi Energi dalam Automasi Rumah
3. Menjadi Referensi untuk Pengembangan Sistem Kendali Berbasis Computer Vision

Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas implementasi Computer Vision dalam pengendalian perangkat elektronik berbasis gestur. [3] mengembangkan sistem pengenalan gestur tangan untuk mengontrol volume komputer menggunakan OpenCV dan MediaPipe. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua teknologi tersebut dapat meningkatkan akurasi deteksi gestur melalui metode hand tracking yang efisien. Pengujian yang dilakukan dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut kamera membuktikan bahwa model yang dikembangkan mampu mengenali pergerakan jari dengan akurasi tinggi dan

waktu pemrosesan yang cepat. Hasil penelitian ini menjadi dasar bagi pengembangan sistem kendali berbasis gestur lainnya, termasuk dalam pengendalian lampu LED secara otomatis.

Selain itu, penelitian oleh [6] meneliti implementasi gesture control menggunakan metode Complementary Filter untuk mengendalikan perangkat elektronik tanpa sentuhan. Dalam penelitian ini, sensor gerakan dan algoritma pemrosesan citra digunakan untuk mendeteksi serta mengklasifikasikan gerakan tangan pengguna. Hasil studi ini menunjukkan bahwa gesture control lebih efektif dibandingkan perintah suara, terutama dalam lingkungan yang bising. Namun, penelitian ini juga mengungkap beberapa tantangan, seperti ketergantungan sistem pada posisi tangan pengguna dalam jangkauan sensor, yang dapat mempengaruhi responsivitas perintah. Studi ini memberikan wawasan penting dalam pengembangan sistem kendali berbasis Computer Vision yang lebih adaptif dan responsif.

Penelitian lainnya oleh [9] mengembangkan sistem kontrol lampu berbasis fingertip tracking dengan metode Convolutional Neural Network (CNN). Studi ini bertujuan untuk meningkatkan ketepatan pengenalan gerakan jari dalam berbagai kondisi pencahayaan. Dengan menggunakan CNN, sistem dapat secara otomatis mengklasifikasikan gerakan tangan dan menerjemahkannya menjadi perintah untuk menghidupkan atau mematikan lampu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang diterapkan mampu mengurangi kesalahan deteksi gestur dan meningkatkan efisiensi sistem dibandingkan dengan metode berbasis rule-based atau template matching.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan solusi yang lebih akurat dan andal untuk pengendalian perangkat elektronik berbasis Computer Vision.

LANDASAN TEORI

Computer Vision

Computer Vision adalah cabang ilmu komputer yang berfokus pada pengenalan dan pemahaman objek melalui pemrosesan citra digital. Teknologi ini memungkinkan komputer untuk mengekstraksi informasi dari gambar atau video, sehingga dapat mereplikasi kemampuan penglihatan manusia dalam mengenali objek dan pola. Dalam konteks penelitian ini, Computer Vision digunakan untuk mendeteksi gestur tangan yang akan diterjemahkan menjadi perintah untuk mengendalikan lampu LED secara otomatis.

Pengenalan Gestur Tangan

Pengenalan gestur tangan adalah proses identifikasi gerakan atau posisi tangan yang digunakan sebagai input dalam sistem interaksi manusia-komputer. Dengan memanfaatkan algoritma pemrosesan citra, sistem dapat mengenali berbagai bentuk dan gerakan tangan, seperti jumlah jari yang diangkat atau arah gerakan, yang kemudian dapat digunakan untuk mengontrol perangkat elektronik. Dalam penelitian ini, pengenalan gestur tangan memungkinkan pengguna untuk menyalakan atau mematikan lampu LED tanpa kontak fisik.

Pengendalian Lampu LED Otomatis

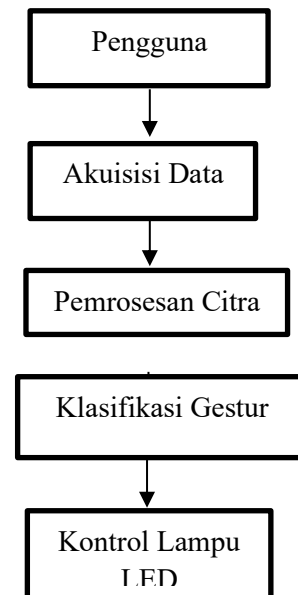
Lampu LED (Light Emitting Diode) dikenal efisien dalam konsumsi energi dan memiliki umur pakai yang panjang. Implementasi sistem pengendalian otomatis pada lampu LED, seperti

menggunakan sensor atau teknologi Computer Vision, dapat meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna. Dalam penelitian ini, pengendalian lampu LED dilakukan berdasarkan pengenalan gestur tangan, sehingga lampu dapat dioperasikan tanpa perlu menyentuh saklar fisik.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan kerangka kerja atau pendekatan terstruktur yang digunakan oleh peneliti dalam merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi penelitian. Tujuan utama dari metodologi penelitian adalah untuk menjamin bahwa penelitian dilakukan secara sistematis, dapat diandalkan, dan dilakukan dengan kompetensi yang tinggi [10].

