

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pengenalan aksara Jawa dengan metode deep learning telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Berikut ini adalah ringkasan penelitian-penelitian tersebut beserta kekurangan dan kontribusi yang akan diberikan oleh penelitian ini:

**Tabel 2. 1** Analisis Gap Penelitian Terdahulu

No	PENELITIAN TERDAHULU	METODE/TEMA UTAMA	KEKURANGAN/GAP PENELITIAN SEBELUMNYA	SOLUSI/KONTRIBUSI PENELITIAN INI
1	Alvin Jonathan & Ito Wasito (2023)	Aplikasi pengenalan aksara Jawa digital menggunakan CNN dan Computer Vision	Kendala ketepatan dan penyediaan materi edukasi yang memadai	Meningkatkan akurasi melalui optimasi arsitektur CNN dan augmentasi data yang lebih canggih
2	Lukasik et al. (2021)	CNN untuk pengenalan karakter Latin dengan diakritik, akurasi tinggi	Fokus pada karakter Latin, belum diterapkan pada aksara Jawa	Adaptasi teknik preprocessing dan augmentasi untuk karakteristik khusus aksara Jawa

3	Abdiansah & Sumarno (2025)	CNN untuk pengenalan tulisan tangan aksara Jawa, akurasi 99,83%	Terbatas pada aksara dasar, belum mencakup sandhangan kompleks	Fokus pada analisis overfitting phenomenon melalui training curves, confusion matrix, statistical testing; dokumentasi best practices untuk extreme augmentation
---	----------------------------	---	--	--

Tabel 2.1: Analisis Gap Penelitian Terdahulu merangkum berbagai penelitian yang telah dilakukan dalam bidang pengenalan aksara Jawa menggunakan teknologi deep learning, khususnya Convolutional Neural Network (CNN). Setiap penelitian memiliki fokus yang berbeda, namun semuanya berkontribusi pada pengembangan sistem pengenalan aksara Jawa yang lebih efektif.

Penelitian pertama memperkenalkan sebuah aplikasi pengenalan aksara Jawa digital yang memanfaatkan teknologi Convolutional Neural Networks (CNN) dan Computer Vision untuk mengatasi tantangan dalam pengenalan aksara tradisional Indonesia [1]. Dengan mengatasi tantangan pengenalan aksara Jawa yang sering mengalami kesulitan karena kompleksitas bentuk dan variasi karakter yang unik, penelitian ini mengembangkan sistem yang dapat menangani masalah tersebut dengan lebih efisien. Aplikasi ini berfungsi dengan menggunakan dataset aksara Jawa yang berisi berbagai variasi karakter dasar, yang mencakup berbagai bentuk aksara dengan tingkat kompleksitas yang beragam. Dataset ini memberikan keunggulan dalam meningkatkan keandalan dan akurasi model dalam mengenali pola aksara Jawa, tetapi juga menunjukkan tantangan dalam hal keterbatasan variasi dan kurangnya materi edukasi yang komprehensif. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknik CNN dapat membantu dalam pembelajaran pola aksara secara otomatis dan meningkatkan kemampuan sistem dalam mengenali berbagai variasi

aksara Jawa. Hasil dari sistem ini menunjukkan kemampuan yang baik dalam pengenalan aksara dasar, yang menunjukkan bahwa teknologi CNN sangat efektif dalam mengidentifikasi pola aksara Jawa dengan tingkat keberhasilan yang memadai. Namun, meskipun hasil yang diperoleh cukup menjanjikan, ada beberapa area yang masih dapat ditingkatkan, seperti peningkatan ketepatan pengenalan dan pengembangan materi edukasi yang lebih lengkap untuk mendukung proses pembelajaran. Selain itu, penelitian ini masih terbatas pada pengenalan aksara dasar dan belum mencakup kompleksitas sandangan yang merupakan bagian integral dari sistem penulisan aksara Jawa [2].

