

IMPLEMENTASI CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI DETEKSI EMOSI WAJAH SECARA REAL-TIME BERBASIS WEB

Implementation of Convolutional Neural Network for Web-Based Real-Time Facial Emotion Detection Classification

Muhammad Akbar Rahmadana¹, Sutami², Ika Safitri Windiarti³, Agung Prabowo⁴, Amar Ma'ruf⁵

^{1,2,3,5}Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Bisnis & Informatika, Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, Jl. RTA Milono
Km 1,5, Palangka Raya, Kalimantan Tengah

⁴Program Studi Sistem Informasi, STMIK Palangka Raya, Jalan G. Obos No. 114, Palangka Raya, Kalimantan Tengah
Akbarrahmadana00@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi Human-Computer Interaction (HCI) menuntut sistem yang mampu memahami kondisi emosional pengguna secara otomatis, namun metode konvensional seringkali terkendala oleh variasi ekspresi dan pencahayaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengklasifikasikan tujuh emosi dasar wajah secara real-time melalui platform berbasis web. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental dengan model pengembangan Waterfall, memanfaatkan dataset FER2013 untuk melatih model CNN yang kemudian diintegrasikan dengan OpenCV dan TensorFlow.js untuk pemrosesan sisi klien. Sistem dirancang untuk menerima input dari webcam maupun rekaman layar guna mendukung observasi pembelajaran daring. Hasil pengujian terhadap 10 responden guru menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan rata-rata akurasi keseluruhan sebesar 65,4%. Evaluasi persepsi pengguna menggunakan skala Likert menghasilkan skor interpretasi sebesar 85,2%, yang mengindikasikan bahwa sistem masuk dalam kategori sangat baik dan layak digunakan sebagai alat bantu monitoring emosi dalam interaksi digital.

Kata kunci: CNN, Klasifikasi Emosi, Real-time, Web, HCI

ABSTRACT

The development of Human-Computer Interaction (HCI) technology demands systems capable of automatically understanding user emotional states, yet conventional methods are often hindered by variations in expression and lighting. This research aims to implement the Convolutional Neural Network (CNN) algorithm to classify seven basic facial emotions in real-time through a web-based platform. The research method employs an experimental approach with the Waterfall development model, utilizing the FER2013 dataset to train the CNN model, which is then integrated with OpenCV and TensorFlow.js for client-side processing. The system is designed to accept input from webcams and screen recordings to support online learning observation. Test results from 10 teacher respondents show that the system operates with an overall average accuracy of 65.4%. User perception evaluation using the Likert scale yielded an interpretation score of 85.2%, indicating that the system falls into the very good category and is suitable for use as an emotion monitoring tool in digital interactions.

Keywords: CNN, Emotion Classification, Real-time, Web, HCI

Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan signifikan dalam bidang Human-Computer Interaction (HCI), di mana interaksi tidak lagi terbatas pada perintah teks melainkan mulai mengarah pada pemahaman kondisi emosional pengguna. Hal ini termasuk dalam pengembangan keilmuan Artificial Intelligence dan juga sebagai wujud dari inovasi dan transformasi digital (Gunawan et.al 2024, Alam & Windiarti 2025, Windiarti, Bahri & Prabowo, 2023).

Pengenalan emosi wajah atau Facial Emotion Recognition (FER) menjadi teknologi krusial yang memungkinkan komputer menginterpretasikan ekspresi manusia secara otomatis, yang sangat bermanfaat dalam layanan pelanggan, monitoring psikologis, hingga pendidikan daring untuk memantau antusiasme siswa. Namun, metode konvensional seperti Haar Cascade atau Local Binary Pattern seringkali memiliki keterbatasan dalam mengenali variasi ekspresi kompleks dan perubahan

pencahayaan, sehingga akurasi belum konsisten untuk aplikasi dunia nyata.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, pendekatan Deep Learning khususnya Convolutional Neural Network (CNN) menawarkan efektivitas yang lebih tinggi dalam pengolahan citra. CNN memiliki kemampuan mengekstraksi fitur visual secara otomatis tanpa rekayasa manual, menjadikannya unggul dalam mengenali pola wajah. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa CNN mampu mencapai akurasi yang signifikan (Arriaga et.al, 2017; Sujanaa & Palanivel, 2020; Guntoro et.al, 2022; Xu et.al, 2025), namun implementasinya dalam bentuk aplikasi web real-time yang mendukung input fleksibel seperti rekaman layar masih terbatas, khususnya dalam konteks lokal di Palangka Raya.



