



Implementasi Metode Teachable Machine Untuk Pengidentifikasian Ekspresi Wajah Secara Real-Time

Ridho Danang Budi Pratama, Faldy Irwiensyah*

Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta
Jl. Tanah Merdeka No.20, Rambutan, Kec.Ciracas, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia

Email: ridho030808@gmail.com, ^{2,*}faldy@uhamka.ac.id

Email Penulis Korespondensi: faldy@uhamka.ac.id

Submitted: 28/06/2025; Accepted: 11/07/2025; Published: 12/07/2025

Abstrak—Penelitian ini menerapkan sistem deteksi ekspresi wajah secara real-time melalui web yang menggunakan teachable machine dan tensorflow.js. Sistem ini memanfaatkan teknologi pembelajaran mesin yang beroperasi langsung di browser tanpa perlu server khusus. Dengan metode transfer learning, model dilatih untuk mengenali berbagai macam ekspresi wajah seperti happy, sedih, marah dan mengantuk. Implementasi ini menggunakan arsitektur convolutional neural network (cnn) yang telah dioptimalkan untuk kegiatan di web. Hasil dari pengujian menunjukkan tingkat akurasi deteksi mencapai 85-90% dengan waktu respons dibawah 200ms. Solusi ini memberikan pilihan ringan untuk aplikasi pengenalan emosi yang dapat dengan mudah diakses melalui browser web. Keunggulan utama dari sistem ini adalah kemudahan dalam penerapan, dukungan lintas platform, dan menjaga privasi data karena proses dilakukan secara lokal.

Kata Kunci: Deteksi Ekspresi; Real-Time; Teachable Machine; Tensorflow.Js; Webcam

Abstract—This study implements a direct facial expression detection system via the web using teachable machine and tensorflow.js. This system utilizes machine learning technology that operates directly in the browser without the need for a special server. With the transfer learning method, the model is trained to recognize various facial expressions such as happy, sad, angry, and neutral. This implementation uses a convolutional neural network (cnn) architecture that has been optimized for web activities. The results of the test show a detection accuracy level of 85-90% with a response time of under 200ms. This solution provides a lightweight option for emotion recognition applications that can be easily accessed via a web browser. The main advantages of this system are ease of implementation, cross-platform support, and maintaining data privacy because the process is carried out locally.

Keywords: Expression Detection; Real-Time; Teachable Machine; Tensorflow.Js; Webcam

1. PENDAHULUAN

Penggunaan metode teachable machine dalam mendeteksi ekspresi wajah secara langsung adalah isu yang menarik dan relevan di era digital saat ini. Dengan perkembangan teknologi, terutama dalam kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin, kita mampu mengembangkan sistem yang dapat mengenali serta menganalisis ekspresi wajah manusia merupakan salah satu bentuk komunikasi non-verbal yang signifikan, menyediakan informasi mengenai perasaan dan emosi verbal yang signifikan, menyediakan informasi mengenai perasaan dan emosi seseorang. Oleh karena itu, pembuatan sistem yang dapat secara otomatis mendeteksi ekspresi wajah memiliki potensi besar untuk berbagai aplikasi, mulai dari interaksi manusia dengan komputer hingga analisis perilaku di berbagai situasi. Penggunaan teachable machine yang dapat diajari untuk mendeteksi ekspresi wajah secara langsung memberikan cara yang praktis dan mudah diakses dalam menciptakan sistem pengenalan ekspresi yang didasarkan pada kecerdasan buatan. Teachable machine ini dengan antarmuka yang user-friendly, memungkinkan pengguna untuk melatih model tanpa memerlukan keterampilan pemrograman yang mendalam, sehingga mempercepat proses pengembangan aplikasi waktu nyata seperti deteksi ekspresi wajah menggunakan kameraweb. Penelitian ini terbaru menunjukkan bahwa metode yang berbasis machine learning, khususnya deep learning seperti CNN dan LSTM, mampu meningkatkan ketepatan dalam mengenali berbagai ekspresi wajah, bahkan dibawah kondisi data yang beragam dan kompleks[1].