Berikut adalah tahapan tahapan pada metode penelitian:



Gambar 1. Tahapan Metode Penelitian

Pengguna

Pengguna menggerakkan tangan di depan kamera sebagai input utama sistem. Kamera menangkap pergerakan tangan dan menghasilkan citra yang akan digunakan

dalam proses pengenalan gestur. Pengguna dapat melakukan berbagai gerakan tangan yang telah ditentukan sebelumnya, seperti membuka atau menutup telapak tangan, mengacungkan jari tertentu, atau melakukan gerakan spesifik lainnya yang akan dikonversi menjadi perintah untuk mengontrol lampu LED.

Akuisisi Data

Setelah citra tangan diperoleh, sistem melakukan tahap akuisisi data. Proses ini mencakup pengambilan gambar secara *real-time* menggunakan kamera yang terhubung dengan perangkat pemrosesan. Citra yang diperoleh kemudian diteruskan ke tahap pemrosesan citra untuk diekstraksi dan dianalisis. Akuisisi data ini harus dilakukan dengan kualitas tinggi agar sistem dapat mengenali gestur dengan akurat, sehingga faktor pencahayaan dan sudut pengambilan gambar perlu diperhatikan.

Pemrosesan Citra

Pada tahap pemrosesan citra, sistem akan mengekstraksi fitur dari citra tangan yang telah diperoleh. Pemrosesan ini melibatkan beberapa teknik, seperti konversi citra ke skala abu-abu, penghapusan *noise* menggunakan *Gaussian Blur*, serta pendeteksian tepi dan kontur menggunakan algoritma seperti *Canny Edge Detection*. Selain itu, jika menggunakan model berbasis *Deep Learning*, fitur yang lebih kompleks seperti titik-titik kunci pada tangan (*landmarks*) dapat diidentifikasi untuk meningkatkan akurasi pengenalan gestur.

Klasifikasi Gestur

Hasil ekstraksi fitur kemudian dikirimkan ke tahap klasifikasi gestur. Pada

tahap ini, sistem akan membandingkan pola yang diekstraksi dengan data dalam *database gestur* untuk menentukan jenis gerakan tangan yang dilakukan oleh pengguna. Algoritma yang digunakan dapat berupa *MediaPipe Hands*, *Convolutional Neural Networks (CNN)*, atau metode *Machine Learning* lainnya yang dapat mengenali dan mengklasifikasikan gestur dengan akurat. Jika gestur yang terdeteksi sesuai dengan salah satu pola dalam database, maka sistem akan menginterpretasikan hasil klasifikasi tersebut sebagai perintah tertentu.

Kontrol Lampu LED

Setelah gestur dikenali, tahap akhir adalah kontrol lampu LED. Sistem akan menerjemahkan hasil klasifikasi menjadi perintah untuk menghidupkan atau mematikan lampu LED. Jika gestur yang dikenali merupakan gestur "ON", maka sistem akan mengirimkan sinyal untuk menyalakan lampu, sedangkan jika gestur yang dikenali adalah "OFF", lampu akan dipadamkan. Proses ini dilakukan secara otomatis dan *real-time* sehingga pengguna dapat dengan mudah mengontrol lampu LED hanya dengan gerakan tangan tanpa perlu menyentuh saklar atau memberikan perintah suara.

Metode yang dipilih digunakan dalam penelitian, teknik dan cakupan, menguraikan secara rinci alat/bahan yang digunakan

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem Deteksi Jari untuk Pengendalian LED

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan teknologi *Computer Vision* untuk mendeteksi dan mengenali gestur tangan pengguna secara

real-time. Pendekatan ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol jumlah LED yang menyala hanya dengan mengangkat sejumlah jari tertentu. Dengan menggunakan algoritma *hand tracking*, sistem dapat secara akurat mengidentifikasi jumlah jari yang diangkat dan menerjemahkannya menjadi perintah digital untuk menghidupkan atau mematikan LED.

Teknologi yang digunakan dalam sistem ini mencakup *OpenCV* dan *MediaPipe*, dua alat yang populer dalam pengolahan citra dan deteksi objek berbasis kecerdasan buatan. *MediaPipe Hands* digunakan untuk mendeteksi titik-titik sendi pada tangan, sementara *OpenCV* digunakan untuk

pengolahan citra dan konversi data visual menjadi input yang dapat diproses lebih lanjut oleh mikrokontroler. Dengan adanya kombinasi ini, sistem dapat berfungsi secara real-time dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi, sehingga memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat elektronik tanpa perlu menyentuhnya secara langsung.

