

Klasifikasi Dan Pengenalan Pola Pada Citra Wajah Anak Untuk Identifikasi Emosi

Desitryani Seran¹, Virginia Abuk Klau², Elisabeth Dahu Seran³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹tryaneseran@gmail.com, ²niaklau80@gmail.com, ³seransanty7@gmail.com

Abstrak – Emosi anak memiliki peran penting dalam mendukung proses pembelajaran dan perkembangan psikologis, namun identifikasinya masih sering dilakukan secara subjektif dan kurang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana pengolahan citra digital dan implementasi algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dapat digunakan untuk mengidentifikasi emosi pada citra wajah anak. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan data berupa citra wajah anak yang diambil secara alami selama kegiatan pembelajaran di kelas. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data citra, pra-pemrosesan yang mencakup deteksi wajah dan normalisasi citra, serta proses klasifikasi menggunakan CNN. Algoritma CNN bekerja dengan mengekstraksi fitur penting wajah melalui lapisan konvolusi dan pooling, kemudian melakukan klasifikasi emosi pada lapisan fully connected. Sistem mengklasifikasikan ekspresi wajah ke dalam empat kategori emosi, yaitu senang, sedih, marah, dan netral. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN mampu mengidentifikasi emosi wajah anak dengan baik, terutama pada emosi senang dan marah. Meskipun masih terdapat keterbatasan akibat variasi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar, sistem ini berpotensi menjadi alat bantu objektif dalam memahami kondisi emosional anak untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih adaptif.

Kata Kunci — Convolutional Neural Network, emosi anak, pengolahan citra digital

1. PENDAHULUAN

Emosi merupakan aspek fundamental dalam kehidupan manusia yang berperan penting dalam interaksi sosial, komunikasi, dan proses pembelajaran. Pada anak-anak, ekspresi emosi tidak hanya mencerminkan kondisi psikologis, tetapi juga berpengaruh terhadap motivasi belajar, tingkat konsentrasi, dan pencapaian hasil pembelajaran. Oleh karena itu, pemahaman yang tepat terhadap kondisi emosional anak menjadi faktor penting dalam mendukung perkembangan kognitif dan psikologis secara optimal, khususnya bagi guru dan orang tua [1].

Dalam praktiknya, identifikasi emosi anak masih menghadapi berbagai kendala. Penilaian kondisi emosional sering dilakukan secara subjektif berdasarkan pengamatan visual atau pengalaman individu, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan interpretasi. Variasi ekspresi wajah anak, perbedaan karakter individu, serta keterbatasan kemampuan manusia dalam mengenali perubahan ekspresi secara konsisten menyebabkan proses identifikasi emosi tidak selalu akurat [2]. Kondisi ini menuntut adanya pendekatan yang lebih objektif dan sistematis untuk mengenali emosi anak.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) membuka peluang besar dalam pengembangan sistem pengenalan emosi berbasis citra wajah. Wajah merupakan media utama dalam mengekspresikan emosi sehingga menjadi sumber informasi yang relevan dalam proses pengenalan pola. Melalui teknik klasifikasi dan pengenalan pola, citra wajah dapat dianalisis untuk mengidentifikasi berbagai ekspresi emosi seperti senang, sedih, marah, takut, dan terkejut dengan memanfaatkan algoritma pembelajaran mesin (*machine learning*) [3].

Penerapan sistem klasifikasi emosi berbasis citra wajah memiliki manfaat yang signifikan, khususnya dalam bidang pendidikan. Sistem ini dapat membantu guru memahami kondisi emosional siswa secara lebih objektif sehingga metode pembelajaran dapat disesuaikan agar lebih efektif dan adaptif. Selain itu, sistem pengenalan emosi juga berpotensi menjadi alat bantu dalam mendeteksi dini gangguan emosional pada anak yang dapat berdampak pada perkembangan psikologis jangka panjang apabila tidak ditangani sejak dini [4].