Disamping itu, penerapan metode ini juga dapat memberikan dampak signifikan dalam berbagai sektor, seperti pendidikan, kesehatan mental, dan pemasaran. Misalnya dalam dunia pendidikan, sistem pengenalan ekspresi wajah dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi pemahaman siswa selama proses pembelajaran. Dalam bidang kesehatan mental, teknologi ini bisa membantu para profesional dalam menganalisis emosi pasien dan memberikan pendekatan yang lebih sesuai. Dalam dunia pemasaran, perusahaan dapat menggunakan analisis ekspresi wajah untuk memahami reaksi konsumen terhadap produk atau iklan mereka[3]. Tahap pengumpulan data merupakan langkah awal yang sangat penting dalam pengembangan sistem pengenalan ekspresi wajah. Teachable machine memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan data dengan cara yang mudah, namun kualitas dan variasi data tetap harus diperhatikan. Pengguna dapat mengunggah foto atau video dari berbagai individu dengan ekspresi wajah yang berbeda untuk melatih model. Dengan semakin banyak variasi yang ada didalam dataset, kemampuan model dalam mengenali berbagai ekspresi wajah pada situasi nyata akan semakin baik[2]. Setelah data berhasil dikumpulkan, tahap berikutnya adalah melatih model menggunakan teachable machine. Proses ini melibatkan aplikasi algoritma pembelajaran mesin yang dapat mendeteksi pola-pola dalam data. Teachable machine menawarkan antarmuka yang ramah pengguna sehingga pengguna dapat dengan mudah

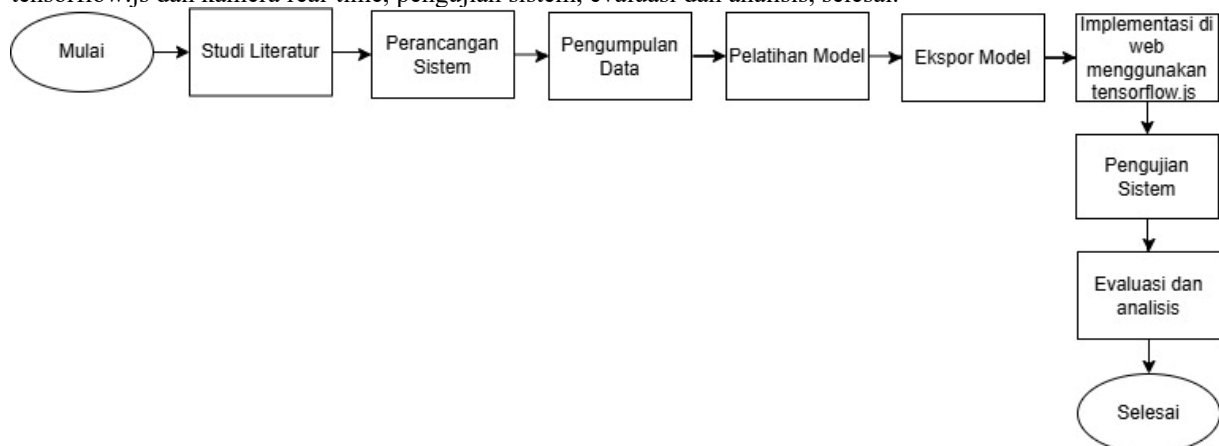
mengatur parameter pelatihan dan memantau perkembangan model. Setelah proses pelatihan selesai, pengguna dapat mengevaluasi akurasi dan kecepatan dalam mendeteksi ekspresi wajah pada situasi realtime[5].