Penelitian kedua melakukan pengembangan model CNN yang dapat mengenali karakter Latin secara otomatis dengan tingkat akurasi tinggi, dengan memanfaatkan serangkaian teknik canggih dalam computer vision[2]. Model yang digunakan mengintegrasikan beberapa tahap, dimulai dengan preprocessing citra untuk meningkatkan kualitas gambar karakter yang sering kali memiliki variasi dalam hal pencahayaan dan resolusi. Penggunaan arsitektur CNN yang dioptimalkan menjadi inti dari proses pengenalan karakter ini. Untuk klasifikasi, model ini menerapkan deep learning untuk mengekstrak fitur-fitur penting dari karakter dengan lebih akurat, sementara tahap pengambilan keputusan dilakukan menggunakan neural networks yang telah dilatih untuk membedakan berbagai jenis karakter Latin. Meskipun penelitian ini menggunakan dataset karakter Latin yang cukup besar dan beragam, ada beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan, terutama dalam hal fokus penelitian yang terbatas pada karakteristik Latin dan belum diterapkan pada aksara tradisional seperti aksara Jawa yang memiliki struktur dan kompleksitas yang berbeda. Hal ini berisiko menyebabkan model tidak dapat langsung diadaptasi untuk pengenalan aksara Jawa tanpa modifikasi yang signifikan. Meskipun demikian, model ini menunjukkan akurasi yang sangat baik dalam mengenali karakter Latin, yang menunjukkan bahwa teknik CNN yang digunakan sangat efektif dan dapat menjadi referensi untuk pengembangan sistem pengenalan aksara lainnya [2].

Penelitian ketiga oleh Abdiansah & Sumarno (2025) melakukan pendekatan sistem pengenalan tulisan tangan aksara Jawa menggunakan CNN yang dioptimalkan khusus untuk karakteristik aksara Jawa [12]. Penelitian ini menggunakan dataset tulisan tangan aksara Jawa yang terdiri dari berbagai variasi penulisan dan berhasil mencapai akurasi yang sangat tinggi sebesar 99.83%. Model ini menunjukkan efektivitas yang luar biasa dalam mengenali tulisan tangan aksara Jawa. Namun, penelitian ini masih terbatas pada aksara dasar dan belum mencakup sandhangan kompleks yang merupakan elemen penting dalam sistem penulisan aksara Jawa. Selain itu, tidak ada analisis mendalam terhadap overfitting phenomenon melalui training curves dan confusion matrix yang dapat memberikan insights tentang bagaimana model belajar [12].

## 2.2 Aksara Jawa

Aksara Jawa adalah sistem penulisan tradisional Indonesia yang kaya nilai historis dan budaya, namun penggunaannya menurun di kalangan generasi muda [1]. Pelestariannya krusial, meski berbagai perangkat lunak pembelajaran telah dikembangkan, efisiensi materi dan motivasi siswa masih menjadi kendala [1]. Struktur aksara Jawa kompleks, terdiri dari Aksara Carakan (20 aksara dasar), Pasangan Aksara (mematikan vokal aksara sebelumnya), dan Sandhangan (tanda diakritik untuk vokal dan konsonan, seperti sandhangan swara, panyigeg wyanjana, dan wyanjana). Kompleksitas visual, kemiripan antar aksara, dan variasi tulisan (cetak vs. tangan) menjadi tantangan besar dalam pengenalan otomatis [4], [5]. Dataset *Indonesian Local Script Characters* dari Mendeley Data yang digunakan dalam penelitian ini secara spesifik hanya mencakup aksara dasar [8].

## 2.3 Deep Learning dan Convolutional Neural Network (CNN)

Kemajuan *deep learning* dan *computer vision* menawarkan metode andal untuk pelestarian aksara Jawa [1]. *Deep Learning* adalah cabang *machine learning* yang menggunakan jaringan saraf tiruan kompleks untuk belajar dan mengekstraksi fitur otomatis dari data mentah. *Computer Vision* memungkinkan komputer "melihat" dan menginterpretasi konten visual dari gambar [1]. Kemampuan CNN menangani variasi

bentuk dan kompleksitas visual aksara menjadikannya ideal untuk pengenalan aksara Jawa [4], [5]. Efektivitasnya terbukti pada karakter Latin dengan diakritik [2], dan penerapan *transfer learning* untuk klasifikasi citra [6].

