



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 2107-2114

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Implementasi *Machine Learning* pada Alat Deteksi Emosi untuk Sistem Kontrol Suhu Ruangan Menggunakan Metode CNN

Ridwan Abdiansah¹, Kartika Sekarsari²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

¹abdiansahridwan@gmail.com, ²dosen00181@unpam.ac.id

Abstrak

Ekspresi (wajah) emosi merupakan usaha yang dilakukan oleh seseorang untuk mengkomunikasikan status perasaan (emosi) sebagai respons terhadap situasi tertentu yang terlihat dari perubahan biologis, fisiologis dan serangkaian kecenderungan tindakan (sikap dan tingkah laku) berorientasi pada tujuan. *Machine learning* dapat menciptakan suatu teknologi baru menggunakan ekspresi emosi yang bertujuan untuk interaksi manusia dan komputer semakin mudah dalam kecerdasan buatan. Dalam penelitian ini, *machine learning* akan diterapkan pada alat deteksi dengan menggunakan mikrokontroler Wemos ESP32 D1 yang nantinya akan menyalakan beberapa kipas yang ada di alat tersebut. Metode yang digunakan *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur YOLO. Data yang digunakan dan dilatih berasal dari website Kaggle dengan klasifikasi *angry*, *happy* dan *neutral*. Didalam data tersebut terdapat 'angry' 958 gambar, 'happy' 1.774 gambar dan 'neutral' 1.233 gambar. Hasil yang diperoleh dari metode *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur YOLO menunjukkan nilai *precision* sebesar 100%, yang berarti bahwa semua prediksi yang dilabeli sebagai 'angry' benar-benar merupakan emosi 'angry'. Demikian pula, *recall*-nya adalah 100%, menunjukkan bahwa model berhasil mendeteksi semua kasus 'angry' yang ada dalam data uji. *F1-Score* untuk emosi ini juga mencapai nilai sempurna 100%, menunjukkan keseimbangan sempurna antara *precision* dan *recall*. Kelas 'happy' juga menunjukkan hasil yang sama baiknya, dengan *precision*, *recall*, dan *F1-Score* masing-masing mencapai nilai sempurna 100%.

Kata Kunci: Emosi, *Convolutional Neural Network*, YOLO

1. Latar Belakang

Peningkatan kenyamanan penghuni dalam ruangan adalah salah satu aspek utama yang perlu dipertimbangkan dalam desain dan pengelolaan ruang hunian atau komersial. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi kenyamanan penghuni adalah suhu ruangan. Emosi dan suhu berkaitan erat melalui proses yang diwujudkan, dan orang tampaknya mengasosiasikan konsep suhu dengan emosi. Suhu yang terlalu panas atau terlalu dingin dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan bahkan mempengaruhi produktivitas dan kesejahteraan individu. Oleh karena itu, pengendalian suhu ruangan yang efektif sangat penting dalam berbagai konteks, seperti rumah, perkantoran dan fasilitas komersial.

Dalam berbagai bahasa, suhu dikaitkan dengan wilayah berbeda pada model sirkumplex. Suhu 0°C dan 10°C dikaitkan dengan emosi bervalensi negatif dan gairah rendah, sedangkan 20°C dikaitkan dengan emosi bervalensi positif dan gairah rendah hingga sedang. Selain itu, suhu 30°C dikaitkan dengan emosi positif dan gairah tinggi dan 40°C dikaitkan dengan gairah tinggi dan emosi positif atau negatif. Disisi lain, pengendalian suhu yang berdasarkan pada preferensi individu dapat menjadi tugas kompleks dan memakan waktu. Selain itu, pengendalian suhu yang statis atau berdasarkan jadwal mungkin tidak selalu memenuhi preferensi individu yang berubah-ubah. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan untuk mengembangkan sistem yang lebih adaptif dan cerdas dalam mengontrol suhu ruangan (Barbosa et al., 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir, *machine learning* khususnya pada metode CNN (*Convolutional Neural Network*) telah menunjukkan potensi besar dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam pengendali suhu ruangan. CNN adalah model yang mampu memahami pola dari data yang kompleks dan berubah-ubah, yang sesuai dengan karakteristik preferensi individu dalam konteks ini.

