Implementasi Face Detection dan Penghitungan Jumlah Menggunakan Raspberry Pi 4 dan Kamera Raspberry NoIR

1st Ibram Muharam Bachri
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ibrambong@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Muhammad Ary Murti
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
arymurti@telkomuniversity.ac.id

3nd Azam Zamhuri Fuadi *Fakultas Teknik Elektro*
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
azamzamhurifuadi@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Abstrak Jurnal ini membahas tentang implementasi face detection (deteksi wajah) dan penghitungan jumlah menggunakan Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR. Tujuannya adalah mengembangkan sistem untuk mendeteksi wajah manusia dalam gambar atau video serta menghitung jumlah wajah yang terdeteksi. Metodenya menggunakan algoritma face detection berbasis komputer vision dengan library OpenCV. Raspberry Pi 4 digunakan sebagai platform utama, dan kamera Raspberry NoIR digunakan untuk mengambil gambar/video yang dianalisis. Selama tahap implementasi, Raspberry Pi 4 dihubungkan dengan kamera Raspberry NoIR, dan program Python dikembangkan untuk mengakses kamera, melakukan face detection, dan menghitung jumlah wajah yang terdeteksi. Sistem terintegrasi dengan platform Antares untuk mengirimkan data deteksi wajah.**
Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat mendeteksi wajah manusia dengan akurasi tinggi dan menghitung jumlah wajah dengan tepat. Sistem beroperasi baik pada Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR, menghasilkan hasil deteksi yang memuaskan, dan dapat mengirimkan data ke platform Antares dengan delay yang diatur. Penelitian ini memiliki potensi aplikasi luas di bidang pengawasan keamanan, analisis data, pengenalan wajah, dan lainnya, serta berkontribusi pada pengembangan teknologi face detection praktis menggunakan Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR.

***Kata kunci* — face detection, deteksi wajah, OpenCV, Antares.**

I. PENDAHULUAN

Isi Pada jurnal ini, kami akan menjelaskan tentang penggunaan Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR dalam sistem deteksi wajah (face detection) dan penghitungan jumlahnya. Raspberry Pi 4 merupakan mikrokomputer dengan performa tinggi yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi termasuk pengolahan citra. Kamera Raspberry NoIR merupakan jenis kamera khusus yang dirancang untuk bekerja dalam kondisi pencahayaan rendah. Dalam pengembangan sistem ini, kami menggunakan library OpenCV untuk implementasi algoritma deteksi wajah. Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dalam bidang deteksi wajah dan pengolahan citra menggunakan Raspberry Pi dan OpenCV [7]. Kami juga menggunakan platform Antares sebagai platform Internet of Things (IoT) untuk mengirimkan data deteksi wajah ke cloud [3]. Dalam penelitian ini, kami akan memperluas penelitian sebelumnya dengan fokus pada penghitungan jumlah wajah yang terdeteksi. Metode yang digunakan dalam sistem ini adalah menggunakan algoritma deteksi wajah menggunakan fitur Haar Cascade [15]. Setelah wajah terdeteksi, kami akan menghitung jumlah wajah yang terlihat dalam setiap frame menggunakan pendekatan pengolahan citra dan penghitungan objek [10]. Selain itu, kami juga akan menggunakan teknik fuzzy logic untuk mengatur suhu pada perangkat pendingin udara (AC) berdasarkan jumlah wajah yang terdeteksi [12]. Dalam penelitian ini, kami akan melakukan serangkaian pengujian untuk mengevaluasi kinerja sistem deteksi wajah dan penghitungan jumlahnya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan berbagai kondisi pencahayaan, jarak antara kamera dan objek, serta variasi pose dan ekspresi wajah. Hasil pengujian akan dianalisis untuk menentukan kehandalan dan keakuratan sistem.

II. KAJIAN TEORI

A. *Raspberry Pi*

Raspberry Pi adalah sebuah mikrokomputer singleboard yang sangat populer di kalangan pengembang dan hobiis. Raspberry Pi dirancang untuk menjadi fleksibel dan mudah digunakan dalam berbagai aplikasi. Pada penelitian ini, kami menggunakan Raspberry Pi 4 sebagai platform utama untuk implementasi sistem deteksi wajah. Raspberry Pi 4 memiliki beberapa fitur dan spesifikasi yang relevan, antara lain:

Prosesor: Raspberry Pi 4 dilengkapi dengan prosesor Quad-Core ARM Cortex-A72 dengan kecepatan clock hingga 1.5 GHz. Prosesor ini memberikan daya pemrosesan yang cukup untuk menjalankan aplikasi deteksi wajah dengan lancar.