Walaupun memiliki banyak potensi manfaat, penggunaan teknologi pengenalan wajah juga menghadirkan pertanyaan seputar etika dan privasi. Pengumpulan serta analisis data wajah individu harus dilakukan dengan cermat untuk menghindari penyalahgunaan. Sangat penting untuk menjamin bahwa data yang dikumpulkan digunakan secara etis dan tidak melanggar privasi individu. Oleh karena itu, para pengembang dan pengguna teknologi ini harus mengikuti pedoman yang jelas dan transparan mengenai penggunaan data. Penerapan deteksi ekspresi wajah secara real-time berbasis web ini menawarkan banyak keuntungan, seperti akses yang mudah, penghematan waktu, dan fleksibilitas penggunaan. Penggunaan dapat memanfaatkan kamera pada perangkat mereka untuk mendeteksi ekspresi wajah tanpa perlu menginstall perangkat lunak lain. Hal ini membuka peluang untuk penggunaan teknologi ini dalam berbagai konteks, mulai dari aplikasi pendidikan yang interaktif, pengawasan emosi dalam pembelajaran online, hingga sistem keamanan yang berbasis pengenalan ekspresi. Melalui penelitian dan pengembangan yang terus-menerus, kita dapat meningkatkan ketepatan dan efektivitas sistem ini, serta menjelajahi aplikasi baru yang dapat memberikan pengaruh positif dalam berbagai aspek kehidupan. Dengan pendekatan yang cermat terhadap etika dan privasi, teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas hidup dan memperkuat hubungan antara manusia dan mesin, kita bisa merancang solusi yang inovatif dan bermanfaat bagi masyarakat[4]. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan sistem deteksi ekspresi wajah secara langsung menggunakan teachable machine dan tensorflow.js berbasis web. Diharapkan bahwa hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan aplikasi berbasis kecerdasan buatan yang mudah diakses, akurat, dan bisa diadaptasi untuk berbagai kebutuhan di era digital saat ini[3].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini melibatkan beberapa langkah yang terdiri dari mulai, studi literatur, perancangan sistem, pengumpulan data, pelatihan model dengan teachable machine, ekspor model, implementasi di web menggunakan tensorflow.js dan kamera real-time, pengujian sistem, evaluasi dan analisis, selesai.



Gambar 1. Tahap Penelitian

Gambar 1 menjelaskan setiap tahapan dirancang untuk memastikan bahwa proses perancangan dan pengujian sistem web deteksi ekspresi wajah secara real-time ini berjalan sesuai rencana dan mencapai tujuan yang diharapkan. Langkah-langkah berikut dapat digunakan untuk mencapai tujuan implementasi teachable machine untuk deteksi ekspresi wajah secara real-time:

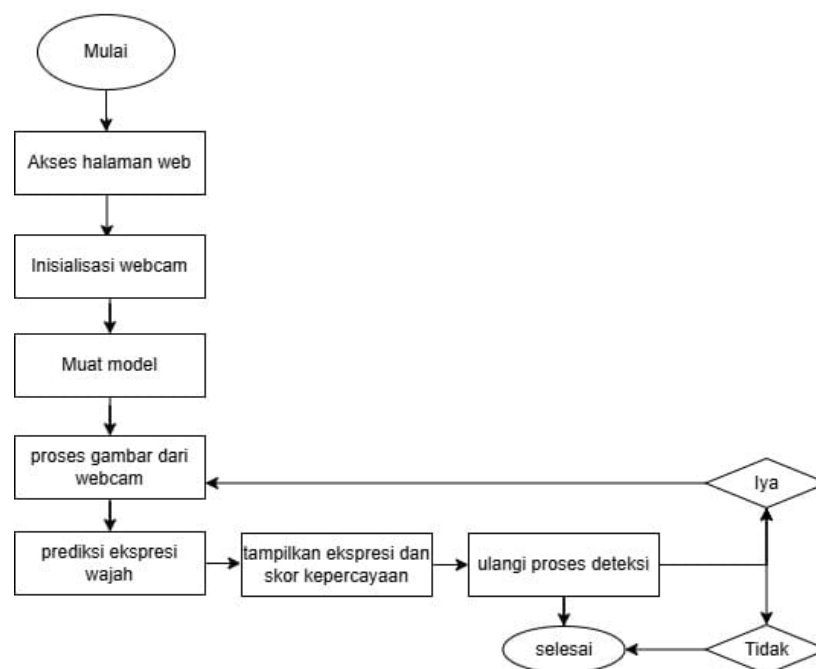
1. Studi literatur : Tahap awal dari penelitian dimulai dengan kajian literatur yang menyeluruh. Difase ini, peneliti, peneliti mengumpulkan dan mengevaluasi berbagai sumber informasi yang relevan tentang pengenalan ekspresi wajah, teknologi pembelajaran mesin, serta pemanfaatan teachable machine. Kajian ini bertujuan untuk memahami prinsip dasar, teknik yang sudah ada, dan juga tantangan yang dihadapi dalam pengembangan sistem pengenalan ekspresi wajah. Dengan memahami penelitian sebelumnya, peneliti dapat menemukan kekurangan yang ada dan merancang pendekatan yang lebih efisien untuk penelitian ini.
2. Perancangan sistem : Setelah menyelesaikan kajian literatur, peneliti bergerak ke fase perancangan sistem. Pada fase ini, peneliti membuat skema sistem yang akan diterapkan untuk pengenalan ekspresi wajah ini melibatkan pemilihan komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan, serta merancang alur kerja sistem. Peneliti juga mengidentifikasi fitur-fitur yang akan diterapkan, seperti jenis ekspresi wajah yang akan diidentifikasi dan antarmuka pengguna yang digunakan.