Gambar 1. 1 Landing Page

Penelitian ini bertujuan untuk membangun dan mengimplementasikan sistem klasifikasi emosi wajah berbasis web menggunakan algoritma CNN yang dilatih dengan dataset FER2013. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi tujuh emosi dasar yaitu senang, sedih, marah, takut, terkejut, jijik, dan netral secara real-time, baik melalui webcam maupun rekaman layar video conference.

Berbagai penelitian di bidang pendidikan telah dilakukan dengan tujuan meningkatkan kualitas pendidikan secara keseluruhan, dan termasuk juga penelitian ini (Meika et.al, 2025, Nuswantoro, et.al., 2025, Yaakub, et.al., 2025, Morales, et. Al., 2023, Windiarti, 2021). Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi model deep learning ke lingkungan web tanpa backend server yang berat, serta evaluasi kinerjanya terhadap data observasi nyata dari kegiatan pembelajaran.

Metode

Penelitian ini menerapkan jenis penelitian terapan (*applied research*) dengan metode pengembangan sistem *Waterfall* yang sistematis, meliputi tahapan analisis kebutuhan,

desain sistem, implementasi kode, pengujian, dan pemeliharaan (Jogiyanto, 1992; Windiarti, et.al., 2024; Sholehah, et.al., 2023).

Desain Penelitian dan Alur Sistem Penelitian ini menerapkan jenis penelitian terapan (*applied research*) dengan metode pengembangan sistem *Waterfall* yang sistematis, meliputi tahapan analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi kode, pengujian, dan pemeliharaan (Windiarti, et.al., 2024, Sholehah, et.al., 2023). Sistem dirancang berjalan di sisi klien (*client-side*) untuk memproses input *video stream* dari *webcam* atau rekaman layar. Setiap *frame* video melalui tahap *preprocessing* (deteksi wajah dengan *Haar Cascade*, *grayscale*, *resizing* ke 48x48 piksel, dan normalisasi) sebelum diklasifikasikan oleh model. Implementasi dan pengujian dilakukan pada perangkat dengan spesifikasi prosesor Intel Core i5-12400F, RAM 16 GB, dan GPU NVIDIA GeForce RTX 3050 untuk memastikan performa *real-time*.

Pengumpulan Data dan Arsitektur Model Data utama yang digunakan untuk pelatihan model adalah dataset FER2013 (Prayogo & Santoso, 2023; Edy, 2024) yang terdiri dari citra wajah berukuran 48x48 piksel dengan tujuh label emosi: marah, jijik, takut, senang, sedih, terkejut, dan netral. Arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka *TensorFlow* dan *Keras* (Amalia & Pratama, 2025; Syaifina & Islamadina, 2022; Sihombing et.al, 2023). Model disusun secara sekuensial (*Sequential Model*) yang terdiri dari empat blok konvolusi (*Conv2D*) untuk ekstraksi fitur, lapisan *BatchNormalization* untuk mempercepat pelatihan, *MaxPooling2D* dan *AveragePooling2D* untuk mereduksi dimensi spasial, serta lapisan *Dropout* untuk mencegah *overfitting*. Klasifikasi akhir dilakukan oleh lapisan *Dense* dengan fungsi aktivasi *Softmax*.

Metode Evaluasi Untuk mengukur kinerja model klasifikasi, penelitian ini menggunakan *Confusion Matrix*. Berdasarkan matriks tersebut, dilakukan perhitungan metrik evaluasi yang meliputi Akurasi, Presisi, *Recall*, dan *F1-Score*. Mengingat adanya ketidakseimbangan jumlah data antar kelas emosi, penelitian ini menerapkan perhitungan *Macro Average* untuk mendapatkan gambaran kinerja yang lebih adil rata-rata per kelas. Berikut adalah persamaan yang digunakan (Ryan, 2024):

(1) Akurasi (*Accuracy*)

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

(2) Presisi (*Precision*)

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

(3) Recall (Sensitivitas)

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

(4) FI-Score

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

(5) Macro Average (Rata-Rata)

$$Presisi_{Macro} = \frac{\sum_{i=1}^n Presisi_i}{n}$$

$$Recall_{Macro} = \frac{\sum_{i=1}^n Recall_i}{n}$$

$$F1_{Macro} = \frac{\sum_{i=1}^n F1_i}{n}$$

Keterangan: TP (True Positive), TN (True Negative), FP (False Positive), FN (False Negative), dan \$n\$ adalah jumlah kelas emosi.