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji pengenalan emosi berbasis citra wajah menggunakan pendekatan kecerdasan buatan. Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) banyak digunakan karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur wajah dan melakukan klasifikasi emosi dengan tingkat akurasi yang tinggi. Selain itu, arsitektur jaringan yang lebih dalam seperti VGG16 dan ResNet juga dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam mengenali pola ekspresi wajah yang kompleks [5]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* sangat efektif untuk tugas pengenalan emosi berbasis citra wajah.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada citra wajah orang dewasa atau menggunakan dataset ekspresi wajah umum, sedangkan penelitian yang secara khusus membahas citra wajah anak masih relatif terbatas. Padahal, ekspresi wajah anak memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari segi struktur wajah, intensitas ekspresi, maupun kestabilan emosi. Selain itu, variasi usia, pencahayaan, dan pose wajah

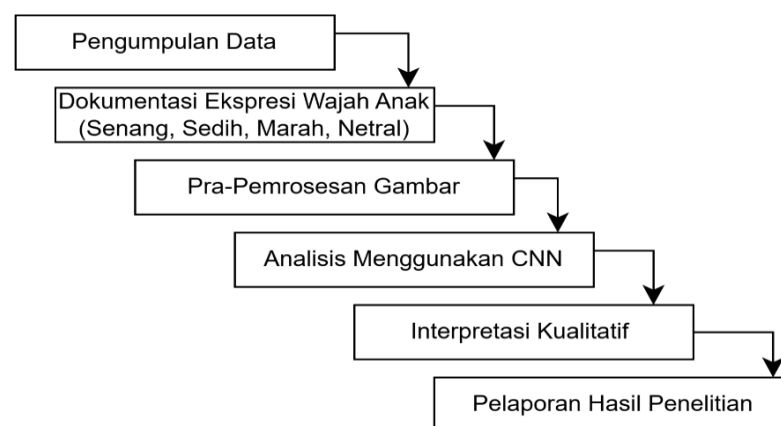
anak juga menjadi tantangan tersendiri dalam proses klasifikasi emosi [6]. Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada klasifikasi dan pengenalan pola pada citra wajah anak untuk identifikasi emosi dengan memanfaatkan teknik kecerdasan buatan. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan model yang dapat mengenali pola ekspresi wajah anak secara objektif dan akurat, sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu dalam mendukung proses pembelajaran yang adaptif serta deteksi dini kondisi emosional anak. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademis dalam bidang pengolahan citra dan kecerdasan buatan, serta kontribusi praktis dalam dunia pendidikan dan kesehatan mental anak [7].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Pendekatan ini dipilih karena bertujuan untuk memahami dan menggambarkan fenomena secara mendalam, khususnya terkait pemanfaatan sistem identifikasi emosi berbasis citra wajah anak dalam mendukung proses pembelajaran di lingkungan sekolah dasar. Melalui pendekatan ini, peneliti berupaya memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai peran sistem dalam membantu mengenali kondisi emosional anak selama kegiatan belajar berlangsung.

Proses penelitian dilakukan secara sistematis, dimulai dari tahap pengumpulan data, pengolahan data, hingga analisis dan pelaporan hasil penelitian. Setiap tahapan dirancang untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai bagaimana emosi anak dapat diidentifikasi melalui citra wajah serta bagaimana hasil identifikasi tersebut dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran. Alur penelitian ini selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram atau tahapan penelitian sebagai berikut.



Gambar 1. Proses Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap awal penelitian yang bertujuan untuk memperoleh data utama berupa citra wajah anak. Data dikumpulkan melalui pengambilan foto ekspresi wajah anak selama kegiatan pembelajaran berlangsung di kelas. Pengambilan foto dilakukan secara natural tanpa arahan atau perlakuan khusus kepada anak, sehingga ekspresi yang terekam mencerminkan kondisi emosional yang muncul secara spontan selama proses pembelajaran. Pendekatan ini dilakukan untuk menjaga keaslian data dan menghindari bias ekspresi yang dapat memengaruhi hasil analisis.

2.2 Dokumentasi Wajah Anak

Citra wajah anak yang telah dikumpulkan selanjutnya didokumentasikan secara sistematis. Setiap foto diberi identitas dan dikelompokkan berdasarkan jenis ekspresi emosi yang tampak, seperti senang, sedih, marah, dan netral. Pengelompokan ini dilakukan sebagai langkah awal klasifikasi untuk memastikan kesesuaian antara data citra dan kategori emosi yang akan dianalisis. Selain itu, tahap dokumentasi bertujuan untuk menjaga keteraturan data serta memudahkan proses penelusuran dan pengolahan data pada tahap selanjutnya.