3. Pengumpulan data : Langkah krusial dalam studi ini. Peneliti mengumpulkan data yang terdiri dari foto ekspresi wajah dari berbagai orang yang menampilkan berbagai perasaan.
4. Pelatihan model dengan teachable machine : Setelah semua informasi diperoleh, peneliti beralih ke tahap pelatihan model dengan menggunakan teachable machine. Ditahap ini, peneliti mengunggah kumpulan data yang sudah dikumpulkan ke platform teachable machine dan melatih model untuk dapat mengidentifikasi pola ekspresi wajah.
5. Ekspor model : setelah model selesai dilatih dan diuji, langkah berikutnya adalah mengeksport model yang telah dihasilkan.
6. Implementasi di web menggunakan tensorflow.js dan kamera real-time : Peneliti menerapkan model yang sudah diekspor ke dalam aplikasi web dengan menggunakan tensorflow.js.
7. Pengujian sistem : Peneliti melaksanakan pengujian pada sistem untuk memastikan setiap bagian berfungsi dengan efektif.
8. Evaluasi dan analisis : Peneliti mengevaluasi informasi yang diperoleh selama percobaan untuk menilai seberapa efektif sistem tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

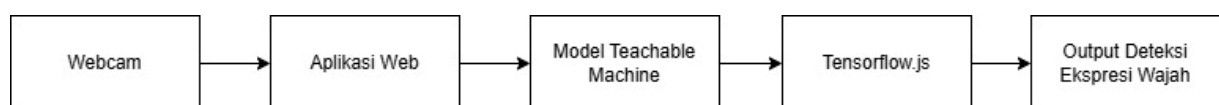
3.1 Perancangan sistem

Dalam fase perancangan, terdapat peranan yang sangat krusial karena ini menjadi dasar utama sebelum sistem dalam bentuk web. Proses perancangan adalah langkah yang vital karena berdampak pada hasil akhir dari sistem yang akan dibuat. Apabila tahap perancangan dilaksanakan dengan benar dan sesuai dengan standar yang ditentukan, hasil yang dihasilkan akan maksimal atau sejalan dengan konsep awal yang telah direncanakan. Proses perancangan dimulai dengan mengidentifikasi komponen sistem, merancang flowchart untuk alur kerja sistem, merancang aplikasi web menggunakan visual studi code dengan bahasa pemrograman java.



Gambar 2. Flowchart Cara Kerja Sistem

Berdasarkan pada Gambar 2 pengguna mengakses aplikasi web, aplikasi meminta persetujuan untuk menggunakan webcam, webcam mengambil gambar, tensorflow.js menjalankan model itu secara lokal di browser, model memberikan output klasifikasi yang menunjukkan ekspresi wajah, hasil tersebut ditampilkan di layar secara real-time.