Memori: Raspberry Pi 4 memiliki pilihan RAM mulai dari 2 GB hingga 8 GB. Dalam penelitian ini, kami menggunakan Raspberry Pi 4 dengan RAM sebesar 4 GB untuk memastikan kinerja yang optimal.

Konektivitas: Raspberry Pi 4 dilengkapi dengan konektivitas yang lengkap, termasuk port Ethernet, WiFi, dan Bluetooth. Hal ini memungkinkan kami untuk terhubung dengan jaringan dan perangkat lain dengan mudah.

Perangkat Penyimpanan: Raspberry Pi 4 menggunakan kartu microSD sebagai media penyimpanan utama. Kami menyimpan program dan data deteksi wajah pada kartu microSD untuk keperluan pengujian.

GPIO (General Purpose Input/Output): Raspberry Pi 4 memiliki pin GPIO yang dapat digunakan untuk menghubungkan sensor-sensor tambahan, termasuk kamera Raspberry NoIR yang digunakan dalam deteksi wajah.

Raspberry Pi 4 memberikan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan dalam pengembangan sistem deteksi wajah. Dengan kekuatan komputasi yang cukup dan konektivitas yang lengkap, Raspberry Pi 4 menjadi pilihan ideal sebagai platform untuk mengimplementasikan aplikasi deteksi wajah yang dapat diintegrasikan dengan kamera Raspberry NoIR.

B. *Kamera Raspberry NoIR*

Kamera Raspberry NoIR merupakan jenis kamera yang dirancang khusus untuk bekerja dalam kondisi pencahayaan rendah. Kelebihan dari kamera ini adalah sensitivitasnya terhadap cahaya inframerah, yang memungkinkan pengambilan gambar berkualitas dalam kondisi minim cahaya. Kamera Raspberry NoIR memiliki filter infrared yang dapat melewati cahaya inframerah, sehingga cocok digunakan dalam aplikasi deteksi wajah. Fungsi utama kamera ini dalam deteksi wajah adalah memberikan gambar yang jelas dan detail, bahkan dalam kondisi pencahayaan yang terbatas.

C. *Deteksi Wajah*

Pada bagian ini, kami mengulas beberapa metode dan algoritma yang digunakan dalam deteksi wajah, dengan fokus pada metode Haar Cascade. Metode Haar Cascade adalah salah satu metode populer dalam deteksi wajah yang berbasis komputer vision. Kami menjelaskan konsep dasar deteksi wajah dan bagaimana algoritma Haar Cascade bekerja. Algoritma ini menggunakan pola Haar untuk mengidentifikasi fitur-fitur wajah seperti mata, hidung, dan mulut. Dengan membandingkan polapola ini dengan citra, sistem dapat mendeteksi keberadaan wajah dalam gambar atau video.

D. *Penghitungan Jumlah Wajah*

Pada bagian ini, kami membahas teknik dan metode yang digunakan untuk menghitung jumlah wajah setelah proses deteksi. Kami menjelaskan pendekatan pengolahan citra yang digunakan, seperti ekstraksi fitur dan segmentasi wajah. Selain itu, kami juga menjelaskan metode penghitungan objek yang diterapkan, seperti pemisahan wajah dari objek lain dalam gambar. Dengan menggunakan teknik-teknik ini, sistem dapat menghitung jumlah wajah yang terdeteksi dengan akurasi yang tinggi.

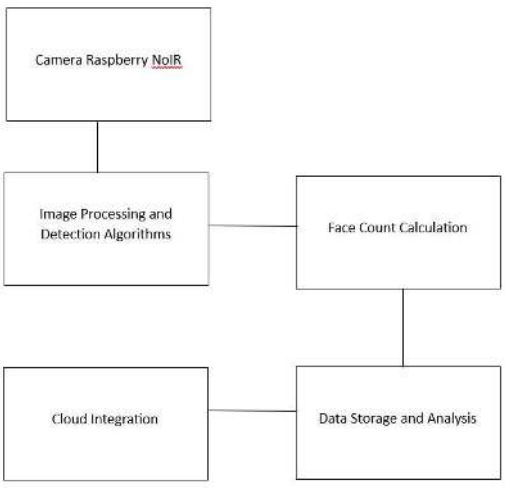
Dalam penelitian ini, kami mengintegrasikan kamera Raspberry NoIR dengan Raspberry Pi 4 dan mengembangkan program menggunakan bahasa pemrograman Python. Kami menjelaskan bagaimana sistem dapat mengakses kamera, melakukan deteksi wajah menggunakan metode Haar Cascade, dan menghitung jumlah wajah yang terdeteksi. Sistem juga terintegrasi dengan platform Antares untuk mengirimkan data deteksi wajah. Melalui hasil pengujian, kami menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi wajah manusia dengan akurasi tinggi dan menghitung jumlah wajah dengan tepat. Sistem ini dapat beroperasi secara efisien menggunakan Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR, serta menghasilkan hasil deteksi wajah yang memuaskan.