2.3 Pra-Pemrosesan Gambar

Pada tahap pra-pemrosesan, citra wajah anak dipersiapkan agar memenuhi standar masukan bagi sistem analisis berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN). Tahapan pra-pemrosesan meliputi perubahan ukuran citra (*resize*) agar memiliki dimensi yang seragam, normalisasi pencahayaan dan warna untuk mengurangi pengaruh kondisi lingkungan, peningkatan kualitas citra untuk memperjelas fitur wajah, serta penyesuaian format gambar sesuai kebutuhan sistem. Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan data citra yang bersih, konsisten, dan representatif sehingga dapat meningkatkan keandalan hasil analisis.

2.4 Analisis Menggunakan CNN

Tahap analisis dilakukan dengan menerapkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengekstraksi fitur-fitur penting pada citra wajah anak, seperti bentuk mata, mulut, dan ekspresi otot wajah. CNN memproses citra melalui beberapa lapisan konvolusi dan klasifikasi untuk mengenali pola ekspresi emosi yang terkandung di dalamnya. Hasil analisis CNN berupa prediksi kelas emosi digunakan sebagai temuan awal yang bersifat pendukung. Meskipun menggunakan teknologi pembelajaran mesin, tahap ini tetap berada dalam kerangka penelitian kualitatif karena hasil klasifikasi tidak dijadikan sebagai satu-satunya kesimpulan, melainkan sebagai dasar untuk analisis dan interpretasi lebih lanjut.

1. Prediksi emosi dilakukan melalui *input layer* yang menerima citra wajah berukuran 48×48 dengan $X \in \mathbb{R}^{48 \times 48}$ sebagai masukan awal pada proses ekstraksi fitur.

2. Convolution Layer 1 + ReLU

Lapisan ini melakukan operasi konvolusi menggunakan 32 filter berukuran 3×3 untuk menangkap ciri awal seperti tepi dan sudut, yang dirumuskan sebagai:

$$Y(i, j) = m \sum_n X(i + m, j + n) \cdot K(m, n) \dots \dots \dots (1)$$

Fungsi aktivasi yang digunakan adalah ReLU dengan:

$$f(x) = \max(0, x) \dots \dots (2)$$

Output dari lapisan ini berukuran $48 \times 48 \times 32$.

3. Max Pooling Layer 1

Lapisan *max pooling* berfungsi untuk mengurangi ukuran fitur agar fitur yang esensial lebih menonjol, dengan persamaan:

$$Y(i, j) = \max(X(2i:2i+1, 2j:2j+1)) \dots \dots \dots (3)$$

Output yang dihasilkan berukuran $24 \times 24 \times 32$.

4. Convolution Layer 2 + ReLU: Lapisan ini melakukan ekstraksi fitur tingkat lanjut menggunakan 64 filter, dengan fungsi aktivasi ReLU : $f(x) = \max(0, x)$

Output dari lapisan ini berukuran $24 \times 24 \times 64$.

5. Max Pooling Layer 2: Lapisan ini bertujuan untuk mereduksi dimensi fitur sehingga mengurangi kompleksitas perhitungan, dengan output berukuran $12 \times 12 \times 64$

6. Flatten Layer: Mengubah peta fitur Lapisan *flatten* mengubah peta fitur tiga dimensi menjadi vektor satu dimensi sehingga dapat diproses pada lapisan klasifikasi:

$$\text{Flatten}(12 \times 12 \times 64) = 9216$$

7. Fully Connected Layer + ReLU: Lapisan *fully connected* mengolah seluruh fitur untuk menentukan pola emosi menggunakan 128 neuron, dengan fungsi aktivasi:

$$a = \max(0, W \cdot x + b) \dots \dots \dots (4)$$

Jumlah neuron: 128

8. Output Layer (Softmax): Output Layer (Softmax): Lapisan *softmax* menghasilkan probabilitas untuk empat kelas emosi, yaitu senang, sedih, marah, dan netral, yang dirumuskan sebagai:

$$P(y = i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^4 e^{z_j}} \dots \dots \dots (5)$$