Penggunaan Mikrokontroler dalam Implementasi Sistem

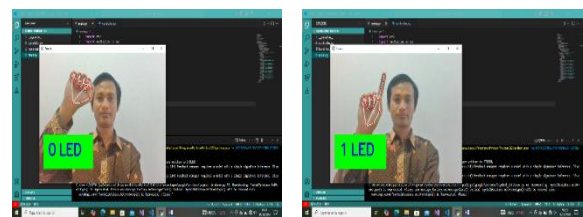
Pada sistem yang dikembangkan, mikrokontroler digunakan sebagai penghubung antara hasil deteksi gestur dengan kendali perangkat keras, yaitu lampu LED. Berdasarkan gambar yang ditampilkan dalam dokumen, sistem menggunakan *breadboard* untuk perakitan komponen dan penghubungan kabel jumper sebagai koneksi sementara. Mikrokontroler yang digunakan kemungkinan besar merupakan Arduino atau ESP32, yang memungkinkan komunikasi antara

perangkat lunak berbasis *Python* dan perangkat keras LED.

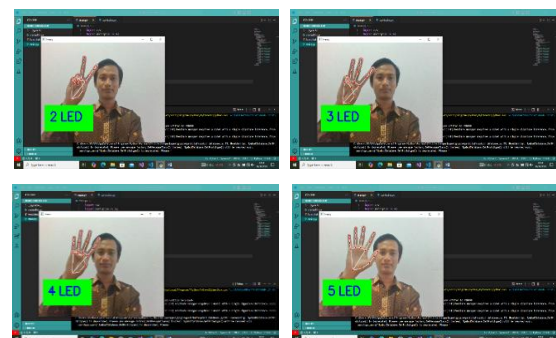
Setiap kali pengguna mengangkat jari dengan jumlah tertentu, sistem akan mengirimkan sinyal yang sesuai ke mikrokontroler, yang kemudian menyalakan jumlah LED yang bersesuaian. Sebagai contoh:

1. Jika satu jari diangkat, satu LED akan menyala.
2. Jika dua jari diangkat, dua LED akan menyala.
3. Jika tidak ada jari yang diangkat, seluruh LED akan mati.

Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini mampu menginterpretasikan input visual menjadi tindakan fisik secara langsung, menciptakan pengalaman interaktif yang lebih modern dan bebas sentuhan.



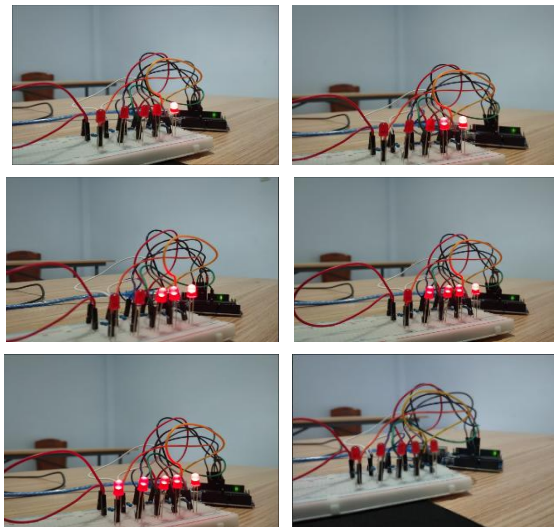
Gambar 2.Implementasi Sistem



Gambar 3.Implementasi Sistem

Gambar di atas menunjukkan implementasi sistem deteksi jari berbasis computer vision yang digunakan untuk mengontrol jumlah LED yang menyala. Pada setiap gambar, terdapat tangan seseorang yang ditandai dengan model deteksi titik-titik sendi menggunakan teknologi hand tracking. Di setiap gambar,

jumlah jari yang diangkat digunakan sebagai input untuk menentukan jumlah LED yang dinyalakan, yang ditampilkan dengan teks hijau di bagian bawah layar, seperti "1 LED", "2 LED", hingga "5 LED". Sistem ini tampaknya menggunakan OpenCV dan MediaPipe untuk deteksi tangan dan diintegrasikan dengan Python untuk mengontrol perangkat keras.