Implementasi *Machine Learning* pada Alat Deteksi Emosi untuk Sistem Kontrol Suhu Ruangan Menggunakan Metode CNN

Penelitian ini memiliki nilai penting karena dapat mengatasi beberapa tantangan dalam pengendalian suhu ruangan yang ada saat ini. Dengan demikian, skripsi ini bertujuan untuk menggabungkan konsep-konsep tersebut dengan mengimplementasikan *machine learning* khususnya metode CNN dalam alat deteksi emosi yang akan digunakan untuk mengontrol suhu ruangan. Hal ini diharapkan akan memberikan pengalaman yang lebih personal dan nyaman bagi penghuni ruangan sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Selain itu, penelitian ini juga memiliki potensi untuk berkontribusi pada pengembangan teknologi yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi lain, seperti pengendalian sistem rumah cerdas, rumah pintar dan fasilitas komersial.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental terapan dengan pendekatan kuantitatif, yang bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, serta mengevaluasi sistem deteksi emosi berbasis *machine learning* dalam pengendalian suhu ruangan. Penelitian difokuskan pada pengujian kinerja model *Convolutional Neural Network* (CNN) serta integrasinya dengan perangkat keras berbasis Internet of Things (IoT) dalam bentuk *prototype* sistem kontrol suhu ruangan. Hasil dan Diskusi

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data citra wajah manusia yang merepresentasikan tiga kelas emosi, yaitu *angry*, *happy*, dan *neutral*. Dataset diperoleh dari FER-2013 yang tersedia pada platform Kaggle. Data kemudian melalui tahap *preprocessing* yang meliputi pembersihan data, penyesuaian ukuran citra, normalisasi nilai piksel, serta *data augmentation* untuk meningkatkan variasi data dan mengurangi risiko *overfitting*. Dataset selanjutnya dibagi menjadi data latih, validasi, dan uji dengan rasio 70%:20%:10%.

Model deteksi emosi dibangun menggunakan metode CNN dengan arsitektur YOLOv8s. Proses pelatihan dilakukan dengan menentukan parameter pelatihan seperti *learning rate*, *batch size*, jumlah *epoch*, serta penggunaan *optimizer* Adam. Model dilatih hingga mampu mengenali pola ekspresi wajah berdasarkan karakteristik visual dari masing-masing kelas emosi. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan *confusion matrix* dengan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.

Model CNN yang telah dilatih kemudian diintegrasikan ke dalam sistem berbasis web menggunakan *framework* Flask. Kamera ESP32-CAM digunakan sebagai perangkat akuisisi citra wajah secara *real-time*, sementara komunikasi antarperangkat dilakukan menggunakan protokol MQTT. Hasil klasifikasi emosi yang diperoleh dari model selanjutnya dikirim ke mikrokontroler WEMOS ESP32 D1 R32 untuk mengendalikan perangkat output berupa kipas DC dan modul LED RGB. Pengendalian suhu ruangan dilakukan berdasarkan hasil deteksi emosi dan data suhu yang diperoleh dari sensor DHT22.

Pengujian sistem dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan keterpaduan antara model deteksi emosi, sistem komunikasi, dan perangkat keras. Analisis hasil pengujian digunakan untuk menilai tingkat akurasi sistem serta efektivitas penerapan deteksi emosi dalam pengendalian suhu ruangan secara otomatis.

3. Hasil dan Diskusi

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data citra wajah manusia yang merepresentasikan tiga kelas emosi, yaitu *angry*, *happy*, dan *neutral*. Dataset diperoleh dari FER-2013 yang tersedia pada platform Kaggle. Data yang digunakan kemudian dibagi ke dalam data latih, data validasi, dan data uji dengan rasio 70%:20%:10% untuk memastikan proses pelatihan dan evaluasi model dapat dilakukan secara optimal.

Karakteristik Dataset dan Implikasinya terhadap Kinerja Model

Dataset FER-2013 yang digunakan dalam penelitian ini pada awalnya memiliki variasi kualitas citra dan distribusi ekspresi yang tidak sepenuhnya seragam. Berdasarkan observasi awal, ditemukan adanya kemiripan visual antara beberapa ekspresi, khususnya pada kelas *angry* dan *neutral*. Kondisi ini berpotensi menimbulkan ambiguitas kelas apabila dataset digunakan secara langsung tanpa seleksi awal.



Gambar 3.1. Data Gambar Setiap Kelas

Untuk meningkatkan kualitas data, dilakukan proses filtrasi dengan mempertahankan citra wajah yang memiliki representasi ekspresi yang lebih jelas. Meskipun langkah ini mengurangi jumlah data latih, proses tersebut membantu memperjelas pola visual yang dipelajari oleh model CNN serta mengurangi gangguan *noise* visual pada tahap ekstraksi fitur.

Setelah proses filtrasi, jumlah data latih menjadi relatif terbatas. Oleh karena itu, diterapkan teknik *data augmentation* berupa rotasi dan pemotongan acak. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan jumlah data latih, tetapi juga memperkenalkan variasi sudut pandang wajah sehingga model menjadi lebih adaptif terhadap variasi kondisi citra pada saat pengujian *real-time*. Peningkatan jumlah data latih setelah augmentasi berkontribusi terhadap kestabilan proses pelatihan dan mengurangi kecenderungan *overfitting*, terutama pada kelas *neutral* yang memiliki variasi ekspresi paling luas.