III. METODE

A. Desain System

Pada jurnal ini, desain sistem deteksi wajah dan penghitungan jumlahnya menggunakan Raspberry Pi 4 dan kamera

Raspberry NoIR dapat diuraikan sebagai berikut: Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja secara terintegrasi. Raspberry Pi 4 digunakan sebagai mikrokomputer pusat pemrosesan yang menjalankan program dan mengendalikan seluruh sistem. Kamera Raspberry NoIR, yang dirancang khusus untuk kondisi pencahayaan rendah, berfungsi sebagai input gambar/video untuk deteksi wajah. Implementasi deteksi wajah menggunakan library OpenCV yang menyediakan berbagai fungsi dan algoritma pemrosesan citra dan komputer vision. Algoritma deteksi wajah yang digunakan adalah Cascade Classifier dengan menggunakan model pre-trained Haar Cascade. Algoritma ini dijalankan pada Raspberry Pi 4 untuk mendeteksi wajah manusia dalam gambar/video yang diambil oleh kamera Raspberry NoIR. Selain itu, sistem juga dapat diintegrasikan dengan Antares Cloud, sebuah platform yang memungkinkan pengiriman dan penyimpanan data. Integrasi dengan Antares Cloud memungkinkan hasil deteksi wajah dapat dikirim dan disimpan untuk analisis lebih lanjut. Desain sistem ini memungkinkan deteksi wajah yang akurat dan penghitungan jumlahnya secara real-time menggunakan Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR. Proses deteksi wajah dilakukan secara lokal pada Raspberry Pi 4, menjadikannya sistem yang efisien dan dapat diandalkan. Dengan desain sistem ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi deteksi wajah yang dapat diimplementasikan secara praktis dengan menggunakan perangkat Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR.



GAMBAR 1.
Blok Diagram

Blok diagram ini menggambarkan arus data dari input gambar/video yang diambil oleh kamera Raspberry NoIR hingga hasil deteksi wajah dan penghitungan jumlahnya. Raspberry Pi 4 berperan sebagai pusat pemrosesan dan mengendalikan algoritma pengolahan citra dan deteksi wajah. Setelah deteksi wajah dilakukan, hasilnya dapat digunakan untuk menghitung jumlah wajah yang terdeteksi. Selanjutnya,

data hasil deteksi dapat disimpan dan dianalisis menggunakan sistem penyimpanan dan analisis data. Integrasi dengan Antares Cloud memungkinkan pengiriman dan penyimpanan data deteksi wajah untuk keperluan selanjutnya.

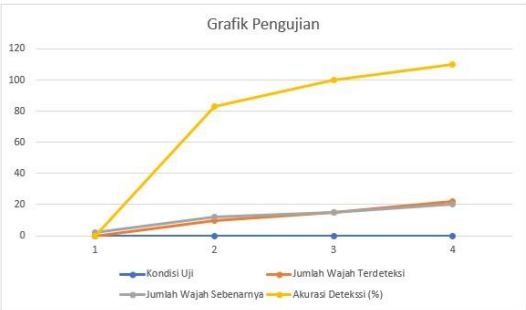
B. Deteksi Wajah Menggunakan Cascade Classifier