Gambar 3. Komponen Sistem

Berdasarkan komponen pada Gambar 3 dideskripsikan hubungan antara komponen adalah kamera web merekam wajah pengguna, informasi visual dikirim ke tensorflow.js yang mengoperasikan model teachable machine, hasil deteksi ekspresi wajah ditampilkan di aplikasi web secara real-time.

3.2 Arsitektur Sistem

Kode ini menggambarkan penerapan sistem deteksi ekspresi wajah dalam waktu nyata yang berbasis web, yang memanfaatkan model yang telah dilatih melalui Teachable Machine. Teknologi yang diterapkan adalah TensorFlow.js, sebuah perpustakaan JavaScript untuk mengeksekusi model machine learning secara langsung di dalam browser.

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head> ... </head>
<body> ... </body>
</html>
```

Struktur HTML ini menggambarkan tampilan antarmuka pengguna berbasis web. Beberapa elemen utama yang ada meliputi:

- 1.<div> untuk nama sistem.
- 2.<button> untuk memulai proses mendeteksi.
- 3.<div id="webcam-container"> untuk menunjukkan tampilan kamera.
4. <div id="label-container"> untuk memperlihatkan hasil prediksi ekspresi wajah.

```
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/@tensorflow/tfjs@latest/dist/tf.min.js"></script>
```

```
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/@teachablemachine/image@latest/dist/teachablemachine-image.min.js"></script>
```

Dalam pemanggilan library terdiri dari dua pustaka inti dari aplikasi :

1. @tensorflow/tfjs : untuk memproses dan menjalankan model machine learning secara langsung di browser.
2. @teachablemachine/image : pustaka dari google untuk menangani model klasifikasi gambar yang diexport dari teachable machine.