Analisis Proses Preprocessing dan Pengaruhnya terhadap Stabilitas Pelatihan

Tahap *preprocessing* yang meliputi *resizing* citra menjadi 224×224 piksel, normalisasi nilai piksel, dan konversi data ke dalam bentuk tensor memiliki peran krusial dalam proses pelatihan model CNN. Penyeragaman ukuran citra memungkinkan setiap data diproses secara konsisten oleh arsitektur YOLOv8s, sementara normalisasi membantu menjaga distribusi nilai input tetap stabil selama proses *backpropagation*.

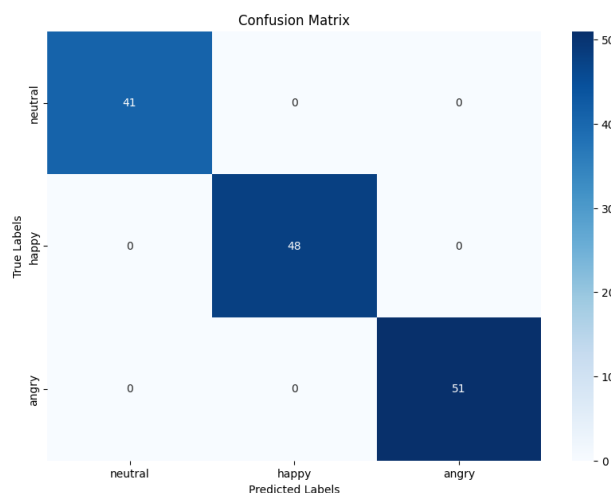


Gambar 3.2. Data Gambar Hasil Preprocessing

Secara teoritis, normalisasi nilai piksel berkontribusi terhadap percepatan konvergensi model dan mencegah dominasi fitur tertentu akibat perbedaan skala nilai input. Hal ini tercermin pada proses pelatihan yang berlangsung stabil tanpa fluktuasi *loss* yang signifikan. Dengan demikian, *preprocessing* tidak hanya berfungsi sebagai tahap teknis, tetapi juga sebagai faktor penentu keberhasilan model dalam mempelajari representasi fitur emosi wajah secara efektif.

Evaluasi Kinerja Model CNN Berbasis YOLOv8s

Model CNN dengan arsitektur YOLOv8s dilatih menggunakan parameter yang telah ditentukan dan diuji menggunakan data uji yang tidak dilibatkan dalam proses pelatihan. Evaluasi dilakukan menggunakan *confusion matrix* untuk mengukur kinerja klasifikasi berdasarkan metrik *precision*, *recall*, dan *F1-score*.



Gambar 3.3. *Confusion Matrix*

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan seluruh data uji ke dalam kelas emosi yang sesuai tanpa kesalahan klasifikasi. Nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang diperoleh menunjukkan kestabilan performa model dalam membedakan ekspresi *angry*, *happy*, dan *neutral*. Perhitungan metrik evaluasi dilakukan berdasarkan persamaan matematis yang digunakan dalam penelitian ini.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

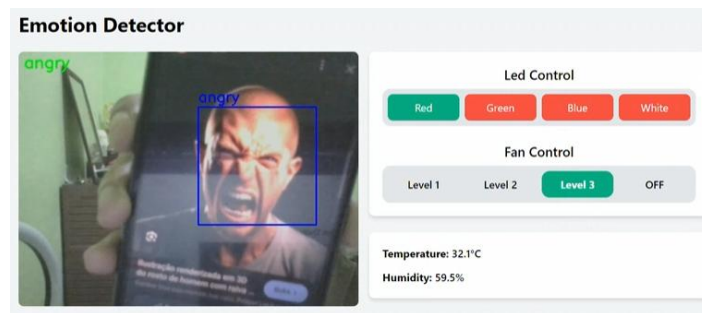
Keterangan :

1. *True Positive* (TP) : Kasus ketika model memprediksi kelas dengan benar sesuai label aslinya.
2. *True Negative* (TN) : Kasus ketika model dengan benar tidak memprediksi suatu kelas yang memang bukan label aslinya.
3. *False Positive* (FP) : Kasus ketika model salah memprediksi suatu kelas padahal label aslinya adalah kelas lain.
4. *False Negative* (FN) : Kasus ketika model gagal memprediksi kelas yang benar sesuai label aslinya.