Gambar 4. Implementasi Sistem Elektronika

Gambar di atas menunjukkan sebuah rangkaian elektronik yang terdiri dari beberapa LED yang dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler melalui breadboard. Setiap gambar menampilkan kondisi yang berbeda, di mana jumlah LED yang menyala bervariasi, mulai dari satu LED hingga lima LED yang aktif. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem ini dirancang untuk menyalakan LED secara bertahap berdasarkan suatu input tertentu. Kabel jumper yang terlihat tersambung ke breadboard menunjukkan bahwa sistem ini menggunakan koneksi sementara untuk uji coba atau pengembangan prototipe.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, implementasi sistem

pengendalian lampu LED berbasis Computer Vision melalui pengenalan gestur tangan menunjukkan hasil yang efektif dan responsif. Dengan menggunakan algoritma seperti MediaPipe Hands dan OpenCV, sistem ini mampu mendeteksi jumlah jari yang diangkat secara real-time dan mengubahnya menjadi perintah untuk menyalakan atau mematikan LED. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan akurasi yang tinggi dalam berbagai kondisi pencahayaan dan jarak pengguna terhadap kamera. Pendekatan ini menawarkan solusi inovatif dalam interaksi manusia-komputer yang lebih intuitif dan efisien dibandingkan dengan metode konvensional, seperti saklar fisik atau perintah suara. Selain memberikan kemudahan dalam pengendalian perangkat elektronik, sistem ini juga memiliki potensi besar dalam berbagai aplikasi, termasuk smart home automation dan aksesibilitas bagi penyandang disabilitas. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat diperluas untuk mengontrol lebih banyak perangkat elektronik menggunakan berbagai gestur tangan yang lebih kompleks. Namun, beberapa tantangan seperti ketergantungan pada kondisi pencahayaan dan akurasi deteksi dalam situasi tertentu masih perlu dioptimalkan. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan Computer Vision dalam pengendalian perangkat elektronik berbasis gestur dapat meningkatkan kenyamanan pengguna serta efisiensi energi, menjadikannya sebagai solusi yang relevan dalam era digital dan Internet of Things (IoT).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sunyoto dan A. Harjoko, "Review Teknik, Teknologi, Metodologi dan

- Implementasi Pengenalan Gestur Tangan Berbasis Visi,”* Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf. Yogyakarta, hal. 7–14, 2014, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.uii.ac.id/Snati/article/download/3290/2970>.
- [2] D. Khairianto dan R. Firdaus, “Penerapan Hand Gesture Recognition Sebagai Media Kontrol Presentasi Aplikasi Powerpoint,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 8, no. 2, hal. 1852–1860, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i2.9167*.
- [3] S. Nur Budiman, S. Lestanti, S. Marselius Evvandri, dan R. Kartika Putri, “Pengenalan Gestur Gerakan Jari Untuk Mengontrol Volume Di Komputer Menggunakan Library Opencv Dan Mediapipe,” *Antivirus J. Ilm. Tek. Inform., vol. 16, no. 2, hal. 223–232, 2022, doi: 10.35457/antivirus.v16i2.2508*.
- [4] F. Fahrudin, M. Andriani, Muallimin, dan E. Altiarika, “Gerakan Tangan Pemain Otomatis Menggunakan Computer Vision,” *J. Inf. Technol. Soc., vol. 1, no. 1, hal. 15–19, 2023, doi: 10.35438/jits.v1i1.19*.
- [5] H. Yunita dan E. Setyati, “Hand Gesture Recognition Sebagai Pengganti Mouse Komputer Menggunakan Kamera,” *J. ELTIKOM, vol. 3, no. 2, hal. 64–76, 2019, doi: 10.31961/eltikom.v3i2.114*.
- [6] A. F. Magsyar, Y. S. Belutowe, dan P. Katemba, “Gesture Control Menggunakan Metode Complementary Filter,” *HOAQ (High Educ. Organ. Arch. Qual. J. Teknol. Inf., vol. 12, no. 1, hal. 1–11, 2023, doi: 10.52972/hoaq.vol12no1.p1-11*.
- [7] W. Pramuditya, “Perancangan Sistem Kendali Mikrokontroler Berbasis Gesture Control Menggunakan Gesture Control Armband,” *Katalog.Ukdw.Ac.Id, 2018, [Daring]. Tersedia pada: https://katalog.ukdw.ac.id/831/%0Ahttps://katalog.ukdw.ac.id/831/1/71140095_bab1_bab5_daftarpustaka.pdf*.
- [8] M. R. Abrori, F. T. Anggraeny, dan E. Y. Puspaningrum, “Analisis Fitur Pada Citra Gestur Tangan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia,” *Format J. Ilm. Tek. Inform., vol. 12, no. 2, hal. 165, 2023, doi: 10.22441/format.2023.v12.i2.010*.
- [9] T. Y. Putra, A. K. Nugroho, dan S. Heranurweni, “Kontrol Lampu Menggunakan Fingertip Tracking Berbasis Metode Convolutional Neural Network (CNN),” 2023.
- [10] T. Sutisna, A. R. Raharja, E. Hariyadi, V. Hafizh, dan C. Putra, “Penggunaan Computer Vision untuk Menghitung Jumlah Kendaraan dengan Menggunakan Metode SSD (Single Shoot Detector),” *J. Soc. Sci. Res. Vol., vol. 4, hal. 6060–6067, 2024, doi: 10.31004/innovative.v4i2.10071*.