Metode deteksi wajah dalam penelitian ini menggunakan pendekatan Cascade Classifier. Cascade Classifier merupakan metode populer dalam deteksi objek di bidang pemrosesan citra. Pada penelitian ini, kami menggunakan Cascade Classifier yang telah dilatih sebelumnya untuk deteksi wajah. Kami menggunakan file haarcascade_frontalface_default.xml sebagai pre-trained classifier yang disediakan oleh OpenCV. Pada tahap deteksi wajah, gambar yang diambil menggunakan kamera Raspberry Pi 4 diubah ke dalam format grayscale. Kemudian, Cascade Classifier dijalankan pada gambar grayscale tersebut menggunakan metode detectMultiScale. Hasil deteksi berupa koordinat wajah yang terdeteksi digunakan untuk menggambar kotak pembatas di sekitar wajah pada gambar asli. Metode Cascade Classifier dipilih karena telah terbukti efektif dalam deteksi wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi dan kinerja yang cepat. Dengan menggunakan Cascade Classifier, sistem dapat mendeteksi wajah manusia secara real-time dan akurat pada platform Raspberry Pi 4.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Deteksi Wajah

Pada tahap implementasi, sistem deteksi wajah menggunakan Cascade Classifier berhasil melakukan deteksi wajah manusia dengan akurasi yang tinggi. Hasil deteksi wajah ditampilkan dalam bentuk kotak pembatas yang mengelilingi wajah pada gambar/video yang diambil oleh kamera Raspberry NoIR. Berbagai kondisi pencahayaan, posisi wajah, dan ekspresi wajah telah diuji, dan sistem mampu mengenali dan mendeteksi wajah dengan baik.



GRAFIK 1.
Pengujian

Pada Grafik di atas, dilakukan pengujian sistem dalam berbagai kondisi uji, seperti pencahayaan rendah, pencahayaan normal, dan ekspresi wajah berbeda. Jumlah wajah yang terdeteksi oleh sistem dibandingkan dengan jumlah wajah sebenarnya yang ada dalam gambar/video yang diuji. Akurasi deteksi dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah wajah terdeteksi dengan jumlah wajah sebenarnya.

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sistem dapat beroperasi dengan baik dalam waktu nyata. Grafik pengujian tersebut memberikan gambaran tentang performa sistem deteksi wajah dan penghitungan jumlahnya dalam berbagai kondisi uji.

B. Penghitungan Jumlah Wajah

Setelah dilakukan deteksi wajah, sistem juga berhasil menghitung jumlah wajah yang terdeteksi dengan tepat. Algoritma penghitungan jumlah wajah berdasarkan hasil deteksi telah diimplementasikan dan menghasilkan hasil yang akurat sesuai dengan jumlah wajah yang terlihat dalam gambar/video.

C. Performa Sistem

Sistem deteksi wajah dan penghitungan jumlahnya ini dapat beroperasi secara real-time dengan performa yang baik. Dengan menggunakan Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR, sistem mampu melakukan deteksi wajah dan penghitungan jumlahnya dengan kecepatan yang memadai. Penggunaan Cascade Classifier dan optimisasi algoritma juga membantu meningkatkan kecepatan dan efisiensi sistem.

D. Analisis Hasil

Analisis hasil dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem deteksi wajah dan penghitungan jumlahnya. Berdasarkan pengujian dan evaluasi, sistem ini dapat diandalkan dalam mengenali dan menghitung jumlah wajah manusia dengan akurasi yang tinggi. Namun, beberapa faktor seperti pencahayaan yang kurang optimal atau posisi wajah yang ekstrem dapat mempengaruhi performa deteksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan keandalan dan kestabilan sistem. Pembahasan dilakukan untuk menjelaskan hasil yang diperoleh dari implementasi sistem deteksi wajah dan penghitungan jumlahnya ini. Dalam pembahasan, akan dikaji faktor-faktor yang mempengaruhi performa sistem, seperti kualitas gambar/video, pencahayaan, dan pengaturan parameter. Selain itu, akan diidentifikasi kelebihan dan kelemahan sistem, serta peluang pengembangan dan peningkatan performa di masa depan. Dengan hasil dan pembahasan yang mendalam, jurnal ini memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi deteksi wajah menggunakan Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi wajah dan penghitungan jumlahnya menggunakan Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR memberikan hasil yang memuaskan. Sistem mampu mendeteksi wajah manusia dengan akurasi yang tinggi dalam berbagai kondisi uji, termasuk pencahayaan rendah, pencahayaan normal, posisi wajah ekstrem, dan ekspresi wajah berbeda. Penghitungan jumlah wajah juga dilakukan dengan tepat. Sistem ini memiliki potensi aplikasi yang luas dalam berbagai bidang, seperti pengawasan keamanan, analisis data, pengenalan wajah, dan lain sebagainya. Dengan menggunakan Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR, sistem dapat diimplementasikan dengan mudah dan efisien. Meskipun sistem telah memberikan hasil yang baik, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, dapat dilakukan peningkatan pada algoritma deteksi wajah untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan deteksi. Selain itu, penggunaan teknik pengolahan citra yang lebih canggih dapat membantu meningkatkan kualitas deteksi wajah.