```
const URL = "https://teachablemachine.withgoogle.com/models/CczP7-6VL/";
```

Dalam menginisialisasi model yang telah dilatih :

1. model.json : arsitektur dan bobot model.
2. metadata.json : informasi metadata termasuk nama-nama kelas.

Fungsi init() memiliki tugas sebagai berikut:

1. Mengambil model dan metadata melalui tmlImage.load().
2. Mengatur kamera (tmlImage.Webcam) dengan ukuran 200x200 piksel.
3. Menampilkan output dari kamera ketempat yang telah ditentukan.
4. Mempersiapkan elemen untuk menunjukkan label hasil prediksi.

Fungsi loop() dan predict()

1. async function loop() {
 webcam.update();
 await predict();
 window.requestAnimationFrame(loop);

Fungsi loop() bertanggung jawab untuk memperbaharui frame dari kamera dan melakukan prediksi secara rutin (looping).

2. async function predict() {
 const prediction = await model.predict(webcam.canvas);
 ...
}

Fungsi predict() menerapkan model pada gambar webcam yang sedang ditangkap dan menunjukkan hasil kemungkinan untuk setiap kategori.

3.3 Pengujian sistem

Tujuan dari pengujian sistem adalah untuk memastikan bahwa sistem yang mendeteksi ekspresi wajah mampu beroperasi secara langsung, mengenali ekspresi wajah pengguna dengan tepat, dan menyampaikan hasil deteksi antarmuka web secara akurat. Pengujian ini juga bertujuan untuk menilai kinerja model yang dihasilkan dari pelatihan dengan teachable machine serta cara integrasinya menggunakan tensorflow.js. Dalam pengujian menggunakan metode blackbox testing, yaitu pengujian yang berfokus pada kinerja sistem tanpa mengetahui bagaimana program dibangun di dalamnya. Selain itu terdapat juga pengujian keakuratan model untuk mengidentifikasi ekspresi wajah.

Skenario pengujian sistem :

Pengujian dilakukan untuk menilai kemampuan sistem dalam mengenali ekspresi wajah pengguna secara langsung menggunakan kamera. Model telah dilatih sebelumnya dengan menggunakan Teachable Machine yang terdiri dari empat kategori ekspresi, yaitu:

1. Happy
2. Marah
3. Sedih

4. Mengantuk

Langkah-langkah Pengujian :

1. Persiapan Model

Model untuk klasifikasi citra wajah dibuat menggunakan platform Teachable Machine kemudian diekspor ke dalam format web (model. json dan metadata. json).

2. Integrasi Model

Model tersebut dihubungkan dengan aplikasi berbasis web menggunakan pustaka `@tensorflow/tfjs` dan `@teachablemachine/image`.

3. Pengambilan Sampel Ekspresi

Peserta diminta untuk mengekspresikan wajah tertentu (happy, marah, sedih, mengantuk) sebanyak dua kali untuk setiap jenis ekspresi.

4. Pengujian Real-Time

Sistem dioperasikan melalui browser, webcam diaktifkan, dan hasil deteksi dipresentasikan dalam bentuk label serta tingkat kemungkinan.

5. Pencatatan Hasil

Setiap ekspresi yang teridentifikasi dicatat untuk mengevaluasi sejauh mana sistem mampu mengenali ekspresi dengan tepat.



Gambar 7. Pengujian Sistem Berdasarkan Ekspresi

Pada Gambar 7 pengujian sistem berdasarkan ekspresi berhasil dengan probabilitas “happy” 0.68 dinyatakan bahwa ekspresi tersebut terdeteksi happy secara real-time dengan probabilitas paling tinggi dibandingkan ekspresi yang lainnya.



Gambar 8. Pengujian Sistem Berdasarkan Pencahayaan Gelap

Pada Gambar 8 pengujian sistem berdasarkan pencahayaan gelap pada pengujian ini sistem tetap mampu mendeteksi dengan keadaan pencahayaan gelap dan tetap mampu mendeteksi probabilitas secara real-time.

Teachable Machine Image Model

Start



happy: 0.69
marah: 0.25
sedih: 0.05
mengantuk: 0.01

Gambar 9. Pengujian Sistem Berdasarkan Jarak

Pada Gambar 9 pengujian sistem berdasarkan jarak sistem ini tetap mampu mendeteksi ekspresi wajah secara real-time dan mampu mendeteksi probabilitasnya.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem

No	pengujian Sistem	Langkah Pengujian	Input	Output	Hasil
1.	Mengaktifkan kamera	Klik start	Tombol diklik	Kamera aktif dan menampilkan wajah	Berhasil
2.	Mendeteksi ekspresi happy	Arahkan wajah ke kamera web dengan ekspresi happy	Wajah happy	Label “happy” tampil di halaman web	Berhasil