Prediksi kelas emosi ditentukan berdasarkan probabilitas tertinggi:

$$\hat{y} = \text{argmax} P(y = i)$$

2.5 Interpretasi Kualitatif

Pada tahap interpretasi kualitatif, peneliti menafsirkan hasil deteksi emosi yang dihasilkan oleh CNN dengan mempertimbangkan konteks pembelajaran dan kondisi nyata di lapangan. Penafsiran dilakukan dengan mengaitkan hasil klasifikasi emosi dengan perilaku anak, aktivitas pembelajaran yang sedang berlangsung, serta situasi kelas pada saat pengambilan gambar. Tahap ini bertujuan untuk memahami makna di balik ekspresi emosi anak, sehingga hasil penelitian tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga memberikan pemahaman kontekstual yang mendalam sesuai dengan karakteristik penelitian kualitatif.

2.6 Pelaporan Hasil Penelitian

Tahap akhir penelitian adalah pelaporan hasil, di mana seluruh proses dan temuan penelitian disusun secara sistematis dalam bentuk laporan ilmiah. Laporan memuat deskripsi tahapan penelitian, hasil analisis emosi anak, serta interpretasi kualitatif terhadap temuan tersebut. Peneliti menyajikan narasi yang menjelaskan keterkaitan antara ekspresi emosi anak dan proses pembelajaran, serta implikasinya bagi guru dan pihak sekolah. Tahap pelaporan ini bertujuan untuk menyampaikan hasil penelitian secara jelas, runtut, dan dapat dipahami oleh pembaca.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data menghasilkan sekumpulan citra wajah anak yang diperoleh selama kegiatan pembelajaran berlangsung di lingkungan sekolah dasar. Pengambilan data dilakukan secara langsung di dalam kelas dengan memanfaatkan kamera digital, tanpa adanya pengaturan pose, arahan ekspresi, atau intervensi

tertentu dari peneliti. Dengan demikian, ekspresi wajah yang terekam mencerminkan kondisi emosional anak yang muncul secara alami sebagai respons terhadap situasi pembelajaran yang sedang berlangsung.

Citra wajah yang dikumpulkan memiliki format file JPG dan PNG dengan resolusi minimal 48×48 piksel. Pemilihan resolusi ini bertujuan untuk memastikan bahwa struktur dasar wajah, seperti mata, hidung, dan mulut, tetap dapat dikenali dan dianalisis oleh sistem pengenalan emosi. Selama proses pengumpulan data, peneliti memperhatikan kondisi pencahayaan dan jarak pengambilan gambar agar wajah anak dapat terekam dengan jelas, meskipun variasi kondisi kelas tetap dipertahankan untuk mencerminkan situasi nyata.

Hasil dari tahap ini berupa kumpulan data citra wajah anak yang menampilkan berbagai ekspresi emosi selama proses pembelajaran, seperti saat anak mendengarkan penjelasan guru, mengerjakan tugas, maupun berinteraksi dengan teman sebaya. Data yang diperoleh selanjutnya menjadi dasar utama dalam tahap dokumentasi, pelabelan, dan analisis emosi pada tahap berikutnya.

3.2 Dokumentasi Wajah Anak

Setelah data citra wajah anak berhasil dikumpulkan, tahap selanjutnya adalah dokumentasi dan pelabelan data. Pada tahap ini, seluruh citra wajah anak yang diperoleh disusun dan diorganisasi secara sistematis untuk memudahkan proses analisis. Setiap citra diberi identitas data dan dikelompokkan berdasarkan jenis ekspresi emosi yang tampak pada wajah anak.

Dalam penelitian ini, emosi yang digunakan sebagai kategori pelabelan terdiri dari empat kelas, yaitu senang, sedih, marah, dan netral. Pelabelan dilakukan berdasarkan pengamatan visual terhadap ekspresi wajah anak yang muncul pada citra, dengan mempertimbangkan karakteristik umum ekspresi emosi seperti perubahan pada mata, mulut, dan otot wajah. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap citra wajah memiliki label emosi yang sesuai dan konsisten.