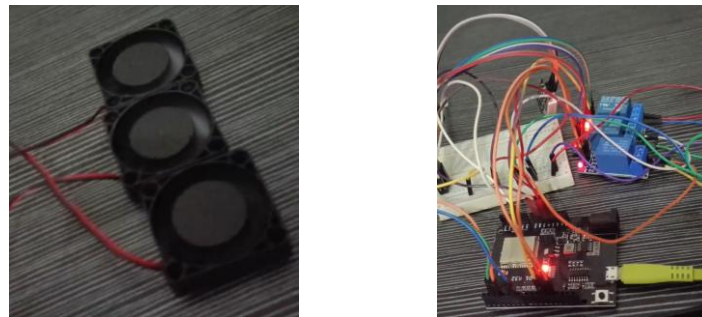
Meskipun capaian performa model tergolong sangat tinggi, hasil tersebut perlu dipahami dalam konteks ruang lingkup penelitian. Penggunaan tiga kelas emosi utama membuat kompleksitas klasifikasi relatif terkontrol, sehingga model dapat memfokuskan proses pembelajaran pada fitur visual utama dari masing-masing emosi. Oleh karena itu, performa model lebih tepat dipahami sebagai keberhasilan sistem dalam skenario yang dirancang.

Implementasi dan Respons Sistem Kontrol Suhu Ruangan

Model CNN yang telah dilatih kemudian diintegrasikan ke dalam sistem kontrol suhu ruangan berbasis IoT. Kamera ESP32-CAM digunakan sebagai perangkat akuisisi citra wajah secara *real-time*, sementara server berbasis Flask berperan sebagai penghubung antara model deteksi emosi dan perangkat keras sistem.