Hasil Dan Pembahasan

Implementasi sistem menghasilkan aplikasi berbasis web yang mampu mendeteksi emosi secara *real-time* melalui *webcam* dan rekaman layar. Evaluasi dilakukan melalui dua tahap: pengujian persepsi pengguna dan pengujian akurasi model di lapangan.

1. Hasil Pengujian Persepsi Pengguna (Kuesioner)

Pengujian ini melibatkan 10 orang guru sebagai responden untuk menilai aspek kegunaan dan fungsionalitas sistem menggunakan skala Likert (1-5) (Yulis Nuryanti, 2017). Hasil rekapitulasi jawaban responden disajikan pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Rekapitulasi Kuesioner Skala Likert

No.	Pernyataan	Rata-rata Skor	Kategori
1	Sistem membantu saya memahami kondisi emosi siswa.	4.2	Setuju
2	Sistem mudah digunakan saat pembelajaran.	4.3	Sangat Setuju
3	Sistem dapat mendukung evaluasi pembelajaran saya.	4.3	Sangat Setuju
4	Hasil deteksi sistem cukup sesuai dengan kondisi nyata.	4.1	Setuju
5	Secara keseluruhan, saya puas menggunakan sistem ini.	4.4	Sangat Setuju

Berdasarkan perhitungan skor total, diperoleh persentase kelayakan sebesar **85,2%**. Nilai ini masuk dalam kategori interpretasi **"Sangat Baik"** (80% - 100%), yang menunjukkan bahwa sistem dapat diterima dengan baik oleh pengguna dan efektif sebagai alat bantu observasi.

2. Hasil Pengujian Akurasi Model Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan prediksi sistem terhadap ekspresi wajah siswa yang diobservasi langsung oleh guru. Sebagai representasi kinerja model yang optimal, Tabel 1.2 menampilkan *Confusion Matrix* dari hasil pengujian pada kelas salah satu responden (Guru 4).

Tabel 1. 2 Confusion Matrix Sampel (Guru 4 - Nita Delina)

Kelas Emosi	Prediksi Benar (TP)	Prediksi Salah (FP/FN)	Akurasi Lokal
Senang	20	0	100%
Sedih	1	1	50%
Netral	7	1	87.5%

Pada sampel di atas, model menunjukkan performa sangat tinggi dengan akurasi lokal **96,5%**. Model sangat presisi dalam mendeteksi emosi "Senang" dan "Netral". Namun, hasil ini bervariasi pada responden lain.

Rekapitulasi akurasi dari kesepuluh guru disajikan pada Tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Rekapitulasi Akurasi Keseluruhan Tiap Guru

No	Responden	Akurasi
1	Guru 1 (Erni Susanti)	0,462
2	Guru 2 (Alfanie)	0,518
3	Guru 3 (Nabila Juwita)	0,862
4	Guru 4 (Nita Delina)	0,965
5	Guru 5 (Rosmiati)	0,629
6	Guru 6 (Sugianto)	0,739
7	Guru 7 (Samsulianor)	0,176
8	Guru 8 (Gepi Ayuni)	0,800
9	Guru 9 (Yuni Soraya)	0,800
10	Guru 10 (Gema D. Sapoeetra)	0,590
Rata-rata Akurasi Total		0,654 (65,4%)

Secara keseluruhan, sistem mencapai rata-rata akurasi sebesar **65,4%**. Analisis menggunakan *Macro Average* menunjukkan adanya ketimpangan performa model. Model memiliki nilai *F1-Score* yang tinggi untuk kelas emosi dominan seperti "Senang" dan "Netral", namun memiliki performa rendah untuk emosi negatif seperti "Marah" dan "Takut". Hal ini disebabkan oleh kurangnya variasi data latih untuk emosi negatif dan kondisi

pencahayaan yang beragam saat pengujian lapangan. Meskipun demikian, rata-rata akurasi 65,4% dikategorikan "Baik" dan relevan untuk penggunaan monitoring pembelajaran.