Hasil dokumentasi menunjukkan bahwa setiap kategori emosi memiliki ciri visual yang berbeda. Ekspresi senang umumnya ditandai dengan senyum dan mata yang lebih terbuka, sedangkan ekspresi sedih ditandai dengan sudut mulut yang menurun dan tatapan mata yang lemah. Ekspresi marah ditunjukkan melalui alis yang mengerut dan tatapan mata yang lebih tajam, sementara ekspresi netral ditandai dengan wajah tanpa perubahan ekspresi yang signifikan. Perbedaan karakteristik ini menjadi dasar dalam proses analisis emosi menggunakan CNN pada tahap selanjutnya. Tahap dokumentasi dan pelabelan ini menghasilkan data citra wajah yang telah terorganisasi dengan baik dan siap digunakan pada tahap pra-pemrosesan dan analisis emosi selanjutnya.

Tabel 1. Ekpresi Wajah Anak

No	Data	Citra
1	Ekspresi Senang	
2	Ekspresi Marah	
3	Ekspresi Netral	
4	Ekspresi Sedih	

3.3 Pra-Pemrosesan Gambar

Tahap pra-pemrosesan menghasilkan citra wajah anak yang telah siap untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan model *Convolutional Neural Network* (CNN). Pada tahap ini, seluruh citra wajah yang telah didokumentasikan dan diberi label diproses untuk menyeragamkan format serta meningkatkan kualitas citra agar informasi visual yang terkandung di dalamnya dapat dimanfaatkan secara optimal.

Proses pra-pemrosesan diawali dengan ekstraksi wajah (*face extraction*), yaitu pemisahan area wajah dari latar belakang citra. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa area wajah anak dapat terdeteksi dengan baik, sehingga bagian-bagian penting seperti mata, hidung, dan mulut menjadi fokus utama dalam analisis. Pemisahan area wajah ini membantu mengurangi gangguan visual dari lingkungan sekitar yang tidak berkaitan dengan ekspresi emosi.

Selanjutnya, citra wajah yang telah diekstraksi dinormalisasi dengan mengubah ukuran citra menjadi 48×48 piksel dan mengonversinya ke dalam bentuk *grayscale*. Normalisasi ini menghasilkan citra dengan dimensi dan skala warna yang seragam, sehingga memudahkan proses komputasi dan mengurangi variasi yang disebabkan oleh perbedaan pencahayaan. Selain itu, nilai piksel citra dinormalisasi agar berada pada rentang yang sama, sehingga meningkatkan stabilitas proses analisis.

Hasil pra-pemrosesan menunjukkan bahwa citra wajah menjadi lebih konsisten dan jelas dalam menampilkan fitur-fitur wajah utama. Citra yang telah melalui tahap ini tidak lagi dipengaruhi oleh perbedaan ukuran, warna, dan latar belakang, sehingga siap digunakan sebagai masukan bagi model CNN pada tahap analisis emosi. Dengan demikian, tahap pra-pemrosesan berperan penting dalam memastikan kualitas data yang digunakan pada tahap berikutnya.

3.4 Analisis Menggunakan CNN

Tahap analisis menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) bertujuan untuk mengidentifikasi ekspresi emosi pada citra wajah anak yang telah melalui tahap pra-pemrosesan. Setiap citra wajah diproses oleh sistem untuk menghasilkan prediksi kelas emosi berdasarkan pola visual yang terdeteksi, seperti bentuk mata, posisi alis, dan pergerakan mulut.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Emosi

NO	Gambar Input	Hasil Identifikasi Emosi
1		Hasil Prediksi Emosi Emosi terdeteksi: Senang (42.34%) Persentase Setiap Emosi Senang: 42.34% Sedih: 17.20% Marah: 17.20% Netral: 23.27%
2		Hasil Prediksi Emosi Emosi terdeteksi: Marah (28.92%) Persentase Setiap Emosi Senang: 28.92% Sedih: 27.49% Marah: 28.92% Netral: 15.27%
3		Hasil Prediksi Emosi Emosi terdeteksi: Sedih (32.05%) Persentase Setiap Emosi Senang: 24.27% Sedih: 32.05% Marah: 16.15% Netral: 27.53%
4		Hasil Prediksi Emosi Emosi terdeteksi: Netral (31.11%) Persentase Setiap Emosi Senang: 27.78% Sedih: 26.17% Marah: 14.94% Netral: 31.11%

Hasil identifikasi emosi yang diperoleh dari proses analisis CNN disajikan dalam bentuk tabel yang menampilkan citra input beserta hasil klasifikasi emosi. Tabel hasil tersebut memperlihatkan bahwa sistem mampu

mengelompokkan citra wajah anak ke dalam kategori emosi yang telah ditentukan, yaitu senang, sedih, marah, dan netral. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa pola-pola ekspresi wajah anak dapat dikenali oleh CNN meskipun citra diambil dalam kondisi kelas yang alami dan bervariasi.