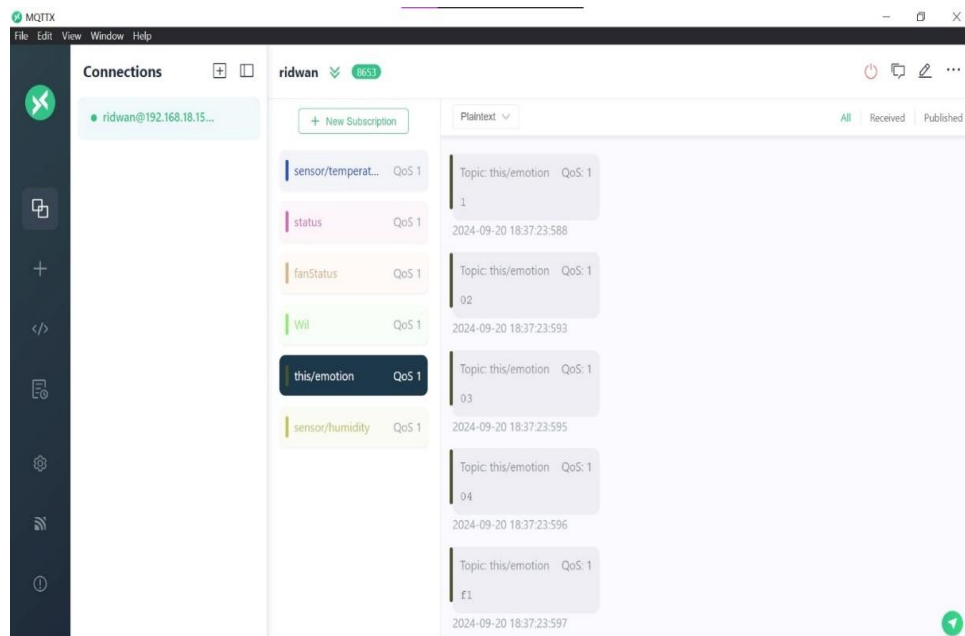


Gambar 3.4. Hasil Pengujian pada Website



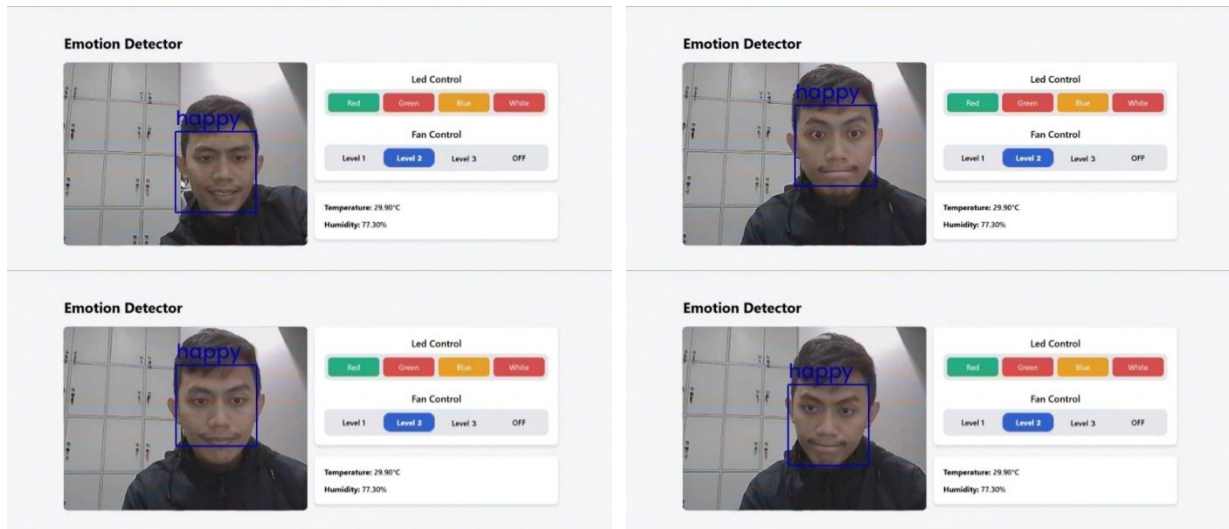
Gambar 3.5. Hasil Pengujian Alat

Hasil klasifikasi emosi dikirimkan ke mikrokontroler WEMOS ESP32 D1 R32 melalui protokol MQTT. Selama proses pengujian, komunikasi data antarperangkat berlangsung secara stabil dan konsisten, sehingga respons sistem dapat diberikan tanpa keterlambatan yang signifikan.