3.	Mendeteksi ekspresi marah	Ekspresi wajah marah	Wajah marah	Label “marah” tampil di halaman web	Berhasil
4.	Mendeteksi ekspresi sedih	Ekspresi wajah sedih	Wajah sedih	Label “sedih” tampil di halaman web	Berhasil
5.	Mendeteksi ekspresi mengantuk	Ekspresi mengantuk	Wajah mengantuk	Label ”mengantuk” tampil di halaman web	Berhasil
6.	Deteksi ekspresi dalam pencahayaan rendah	Menggunakan pencahayaan minim	Wajah tampak gelap	Sistem mampu mendeteksi	Cukup berhasil
7.	Deteksi dengan jarak wajah	Berjarak dekat dan jauh	Jarak 30-100 cm	Sistem mampu mendeteksi	Berhasil

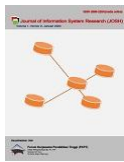
Pada Tabel 1 dapat dijelaskan cukup sukses dalam kondisi pencahayaan minim menunjukkan bahwa sistem tetap bisa mengenali ekspresi meskipun tingkat akurasi sedikit berkurang. Uji coba dengan berbagai jarak memperlihatkan kemampuan sistem dalam mengidentifikasi wajah dari jarak yang bervariasi.

3.4 Pembahasan

Sistem yang telah dibuat dapat mengidentifikasi ekspresi wajah secara real-time menggunakan kamera web. Dengan menggunakan teachable machine sebagai alat untuk melatih model pengklasifikasi ekspresi wajah dan tensorflow.js sebagai pustaka javascript untuk menjalankan model kecerdasan buatan di dalam browser, sistem ini mampu mengenali ekspresi pengguna tanpa membutuhkan server luar atau backend khusus.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan dan pengujian sistem yang telah dilakukan, sistem deteksi ekspresi wajah yang berbasis web telah berhasil dikembangkan dengan memanfaatkan kombinasi teachable machine untuk melatih model secara real-time di dalam browser. Sistem ini dapat melakukan deteksi ekspresi wajah secara real-time di dalam browser. Sistem ini dapat melakukan deteksi ekspresi wajah dalam waktu nyata dengan tingkat akurasi yang cukup baik, terutama untuk ekspresi dasar seperti happy, marah, sedih, mengantuk dengan waktu respons deteksi kurang dari satu detik. Antarmuka web yang interaktif memungkinkan pengguna melakukan proses deteksi tanpa



perlu menginstall software tambahan, cukup dengan menggunakan browser dan kamera perangkat. Pengguna teachable machine sangat mempermudah proses pelatihan model bagi pengguna yang tidak memiliki latar belakang pemrograman, sementara tensorflow.js memungkinkan penerapan machine learning langsung di sisi klien tanpa memerlukan server tambahan. Sistem ini masih memiliki beberapa keterbatasan berkaitan dengan pencahayaan, posisi wajah, serta variasi ekspresi yang belum cukup kompleks. Meskipun begitu, sistem ini telah mencapai tujuan utama penelitian, yaitu menciptakan deteksi ekspresi wajah yang praktis, ringan, dan dapat beroperasi secara real-time di web.

REFERENCES

- [1] S. Ullah, A. Jan, and G. M. Khan, "Facial Expression Recognition Using Machine Learning Techniques," International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET), Istanbul, Turkey, 2021, pp. 1–6, doi: 10.1109/ICEET53442.2021.9659631.
- [2] L. Ai and K. Chen, "Developing a Machine Learning-Based Algorithm for Facial Expression Recognition: Research and Implementation," International Journal of e-Collaboration, vol. 21, pp. 1–19, 2025, doi: 10.4018/ijec.368068.
- [3] N. Vinod and M. Vinutha, "Emotion Detection from Facial Expressions Using Deep Learning," International Journal of Scientific Research in Engineering and Management, 2025, doi: 10.55041/ijserm44585.
- [4] D. Hebri, R. Nuthakki, A. Digal, K. Venkatesan, S. Chawla, and R. Reddy, "Effective Facial Expression Recognition System Using Machine Learning," EAI Endorsed Transactions on Internet of Things, 2024, doi: 10.4108/eetiot.5362.
- [5] M. Meilany and R. Rahmadewi, "Implementasi Deteksi Ekspresi Wajah, Usia, dan Gender Real-Time Berbasis TensorFlow," JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), vol. 9, no. 2, pp. 3203–3209, Apr. 2025, doi:10.36040/jati.v9i2.13300.
- [6] F. A. Ahmad and N. Pratiwi, "Implementation of Face Recognition, Attendance Detection, and Geolocation using TensorFlow Lite and Google ML Kit in a Mobile Attendance Application," SISTEMASI, vol. 14, no. 1, pp. 172–186, 2025, doi: <https://doi.org/10.32520/stmsi.v14i1.4775>