Simpulan Dan Saran

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem klasifikasi emosi wajah real-time berbasis web menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). Sistem mampu beroperasi tanpa instalasi khusus dan memproses data video langsung di sisi klien. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mencapai rata-rata akurasi sebesar 65,4% dalam mendeteksi emosi dasar pada kondisi pembelajaran nyata. Meskipun akurasi bervariasi tergantung kondisi lingkungan, respon pengguna sangat positif dengan skor kepuasan 85,2%, menunjukkan potensi besar sistem ini dalam mendukung teknologi Human-Computer Interaction di bidang pendidikan.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan memperluas dataset pelatihan dengan variasi pencahayaan yang lebih beragam dan menerapkan teknik augmentasi data yang lebih kompleks (Sutarti & Syaqqialloh, 2025) untuk meningkatkan sensitivitas model terhadap emosi-emosi minor seperti takut dan marah. Selain itu, apabila akan diterapkan secara luas, perlu juga dipertimbangkan factor security, karena terkait data digital dan privasi (Miftahurrizqi, et.al., 2021, Windiarti & Miftahurrizqi, 2022, Prabowo, et.al., 2020, 2021)).

Daftar Pustaka

- Alam, T. H. I., & Windiarti, I. S. (2025). The Future of Artificial Intelligence in Interactive Learning: Trends, Challenges, Opportunities. *Engineering Proceedings*, 84(1), 87.
- Arriaga, O., Valdenegro-Toro, M., & Plöger, P. (2017). Real-time convolutional neural networks for emotion and gender classification. <https://arxiv.org/abs/1710.07557>
- Amalia, P., & Pratama, D. (2025). Implementasi CNN dengan Adam optimizer dalam deteksi emosi wajah real-time. *Jurnal Vokasi Teknologi (JUVOTEK)*, 6(2), 45–53. <https://mentech.id/ojs/index.php/juvotek/article/view/321>
- Edy, M. R. (2024). Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) untuk deteksi emosi wajah berbasis dataset FER2013. *Jurnal Teknologi Informasi dan Aplikasinya (JTIA)*, 12(1), 15–22. <https://jurnal.unsur.ac.id/JTIA/article/view/512>
- Gunawan, A. A. N., Windiarti, I. S., Nasution, U. B., Utomo, S. T., & Asuhadi, S. (2024). Investigating the Role of Digital Transformation, Digital Knowledge Management and Digital Innovation on Sustainable Performance (SDG) of SMES. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, 4(3), e02047-e02047
- Guntoro, S., Julianto, E., & Budiyanto, D. (2022). Pengenalan ekspresi wajah menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Informatika Atma Jogja*, 3(2), 155–160. <https://ojs.uaaj.ac.id/index.php/jiaj/article/view/6790>
- Jogiyanto, H. M. (1992). *Analisis dan desain sistem informasi: Pendekatan terstruktur teori dan praktek aplikasi bisnis*. Andi Offset.
- Meika, I., Sartika, N. S., Sujana, A., Jarinah, J., Hakim, Z., Windiarti, I. S., & Hendra, H. (2025). E-didactics design of differential calculus based on TPACK to overcome learning obstacles for mathematics pre-service teachers. *Infinity Journal*, 14(3), 733-752.
- Miftahurrizqi, M., Windiarti, I. S., & Prabowo, A. (2021). Analisis Keamanan Sistem Pada Sistem Informasi Akademik Menggunakan Cobit 5 Framework Pada Sub Domain Dss05. *Jurnal Sains Komputer Dan Teknologi Informasi*, 3(2), 75-80.
- Miftahurrisqi, M., Windiarti, I. S., & Haryanto, D. (2021). Edukasi dan Peningkatan Kompetensi It-Security Dan E-Commerce Bagi Mahasiswa Ma'had Asy-Syafi'i Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. *Edukasi dan Peningkatan Kompetensi It-Security Dan E-Commerce Bagi Mahasiswa Ma'had Asy-Syafi'i Universitas Muhammadiyah Palangkaraya*, 4(3), 963-969.
- Morales, A. E. C., Maisu, M. A., Windiarti, I. S., & Musa, E. I. O. (2023). Competent Teacher Ideal Professional Certified Character and Progressive Perspective of Kitab Al-Rasul Al-Muallim. *Solo Universal Journal of Islamic Education and Multiculturalism*, 1(02), 84-95.
- Nuswantoro, S. A., Ulfi, M., Windiarti, I. S., & Ziaurrahman, M. (2025). Pelatihan peningkatan Keterampilan Microsoft Office di SMAN 4 Palangka Raya.
- Prabowo, A., Kaestria, R., & Windiarti, I. S. (2020). Students' Engagement In Cyber Security Knowledgeability. *International Journal of Advanced Science and Technology (IJAST)*, 29(4), 9969-9979.