Berdasarkan hasil yang ditampilkan pada tabel, ekspresi senang merupakan salah satu emosi yang paling mudah dikenali oleh sistem. Hal ini terlihat dari citra yang menampilkan senyuman dan ekspresi wajah terbuka yang konsisten dengan ciri emosi senang. Sementara itu, ekspresi marah juga dapat teridentifikasi dengan cukup jelas melalui ciri visual seperti alis yang mengerut dan ekspresi wajah yang lebih tegang. Sebaliknya, ekspresi netral dan sedih menunjukkan tingkat kesulitan yang lebih tinggi dalam proses identifikasi karena memiliki karakteristik visual yang cenderung mirip, terutama pada wajah anak.

Selain itu, hasil analisis menunjukkan bahwa faktor eksternal seperti pencahayaan, sudut pengambilan gambar, dan pergerakan kepala anak dapat memengaruhi hasil identifikasi emosi. Pada beberapa citra, perbedaan sudut pandang dan intensitas cahaya menyebabkan fitur wajah tidak terekam secara optimal, sehingga sistem mengalami kesulitan dalam menentukan kelas emosi secara tepat. Kondisi ini mencerminkan tantangan nyata dalam penerapan sistem pengenalan emosi di lingkungan pembelajaran yang dinamis.

Secara keseluruhan, hasil analisis menggunakan CNN menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan yang cukup baik dalam mengidentifikasi emosi dasar pada wajah anak. Namun, hasil ini tidak dijadikan sebagai kesimpulan akhir, melainkan sebagai temuan awal yang selanjutnya dianalisis secara kualitatif. Pendekatan ini dilakukan untuk memahami makna di balik ekspresi emosi anak dengan mempertimbangkan konteks pembelajaran dan perilaku anak di kelas, sehingga hasil penelitian tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga memiliki nilai interpretatif dan edukatif.

3.5 Interpretasi Kualitatif

Berdasarkan hasil identifikasi emosi menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) yang ditampilkan pada tabel hasil analisis, dapat diketahui bahwa sistem mampu mengenali empat jenis emosi dasar pada wajah anak, yaitu senang, sedih, marah, dan netral. Hasil ini menunjukkan bahwa pola visual pada wajah anak dapat dipelajari dan dikenali oleh sistem meskipun citra diambil dalam kondisi kelas yang alami dan tidak terkontrol sepenuhnya.

Dari hasil penelitian, ekspresi senang merupakan emosi yang paling konsisten teridentifikasi oleh sistem. Hal ini terlihat dari kesesuaian antara ciri visual pada citra wajah, seperti senyum dan ekspresi wajah terbuka, dengan hasil klasifikasi yang dihasilkan oleh CNN. Temuan ini menunjukkan bahwa ekspresi emosi positif pada anak memiliki karakteristik visual yang relatif jelas sehingga lebih mudah dikenali oleh sistem pengenalan emosi.

Sebaliknya, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa terdapat tantangan dalam membedakan ekspresi netral dan sedih. Beberapa citra wajah anak yang menunjukkan ekspresi tanpa perubahan signifikan cenderung terklasifikasi sebagai netral, meskipun secara konteks pembelajaran anak tersebut tampak kurang bersemangat atau mengalami kesulitan. Hal ini menunjukkan bahwa ekspresi emosi anak tidak selalu tampak secara eksplisit pada wajah, sehingga interpretasi konteks menjadi penting dalam memahami kondisi emosional anak secara menyeluruh.

Ekspresi marah teridentifikasi pada jumlah citra yang lebih sedikit dibandingkan emosi lainnya. Hal ini sejalan dengan kondisi kelas yang relatif kondusif selama proses pembelajaran berlangsung. Namun, pada beberapa kasus, ekspresi marah muncul sebagai respons terhadap gangguan lingkungan atau rasa frustrasi anak saat menghadapi kesulitan belajar. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem identifikasi emosi dapat membantu mendeteksi perubahan emosional yang bersifat situasional.