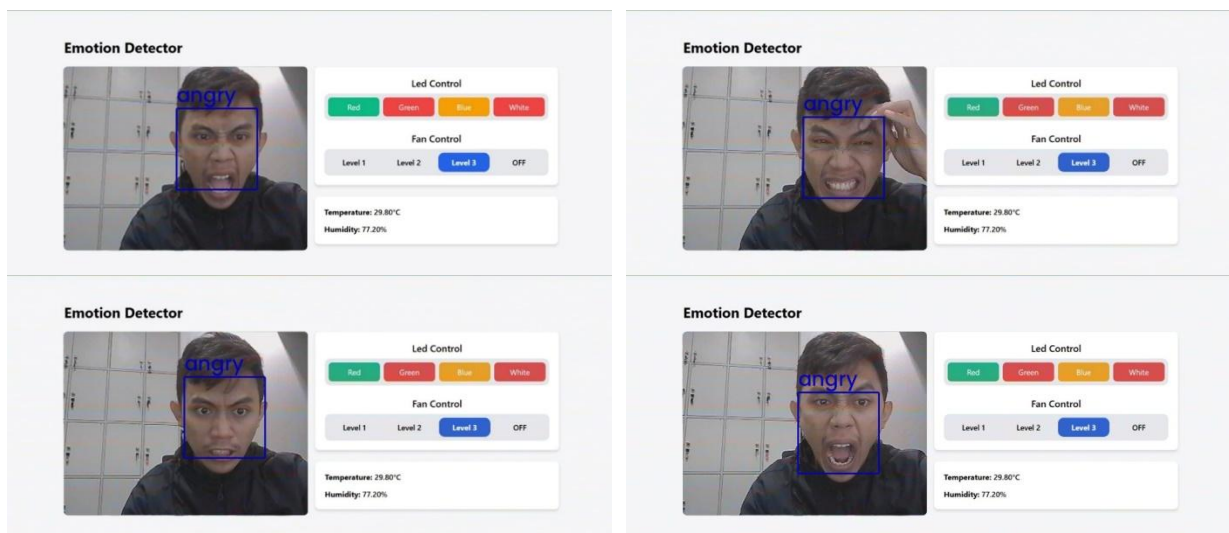


Gambar 3.6. Hasil Pengiriman Pesan pada MQTTX pada saat Pengujian

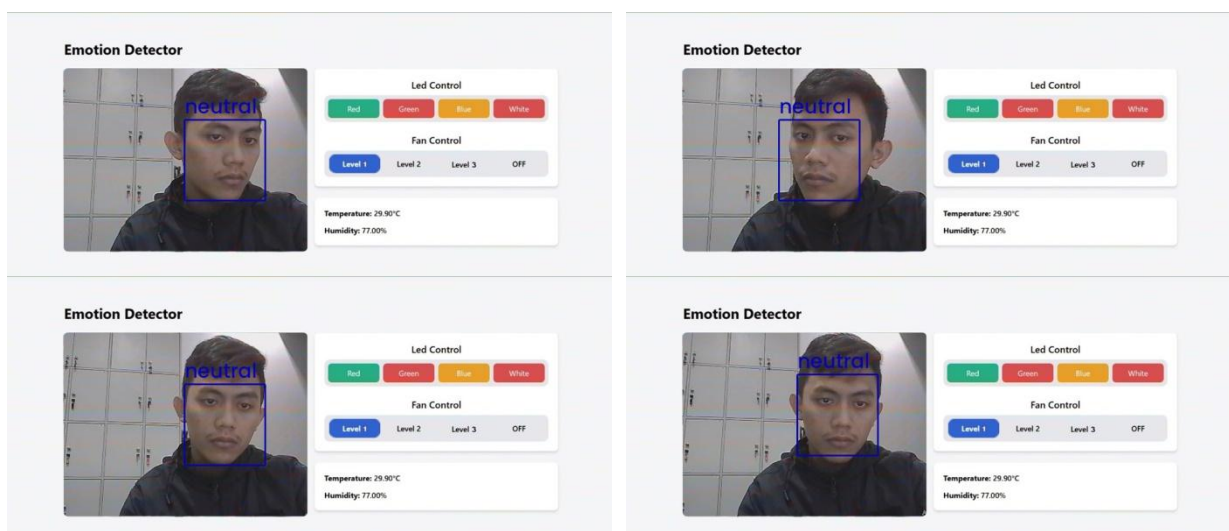
Setiap emosi yang terdeteksi menghasilkan respons sistem berupa pengaturan jumlah kipas aktif serta perubahan warna LED RGB. Sistem mampu menerjemahkan keluaran model CNN menjadi aksi fisik yang sesuai dengan skenario pengendalian suhu yang telah dirancang.



Gambar 3.7. Hasil Deteksi Emosi *Happy* pada Empat Sampel



Gambar 3.8. Hasil Deteksi Emosi *Angry* pada Empat Sampel



Gambar 3.9. Hasil Deteksi Emosi *Neutral* pada Empat Sampel

Hasil pengujian *real-time* menunjukkan bahwa sistem bekerja secara stabil dan responsif dalam mendeteksi emosi pengguna serta mengendalikan suhu ruangan. Pendekatan ini menunjukkan bahwa pengendalian suhu tidak hanya dapat bergantung pada parameter fisik lingkungan, tetapi juga dapat mempertimbangkan kondisi emosional pengguna sebagai variabel tambahan.

Efektivitas Sistem dalam Pengendalian Suhu Ruangan

Dari hasil pengujian menyeluruh, sistem yang dikembangkan menunjukkan performa yang stabil baik dari sisi deteksi emosi maupun respons kontrol suhu. Namun, secara kritis, sistem ini masih berada pada tahap *prototype* dengan pengendalian suhu yang direpresentasikan melalui aktivasi kipas dan indikator LED.

Pendekatan ini tetap relevan dalam konteks penelitian karena mampu merepresentasikan konsep pengendalian suhu berbasis emosi secara fungsional. Sistem tidak hanya merespons perubahan suhu lingkungan, tetapi juga mempertimbangkan kondisi emosional pengguna sebagai parameter tambahan. Hal ini memberikan nilai tambah dibandingkan sistem kontrol suhu konvensional yang bersifat statis.

Selain itu, keberhasilan integrasi CNN dan IoT dalam penelitian ini menunjukkan bahwa metode *deep learning* memiliki potensi besar untuk diterapkan pada sistem lingkungan cerdas. Meskipun demikian, pengujian pada skala ruangan yang lebih besar dan dengan variasi kondisi lingkungan yang lebih kompleks masih diperlukan untuk menguji tingkat generalisasi sistem.