- [7] U. H. Yakip, "Rancang bangun sistem klasifikasi mineral dan batuan menggunakan tensorflow.js," Doctoral Dissertation, 2020. [online]. Available: <http://repository.unhas.ac.id:443/id/eprint/1782>
- [8] N. Anjani, H. Hasnawati, and S. Sahidin, "Aplikasi Deteksi Ekspresi Wajah Dengan Mesin Learning," Jurnal Sintaks Logika, vol. 4, no. 3, pp. 112–123, 2024, doi: <https://doi.org/10.31850/jsilog.v4i3.3338>
- [9] C. Ryan, "Facial Recognition Technology and a Proposed Expansion of Human Rights," Federal Communications Law Journal, vol. 76, p. 87, 2023. [online]. Available: <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/fedcom76&div=8&id=&page=>
- [10] N. M. Ma'muriyah and H. S. Simon, "Penentuan Posisi Objek Berbasis Image Processing Dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," Telcomatics, vol. 5, no. 2, 2020. [online]. Available: <https://journal.uib.ac.id/index.php/telcomatics/article/view/4786>
- [11] C. Chazar and M. H. Rafsanjani, "Penerapan Teachable Machine Pada Klasifikasi Machine Learning Untuk Identifikasi Bibit Tanaman," Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Adopsi Teknologi (INOTEK), vol. 2, no. 1, May 2022, pp. 32–40, doi: <https://doi.org/10.35969/inotek.v2i1.207>
- [12] R. F. Muharram and A. Suryadi, "Implementasi artificial intelligence untuk deteksi masker secara realtime dengan tensorflow dan ssdmobilenet berbasis python," Jurnal Widya, vol. 3, no. 2, pp. 281–290, 2022, doi: <https://doi.org/10.54593/awl.v3i2.122>
- [13] M. A. Rusydi and I. M. Suartana, "Implementasi dan Analisis Immersive Web Berbasis WebGL untuk Anak Belajar Mengenal Objek Dengan Tensorflow JS," Journal of Informatics and Computer Science (JINACS), pp. 711–719, 2025, doi: <https://doi.org/10.26740/jinacs.v6n03.p711-719>
- [14] A. Dheayanti, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Pemakaian Masker Sebagai Protokol Kesehatan Covid-19," Repositori Universitas Pertamina, 2022.
- [15] D. I. Mulyana and M. A. Rofik, "Implementasi deteksi real time klasifikasi jenis kendaraan di Indonesia menggunakan metode YOLOV5," Jurnal Pendidikan Tambusai, vol. 6, no. 3, pp. 13971–13982, 2022. [online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/760b/c940df4578f00390e7d8ef8d5d5694b1fed6.pdf>
- [16] D. A. Ayubi, D. A. Prasetya, and I. Mujahidin, "Pendeteksi Wajah Secara Real Time pada 2 Degree of Freedom (DOF) Kepala Robot Menggunakan Deep Integral Image Cascade," Cyclotron, vol. 3, no. 1, 2020, doi: <https://doi.org/10.30651/cl.v3i1.4306>
- [17] E. Handoyo, Y. A. A. Soetrisno, E. W. Sinuraya, D. Denis, I. Santoso, and H. M. Irsyad, "Designing a Machine Learning Model Using Tensorflow in the Cato Application to Recognize Human Body Members," Justek: Jurnal Sains dan Teknologi, vol. 5, no. 2, pp. 285–294, 2022, doi: <https://doi.org/10.31764/justek.v5i2.11818>
- [18] Y. A. Hasma and W. Silfianti, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Framework Tensorflow Dengan Metode Faster Regional Convolutional Neural Network Untuk Pendeteksian Jerawat," Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa, vol. 23, no. 2, pp. 89–102, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.35760/tr.2018.v23i2.2459>
- [19] I. B. Santoso, et al., "Educating on the Application of Tensorflow in Artificial Intelligence, Machine Learning and Deep Learning," Society: Jurnal Pengabdian Masyarakat, vol. 4, no. 2, pp. 318–325, 2025, doi: 10.55824/jpm.v4i2.547
- [20] N. Destiana, N. Aisyah, A. Sebayang, and I. Yuniasih, "Implementasi Deep Learning Berbasis Tensorflow Untuk Pengenalan Wajah," Jurnal Sistem Informasi dan Aplikasi (JSIA), vol. 2, no. 2, pp. 31–34, 2024, doi: <https://doi.org/10.52958/jsia.v2i2.8560>
- [21] I. Maulana, N. Khairunisa, and R. Mufidah, "Deteksi bentuk wajah menggunakan convolutional neural network (CNN)," JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), vol. 7, no. 6, pp. 3348–3355, 2023, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v7i6.8171>