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa faktor lingkungan, seperti pencahayaan kelas, sudut pengambilan gambar, dan pergerakan anak, memengaruhi hasil identifikasi emosi. Pada beberapa citra, fitur wajah tidak terekam secara optimal sehingga memengaruhi akurasi klasifikasi. Kondisi ini menjadi salah satu keterbatasan penelitian, namun sekaligus mencerminkan kondisi nyata penerapan sistem di lingkungan pendidikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan CNN sebagai alat bantu identifikasi emosi pada wajah anak dapat memberikan gambaran awal mengenai kondisi emosional siswa selama proses pembelajaran. Dengan mengombinasikan hasil klasifikasi emosi dan interpretasi kualitatif, penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara ekspresi emosi anak dan aktivitas pembelajaran. Temuan ini dapat dimanfaatkan oleh guru sebagai bahan pertimbangan dalam menyesuaikan strategi pembelajaran agar lebih responsif terhadap kondisi emosional siswa.

3.6 Pelaporan Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem klasifikasi dan pengenalan pola berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) mampu mengidentifikasi emosi anak melalui citra wajah yang diambil selama proses pembelajaran di kelas. Data yang digunakan merupakan citra wajah anak dengan kondisi alami, sehingga ekspresi emosi yang terekam mencerminkan respons spontan anak terhadap aktivitas pembelajaran yang sedang berlangsung.

Berdasarkan hasil analisis CNN yang disajikan dalam tabel hasil, sistem berhasil mengklasifikasikan citra wajah ke dalam empat kategori emosi, yaitu senang, sedih, marah, dan netral. Temuan ini menunjukkan bahwa pola-pola visual pada wajah anak, seperti pergerakan mulut, posisi alis, dan ekspresi mata, dapat dipelajari oleh model CNN meskipun terdapat variasi individu dan kondisi lingkungan kelas yang dinamis.

Analisis hasil penelitian menunjukkan bahwa emosi senang merupakan emosi yang paling mudah dikenali oleh sistem. Hal ini disebabkan oleh karakteristik visual ekspresi senang yang relatif jelas dan konsisten, seperti senyuman dan ekspresi wajah yang terbuka. Kondisi ini sejalan dengan hasil observasi di kelas, di mana ekspresi senang sering muncul ketika anak terlibat aktif dalam pembelajaran atau merasa nyaman dengan aktivitas yang diberikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem CNN efektif dalam mendeteksi emosi positif pada wajah anak.

Sebaliknya, emosi sedih dan netral menunjukkan tingkat kesulitan yang lebih tinggi dalam proses identifikasi. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa beberapa citra wajah anak dengan ekspresi minim perubahan cenderung diklasifikasikan sebagai netral, meskipun berdasarkan konteks pembelajaran anak tersebut tampak kurang bersemangat atau mengalami kesulitan memahami materi. Temuan ini menegaskan bahwa ekspresi emosi pada wajah anak tidak selalu bersifat eksplisit dan dapat dipengaruhi oleh karakter individu, sehingga interpretasi hasil klasifikasi memerlukan dukungan pengamatan kualitatif.

Ekspresi marah teridentifikasi pada jumlah data yang relatif lebih sedikit dibandingkan emosi lainnya. Hal ini mencerminkan kondisi kelas yang cenderung kondusif selama proses pengambilan data. Namun, pada beberapa citra, emosi marah muncul sebagai respons terhadap situasi tertentu, seperti gangguan lingkungan atau rasa frustrasi anak saat menghadapi tugas yang sulit. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem identifikasi emosi dapat menangkap perubahan emosional yang bersifat situasional, meskipun intensitasnya tidak selalu tinggi.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kualitas citra sangat berpengaruh terhadap hasil identifikasi emosi. Variasi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, serta pergerakan anak selama proses pembelajaran menyebabkan beberapa fitur wajah tidak terekam secara optimal. Kondisi ini menjadi keterbatasan penelitian, namun sekaligus memperlihatkan tantangan nyata dalam penerapan sistem pengenalan emosi di lingkungan sekolah dasar. Penggunaan data dalam kondisi alami justru memperkuat nilai aplikatif penelitian ini, karena mencerminkan situasi yang sesungguhnya di lapangan.