Implikasi Ilmiah dan Kontribusi Penelitian

Secara ilmiah, penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan CNN dengan arsitektur YOLOv8s mampu digunakan secara efektif dalam deteksi emosi berbasis citra wajah untuk aplikasi non-konvensional, yaitu pengendalian suhu ruangan. Integrasi antara deteksi emosi dan sistem kontrol lingkungan memberikan kontribusi baru dalam pengembangan sistem rumah pintar yang bersifat adaptif dan berorientasi pada kenyamanan pengguna.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kualitas dataset dan proses *preprocessing* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performa model. Dengan pengolahan data yang tepat, model CNN dapat mencapai performa yang sangat tinggi bahkan pada sistem dengan sumber daya terbatas.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang implementasi *machine learning* pada alat deteksi emosi untuk sistem kontrol suhu ruangan menggunakan metode CNN, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut. Implementasi alat deteksi emosi dilakukan dengan menggunakan model CNN, yaitu YOLOv8s, yang dilatih menggunakan *dataset* FER-2013 dengan pembagian rasio *dataset* 70% untuk *train*, 20% untuk *valid* dan 10% untuk *test*. *Dataset* ini mencakup tiga kelas emosi utama: 'angry', 'happy' dan 'neutral'. Proses *preprocessing* dilakukan untuk memastikan kualitas data yang optimal, termasuk augmentasi data untuk meningkatkan variasi dan generalisasi. Model dilatih dengan parameter yang telah ditentukan, yaitu dengan *batch size* 32, *learning rate* 0.001 dan *optimizer* Adam dilakukan selama 50 *epoch*. Model yang telah dilatih kemudian diuji untuk memastikan akurasi dalam mendeteksi emosi dari wajah individu. Integrasi antara hasil deteksi dengan sistem pengendalian suhu ruangan dilakukan menggunakan ESP32-CAM untuk menangkap gambar wajah, yang kemudian dianalisis oleh model deteksi emosi yang telah dilatih YOLOv8s yang telah terintegrasi dengan *website* yang dibuat menggunakan *Flask*. Hasil deteksi emosi digunakan untuk mengontrol perangkat keras seperti LED dan *Fan DC* yang terhubung melalui WEMOS ESP32 D1 R32. Misalnya, ketika emosi marah terdeteksi, LED akan menyala merah dan kecepatan *Fan* akan disesuaikan untuk mendinginkan ruangan. Komunikasi antara *website* dengan modul pengendali suhu ruangan dilakukan menggunakan MQTT *Broker* dan MQTT *Client*. Hasil pengujian model YOLOv8s untuk klasifikasi emosi pada data uji menunjukkan bahwa model ini memiliki performa yang sangat tinggi dengan akurasi keseluruhan mencapai 100% menggunakan 140 data uji. Kinerja model diukur melalui metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-Score* untuk tiga kelas emosi: 'angry', 'happy', dan 'neutral'. Untuk semua kelas, model mencapai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-Score* masing-masing sebesar 100%, yang berarti semua prediksi yang dilabeli sebagai benar-benar tepat, tanpa ada kesalahan pada 140 data yang diujikan.