## 2.4 Augmentasi Data

Augmentasi Data adalah teknik untuk meningkatkan kuantitas dan keragaman data pelatihan secara sintesis. Tujuannya adalah mengatasi keterbatasan dataset, meningkatkan robustness model, mengurangi overfitting, dan mensimulasikan variasi kondisi dunia nyata. Mengingat dataset aksara Jawa penelitian ini terbatas pada aksara dasar [8], augmentasi data krusial untuk mensimulasikan keragaman yang lebih luas, termasuk variasi mirip pasangan aksara atau sandhangan.

Metode augmentasi umum meliputi transformasi geometris (rotasi, flipping, scaling, translation, shearing) dan transformasi fotometri (penyesuaian kecerahan, kontras, noise injection). Metode rotasi, flipping, dan zoom telah meningkatkan akurasi pengenalan aksara Jawa hingga 92% [9], dan tulisan tangan aksara Jawa hingga 96% [5], [6]. Hal ini membantu model mengenali aksara Jawa meskipun ada distorsi kecil, serta potensi untuk mengenali bentuk aksara yang lebih kompleks di luar data dasar [8].

## 2.5 Evaluasi Model

Evaluasi Model adalah tahapan krusial dalam siklus hidup pengembangan machine learning dan deep learning. Tujuannya adalah untuk mengukur seberapa baik model yang telah dilatih dapat berkinerja pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya dan memastikan model tidak overfitting.

Metrik dihitung berdasarkan Matriks Konfusi, yang menampilkan jumlah True Positives (TP), True Negatives (TN), False Positives (FP), dan False Negatives (FN):

1. True Positives (TP): Jumlah instansi positif yang diprediksi dengan benar sebagai positif.

2. True Negatives (TN): Jumlah instansi negatif yang diprediksi dengan benar sebagai negatif.
3. False Positives (FP): Jumlah instansi negatif yang salah diprediksi sebagai positif.
4. False Negatives (FN): Jumlah instansi positif yang salah diprediksi sebagai negatif.

metrik akurasi menunjukkan proporsi prediksi yang benar dibandingkan dengan total prediksi yang dilakukan. Akurasi dihitung dengan rumus:

Akurasi (Accuracy): Proporsi total prediksi yang benar.

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Prediksi\ Benar}{Total\ Jumlah\ Prediksi}$$

Presisi (Precision): Proporsi positif yang diprediksi benar dari semua prediksi positif.

$$Precision = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Positive}$$

Recall (Recall/Sensitivity): Proporsi positif yang terdeteksi dari semua positif

$$Recall = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Negative}$$

F1-Score: Rata-rata harmonik Presisi dan Recall. Lebih informatif pada dataset tidak

$$F1Score = \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

Proses evaluasi akan dilakukan setelah pembagian data menjadi training set, validation set, dan test set untuk memastikan hasil yang valid dan tidak bias.

## 2.6 Streamlit

Untuk mempermudah aksesibilitas dan interaksi pengguna, aplikasi pengenalan aksara Jawa ini akan dikembangkan menggunakan Streamlit. Streamlit adalah framework Python open-source yang memungkinkan pembangunan aplikasi web data secara cepat dan mudah, tanpa memerlukan keahlian front-end yang mendalam. Penggunaan Streamlit memungkinkan visualisasi real-time dan interaksi yang intuitif, sehingga aplikasi ini dapat diakses luas oleh masyarakat, terutama generasi muda . Streamlit cocok karena seluruh alur kerja dapat dipertahankan dalam ekosistem Python. Meskipun ada tantangan waktu prediksi awal , optimasi model akan diupayakan untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan penggunaan.