Secara keseluruhan, pembahasan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem klasifikasi dan pengenalan pola pada citra wajah anak berbasis CNN memiliki potensi sebagai alat bantu awal dalam memahami kondisi emosional siswa. Namun, hasil klasifikasi tidak dapat berdiri sendiri dan perlu diinterpretasikan bersama konteks pembelajaran dan perilaku anak. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan pentingnya integrasi antara pendekatan teknologi dan pendekatan kualitatif dalam mengkaji emosi anak di lingkungan pendidikan.

4. SIMPULAN

1. Pengolahan citra digital dapat mengidentifikasi emosi pada citra wajah anak melalui tahapan pengambilan citra wajah secara alami, pra-pemrosesan citra yang meliputi ekstraksi wajah, normalisasi ukuran dan pencahayaan, serta penyeragaman format citra. Tahapan tersebut memungkinkan fitur-fitur penting pada wajah anak, seperti mata, alis, dan mulut, dapat dianalisis secara optimal sehingga emosi dasar, yaitu senang, sedih, marah, dan netral, dapat dikenali berdasarkan pola visual yang muncul pada citra wajah.
2. Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dapat diimplementasikan untuk mengidentifikasi ekspresi emosi pada wajah anak dengan memanfaatkan kemampuan CNN dalam mengekstraksi dan mempelajari fitur wajah secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN mampu mengklasifikasikan ekspresi emosi pada wajah anak ke dalam kelas emosi yang telah ditentukan, dengan tingkat pengenalan yang lebih baik pada ekspresi senang dan marah dibandingkan ekspresi sedih dan netral, yang memiliki karakteristik visual lebih halus dan cenderung mirip.

5. SARAN

1. Pengembangan kualitas dan jumlah data citra wajah anak
Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan jumlah data citra wajah anak yang lebih banyak dan beragam, baik dari segi usia, jenis kelamin, kondisi pencahayaan, maupun variasi ekspresi emosi. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan sistem pengolahan citra digital dalam mengenali emosi anak secara lebih akurat dan konsisten.
2. Pengembangan dan optimalisasi model CNN
Penelitian berikutnya dapat mengembangkan arsitektur CNN yang lebih kompleks atau mengombinasikan CNN dengan metode lain, seperti *transfer learning* atau teknik optimasi parameter, guna meningkatkan performa identifikasi ekspresi emosi, terutama pada emosi yang memiliki kemiripan visual seperti sedih dan netral.
3. Integrasi hasil identifikasi emosi dengan konteks pembelajaran

Disarankan agar sistem identifikasi emosi tidak hanya mengandalkan hasil klasifikasi citra wajah, tetapi juga dikombinasikan dengan informasi kontekstual, seperti aktivitas pembelajaran dan perilaku anak di kelas. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman emosional anak yang lebih komprehensif dan bermanfaat bagi guru dalam mendukung proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Denham, K. Bassett, and E. Wyatt, “The socialization of emotional competence in early childhood,” *Handbook of Emotional Development*, vol. 2, no. 1, pp. 45–67, 2020.
- [2] L. A. Camras and M. M. Shuster, “Understanding emotion expression in children: Challenges and implications,” *Developmental Psychology*, vol. 58, no. 4, pp. 721–734, 2022.
- [3] Y. Li and H. Zhang, “Facial expression recognition based on machine learning techniques: A review,” *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 78, pp. 103–115, 2021.
- [4] N. Sari, A. Pratama, and R. Hidayat, “Emotion recognition system for early detection of children’s emotional disorders,” *International Journal of Educational Technology*, vol. 10, no. 2, pp. 89–98, 2023.
- [5] A. Kumar, R. Singh, and P. Gupta, “Deep learning approaches for facial emotion recognition: A comparative study,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 45678–45690, 2022.
- [6] M. Rahman, S. Islam, and T. Rahman, “Challenges in facial expression recognition of children under unconstrained environments,” *Proceedings of the International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*, pp. 112–118, 2021.
- [7] J. Zhao, L. Wang, and Y. Chen, “Artificial intelligence-based emotion recognition systems for educational applications,” *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 15, no. 1, pp. 25–38, 2024.