Referensi

1. Agustinar, S. C., Yantidewi, M., & Deta, U. A. (2024). Kalibrasi Sensor MS1100-P111 sebagai Detektor Gas Formaldehid (HCHO) dan Sensor DHT22 untuk Mendeteksi Kelembaban Relatif dan Temperatur. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(7), 2245–2257.
2. Amaanullah, R. R., Pascifa, G. R., Nugraha, S. A., Zein, M. R., & Adhinata, F. D. (2022). *Implementasi CNN untuk deteksi emosi melalui wajah.pdf* (pp. 236–244). JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan ultimedia.
3. Arrahma, S. A., & Mukhaiyar, R. (2023). *Pengujian Esp32-Cam Berbasis Mikrokontroler*. 4(1), 60–66.
4. Aulia, R., Fauzan, R. A., & Lubis, I. (2021). Pengendalian Suhu Ruang Menggunakan Menggunakan FAN dan DHT11 Berbasis Arduino. *CESS Journal of Computer Engineering, System and Science*, 6(1), 30.
5. Bagye, W., Purwata, I., Ashari, M., & Saikin, S. (2023). Perancangan Alat Penangkap Gambar Pelaku Kejahatan Berbasis Node MCU ESP32 CAM. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 5(1), 36–40. <https://doi.org/10.37905/jjee.v5i1.16871>
6. Barbosa, F., Id, E., Velasco, C., Motoki, K., Byrne, D. V., & Wang, Q. J. (2021). *The temperature of emotions*. 1–28. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252408>
7. BETA, S., & Astuti, S. (2019). Modul Timbangan Benda Digital. *Orbit*, 15(1), 10–15.
8. Budiyanto, A., Pramudita, G. B., & Adinandra, S. (2020). Kontrol relay dan kecepatan kipas angin direct current (DC) dengan sensor suhu LM35 berbasis internet of things (IoT). *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 19(1), 43–54.
9. Daqiqil, I. (2021). *MACHINE LEARNING : Teori, Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python* (1st ed.). UR PRESS.
10. Endra, C. Y., Lampung, U. B., Cucus, A., & Lampung, U. B. (2019). *MODEL SMART ROOM DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER*. November. <https://doi.org/10.36448/jsit.v10i1.1212>
11. Ermanda, B., & Latifa, U. (2023). Kendali Relay Otomatis dilengkapi Timer dan Deteksi Suhu menggunakan RTC DS3231. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (AJIEE)*, 5(2), 120–126.
12. Hadi, C. F., Yasi, R. M., & Prasetyo, A. (2024). Model Decision Tree Forecasting Berbasis DHT22 pada Smart Hydroponic Microgreen. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 6(1), 29–38.
13. Hanafie, A., Perdana, A. L., & Ibrahim, R. R. (2022). Perancangan Sistem Pengatur Suhu Secara Otomatis Pada Kandang Ayam Broiler Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Dan Komputer (JTEK)*, 2(02), 178–183.
14. Imamah, N., & Reynaldi, A. (2022). Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Keamanan Toko Berbasis Internet of Things (Iot) Dengan Menggunakan Mikrokontroler Esp32-Cam (Studi Kasus di Toko Stelios Aquatic). *COMPUTING| Jurnal Informatika*, 9(02), 70–79.
15. Irsyad, R. (n.d.). *Penggunaan Python Web Framework Flask Untuk Pemula*.
16. Judul, H., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2023). *PENGEMBANGAN APLIKASI BERBASIS WEB DENGAN PYTHON FLASK UNTUK KLASIFIKASI DATA MENGGUNAKAN METODE DECISION TREE C4 . 5*.
17. Kreteria, A., Dengan, P., & Semantik, T. (2023). *Implementasi aplikasi jupyter notebook sebagai analisis kreteria plagiasi dengan teknik semantik*. 8(2), 627–637.
18. Kusuma, P. D. (2020). *Machine Learning Teori, Program, Dan Studi Kasus*. CV.Budi Utama.
19. Mestika, J. C., Selan, M. O., & Qadafi, M. I. (2022). *Menjelajahi Teknik-Teknik Supervised Learning untuk Pemodelan Prediktif Menggunakan Python*. 99(99), 216–219.
20. Nguyen, T. T., Nguyen, N. D., & Nahavandi, S. (2019). *Deep Reinforcement Learning for Multi-Agent Systems: A Review of Challenges, Solutions and Applications*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/TCYB.2020.2977374>
21. Nizam, M. N., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772.
22. Oktaviana, U. N., Hendrawan, R., Annas, A. D. K., & Wicaksono, G. W. (2021). Klasifikasi penyakit padi berdasarkan citra daun menggunakan model terlatih Resnet101. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(6), 1216–1222.
23. Putri, D. D., Nama, G. F., & Sulistiono, W. E. (2022). *ANALISIS SENTIMEN KINERJA DEWAN PERWAKILAN RAKYAT (DPR) PADA TWITTER MENGGUNAKAN METODE NAIVE BAYES CLASSIFIER*. 10(1), 34–40.
24. Rasyid, M. R., & Rustan, M. F. (2023). The Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Pembudidayaan Ikan Air Tawar Menggunakan ESP 32 dan ESP 8266. *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, 4(01), 1–10.
25. Ravichandiran, S. (2018). *Hands-On Reinforcement Learning with Python*. packt.
26. Retnoningsih, E., & Pramudita, R. (2020). *Mengenal Machine Learning Dengan Teknik Supervised dan Unsupervised Learning Menggunakan Python*. 7(2), 156–165.
27. Roihan, A., Sunarya, P. A., & Rafika, A. S. (2020). Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper. *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, 5(1), 75–82. <https://doi.org/10.31294/ijcit.v5i1.7951>
28. Safitri, E. A., & Gusmira, E. (2024). Literatur Review: Analisis Pengaruh Pepohonan Sawit Terhadap Suhu Disekitarnya Menggunakan Internet Of Things (IoT) Sensor Dh22. *Profit: Jurnal Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 3(3), 113–119.
29. Santoso, P., Abijono, H., & Anggreini, N. L. (2021). *ALGORITMA SUPERVISED LEARNING DAN UNSUPERVISED*. 4(2), 315–318.
30. Setiawan, W. (2020). *Deep Learning menggunakan Convolutional Neural Network: Teori dan Aplikasi* (Cetakan I). Media Nusa Creative.
31. Stanley, K. O., Clune, J., Lehman, J., & Miikkulainen, R. (2019). Designing Neural Networks Through Neuroevolution. *Nature Machine Intelligence*, 1.
32. Syulistyo, A. R., Hormansyah, D. S., & Saputra, P. Y. (2020). SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia) translation using Convolutional Neural Network (CNN). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 732(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/732/1/012082>
33. Uly, N., Hendry, H., & Iriani, A. (2023). CNN-RNN Hybrid Model for Diagnosis of COVID-19 on X-Ray Imagery. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 14(1), 57–67.
34. Voulodimos, A., Doulamis, N., Doulamis, A., & Protopapadakis, E. (2018). Deep Learning for Computer Vision: A Brief Review. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7068349>
35. Wahyono, T. (2019). *Fundamental of Python for Machine Learning : Dasar-Dasar Pemrograman Python untuk Machine Learning dan Kecerdasan Buatan*. September 2018.
36. Widodo, S., Setiawan, D., Ridwan, T., & Ambari, R. (2022). Perancangan Deteksi Emosi Manusia berdasarkan Ekspresi Wajah Menggunakan Algoritma VGG16. *Syntax : Jurnal Informatika*, 11(01), 01–12. <https://doi.org/10.35706/syji.v11i01.6594>
37. Xi, Y., & Liu, X. (2018). Multi-Task Convolutional Neural Network for Pose-Invariant Face Recognition. *IEEE Transactions on Image Processing*, 27(2), 964–975.