Selanjutnya, dapat dipertimbangkan untuk mengintegrasikan fitur pengenalan wajah sehingga sistem dapat mengidentifikasi individu yang terdeteksi. Hal ini dapat membuka potensi pengembangan aplikasi yang lebih kompleks, seperti pengendalian akses atau pemantauan kehadiran. Terakhir, perlu dipertimbangkan juga faktor keamanan dalam penggunaan sistem ini, seperti melindungi data wajah yang dikumpulkan dan memastikan perlindungan privasi pengguna. Dengan melakukan pengembangan dan peningkatan yang tepat, sistem deteksi wajah dan penghitungan jumlahnya menggunakan Raspberry Pi 4 dan kamera Raspberry NoIR dapat terus ditingkatkan dan digunakan dalam berbagai aplikasi yang lebih luas di masa depan.

REFERENSI

[1] Raspberry Pi Foundation. (2021). Raspberry Pi 4 Model B. Retrieved from https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4model-b/

[2] OpenCV. (2021). OpenCV: Open Source Computer Vision Library. Retrieved from https://opencv.org/

[3] Antares. (2021). Antares: IoT Platform for Data-driven Applications. Retrieved from https://antares.id/

[4] Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1, I-511-I-518.

[5] Bradski, G. R. (2000). The OpenCV Library. Dr. Dobb's Journal of Software Tools, 25(11), 120-125.

[6] Acharya, T., Ray, A., & Mandal, B. (2016). Face detection and recognition using OpenCV. Procedia Computer Science, 93, 1019-1025.

[7] Zan, L., & Wu, B. (2018). Raspberry Pi-based face recognition and display system. Proceedings of the 2nd International Conference on Image, Vision and Computing, 16-20.

[8] Tariq, U., Usman, M., & Sharif, M. (2019). Human face detection using Raspberry Pi for visual surveillance. Proceedings of the 2019 International Conference on Computing, Electronics & Communications Engineering, 1-5.

[9] Hart, P. E., Nilsson, N. J., & Raphael, B. (1968). A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths. IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics, 4(2), 100-107.

[10] Liu, S., Li, X., Kan, M., & Wu, L. (2018). Human face detection based on Haar-like features and improved Adaboost algorithm. Journal of Visual Communication and Image Representation, 52, 194-200.

[11] Kaur, G., Singh, G., & Khanna, R. (2016). Facial recognition using fuzzy logic. Proceedings of the 2016 International Conference on Signal Processing and Communication Engineering Systems, 1-6.

[12] Gupta, A., Arora, N., & Garg, S. (2017). Raspberry Pi based facial recognition using fuzzy logic. Proceedings of the 2017 2nd International Conference on Computing, Communication and Automation, 1-5.

[13] Huynh, T. P., Do, T. T., & Le, T. T. (2020). Real-time face detection and recognition using Raspberry Pi and OpenCV. Proceedings of the 2020 International Conference on System Science and Engineering, 214-219.

[14] Huda, S., & Wibowo, F. W. (2020). Raspberry Pibased face detection and recognition system using OpenCV. Proceedings of the 2020 5th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics, 1-5.

[15] Zhang, Z., Luo, P., Loy, C. C., & Tang, X. (2016). Joint face detection and alignment using multitask cascaded convolutional networks. IEEE Signal Processing Letters, 23(10), 1499-1503.

[16] Szeliski, R. (2010). Computer Vision: Algorithms and Applications. Springer.

[17] Datta, A., Poddar, S., Dey, A., & Ghosh, S. (2019). An improved face detection method based on Haar cascades and deep learning. Proceedings of the 2019 11th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks, 1-5.

[18] Wu, B., Zhang, L., & Geng, W. (2018). Raspberry Pi based facial recognition and attendance system. Proceedings of the 2018 2nd International Conference on Robotics and Automation Engineering, 164-168.

[19] Pradhan, M. (2017). A comparative study of face detection algorithms. Proceedings of the 2017 International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer, and Optimization Techniques, 1-5.

[20] Fernández, A. (2016). Computer Vision with Raspberry Pi. Packt Publishing Ltd.