- Prabowo, A., Kaestria, R., Windiarti, I. S., & Sulistyowati, S. (2021). Kerangka Kerja Pelatihan Cybersecurity Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama dan Atas (SMP-SMA). *Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi (JSAKTI)*, 4(1), 72-80.
- Prayogo, R. A., & Santoso, H. (2023). Analisis dataset FER2013 untuk pengenalan ekspresi wajah menggunakan CNN. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK)*, 7(6), 1234–1242. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/14081>
- Ryan, H. (2024, March 14). Apa itu Akurasi, Precision, Recall, F1-score? Rumus & Cara Menghitungnya. HaloRyan.com. <https://haloryan.com/blog/apa-itu-akurasi-precision-recall-F1-score-rumus-cara-menghitungnya>
- Sholehah, F. A., Windiarti, I. S., & Qamaruzzaman, M. H. (2023). Rancang Bangun Game Edukasi Pengenalan Huruf Hijaiyah Menggunakan Construct 2. *Jurnal Sains Komputer Dan Teknologi Informasi*, 6(1), 78-82.
- Sujanaa, J., & Palanivel, S. (2020). Real-time video based emotion recognition using Convolutional Neural Network and transfer learning. *Indian Journal of Science and Technology*, 13(34), 3523–3533. <https://indjst.org/articles/real-time-video-based-emotion-recognition-using-convolutional-neural-network-and-transfer-learning>
- Sutarti, & Syaqqialloh, F. (2025). Klasifikasi dan pengenalan emosi wajah menggunakan CNN-BiLSTM dengan data augmentation. *Decode: Jurnal Informatika UPR*, 8(1), 33–42. <https://journal.umkendari.ac.id/index.php/decode/article/view/987>
- Syaufina, T., & Islamadina, R. (2022). Deep learning untuk pengenalan ekspresi wajah menggunakan CNN. *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia (JIKI)*. <https://scholar.umm metro.ac.id/index.php/jiki/article/view/7440>
- Siombing, R. S., Sitompul, T., & Sitorus, V. (2023). Pengenalan ekspresi wajah menggunakan CNN MobileNetV2. *Journal of Creative Student Research (JCSR)*, 1(6), 89–97. <https://ejurnal.politeknikpratama.ac.id/index.php/jcsr/article/view/3046>
- Windiarti, I. S. (2021). Kajian Literatur Trend Penelitian Di Bidang Informatika Dan Komputer Untuk Dosen Dan Mahasiswa. *Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi (JSAKTI)*, 3(2), 114-118.
- Windiarti, I. S., Anggatama, J., & Qamaruzzaman, M. H. (2024). Mengoptimalkan Pelayanan Pendidikan Melalui Perancangan Website Sekolah Berbasis Web Mobile (Studi Kasus: Smp Negeri 3 Palangka Raya). *PEDAMAS (PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT)*, 2(01), 275-283.
- Windiarti, I. S., Bahri, S., & Prabowo, A. (2023). Melangkah maju dengan teknologi generative AI: Peningkatan kompetensi kepala sekolah SMP di Kota Palangkaraya. *PARTA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 46–52. <https://doi.org/10.38043/parta.v4i1.4344>
- Windiarti, I. S., & Miftahurriszqi, M. (2022). Perencanaan Implementasi Komputasi Awan Pada Infrastruktur Teknologi dan Sistem Informasi di UMPR: Implementation Of Cloud Computing Planning in Technology and Information Systems Infrastructure at Muhammadiyah University of Palangkaraya. *Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi*, 4(2), 59-64.
- Xu, S., Cheng, Y., Lin, Q., & Allebach, J. P. (2025). Emotion recognition using convolutional neural networks. *arXiv preprint arXiv:2504.03010*. <https://arxiv.org/abs/2504.03010>
- Yaakub, S., Pranoto, W. J., Windiarti, I. S., & Priyanti, R. (2025). Transforming Rural Education with Digital Assessment Tools: A Case Study of Socrative in Sarolangun, Indonesia. *Jurnal Abdimas UM Jambi*, 2(1), 27-33.
- Yulis Nuryanti. (2017). Analisis PIECES sebagai alat bantu evaluasi sistem informasi. *Jurnal Teknologi Informasi*, 8(1), 12–20.