

Pengenalan Aksara Jawa Dengan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)

1st Brandon Dwi Setiawan

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Purwokerto, Indonesia

brandondwisetiawan@student.telkomuniversity.ac.id

2st Umami Athiyah

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Purwokerto, Indonesia

ummiathiyah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Penelitian ini mengkaji pengenalan aksara Jawa menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dan arsitektur VGG16. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan performa kedua model dalam klasifikasi citra aksara Jawa yang kompleks. Dataset yang digunakan terdiri dari 5.000 citra aksara Jawa dengan 100 jenis motif, yang diperoleh melalui pengambilan gambar manual. Proses preprocessing meliputi filtering, augmentasi, dan pembagian dataset untuk pelatihan dan pengujian. Model CNN dirancang menggunakan empat lapisan konvolusi dengan jumlah neuron bertingkat dan pooling, sementara VGG16 memanfaatkan arsitektur bertingkat dengan 16 lapisan konvolusi. Hasil menunjukkan bahwa VGG16 memiliki akurasi pelatihan dan validasi tertinggi masing-masing sebesar 99,83% dan 99,50%, mengungguli CNN yang mencapai akurasi pelatihan 87,70% dan validasi 97,10%. Namun, CNN menunjukkan potensi keandalan lebih tinggi dengan nilai loss validasi lebih rendah. Penelitian ini menegaskan pentingnya pemilihan arsitektur model dalam klasifikasi citra aksara Jawa yang kompleks.

Kata kunci— Aksara Jawa, Augmentasi Data, Convolutional Neural Network (CNN), Klasifikasi Citra; VGG-16

I. PENDAHULUAN

Aksara Jawa adalah bagian dari kekayaan budaya Indonesia yang memiliki makna sejarah yang sangat mendalam. Aksara ini sering ditemukan dalam naskah kuno, catatan sejarah, hingga ritual keagamaan. Namun, seiring dengan perkembangan zaman, penggunaan aksara Jawa semakin berkurang dan generasi muda lebih banyak menggunakan aksara Latin untuk komunikasi sehari-hari. Kerumitan bentuk serta terbatasnya sumber daya pembelajaran membuat aksara Jawa sulit dipahami oleh masyarakat secara luas. Oleh sebab itu, dibutuhkan teknologi yang mampu mengenali dan mengklasifikasikan aksara Jawa secara otomatis.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya dalam bidang pengolahan citra, telah memberikan solusi untuk permasalahan klasifikasi aksara. Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu algoritma deep learning yang dapat mengidentifikasi pola dalam gambar dan telah diterapkan secara luas di berbagai sektor, termasuk dalam pengenalan aksara. Beberapa penelitian terdahulu telah mencoba menerapkan CNN dalam klasifikasi aksara Jawa, tetapi masih terdapat keterbatasan dalam hal akurasi dan efisiensi model. Salah satu arsitektur CNN yang banyak digunakan adalah VGG-16, yang memiliki kedalaman

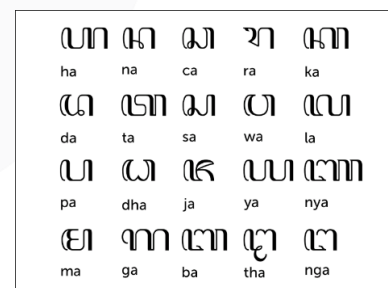
jaringan lebih kompleks dan mampu mengekstraksi fitur dengan lebih baik dibandingkan CNN standar.

Berdasarkan permasalahan tersebut, Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan kinerja model CNN dan VGG-16 dalam mengklasifikasikan aksara Jawa. Dataset yang digunakan mencakup 5.000 gambar aksara Jawa dengan 100 variasi motif, yang diperoleh melalui proses pengambilan gambar secara manual. Model akan diuji menggunakan berbagai metode preprocessing seperti filtering dan augmentasi data. Diharapkan bahwa hasil penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengenalan aksara Jawa secara otomatis serta meningkatkan ketepatan klasifikasi dengan memanfaatkan model *deep learning*.

II. KAJIAN TEORI

A. Aksara Jawa

Aksara Jawa adalah salah satu peninggalan budaya Indonesia yang berupa tulisan tradisional dari suku Jawa[1]. Suku Jawa memiliki aksara tradisional aksara Hanacaraka atau carakan. Aksara Jawa sendiri memiliki 20 simbol dasar yang biasa disebut nglegena atau carakan. Simbol utama aksara Jawa yaitu terdiri dari HA, NA, CA, RA, KA, DA, TA, SA, WA, LA, PA, DHA, JA, YA, NYA, MA, GA, BA, THA dan NGA.[9] Aksara biasa ditemukan dalam bentuk prasasti, naskah, patung ataupun candi.



Gambar 1. Aksara Jawa

B. Image Filtering

adalah teknik untuk memodifikasi atau meningkatkan kualitas pada sebuah citra[10]. *Filter* ini dapat diterapkan untuk berbagai tujuan, seperti mengaburkan citra, mempertajam tepi, menonjolkan detail atau memberi efek artistik.

C. Augmentation

Augmentation citra adalah teknik dalam pemrosesan citra dan pembelajaran mesin untuk memperbesar jumlah

dan transformasi berupa rotasi, *flipping* (membalik) dan *scaling* (Pengubahan skala) pada data. Tujuan teknik *augmentasi* diterapkan untuk meningkatkan model pembelajaran mesin dan mengurangi *overfitting*. Saat ini sudah ditemukan sebuah cara untuk memperkaya variasi fitur menggunakan data *augmentation*[2].

D. Deep Learning

Deep Learning, atau yang dikenal sebagai Pembelajaran Struktural Mendalam maupun Pembelajaran Hierarki, merupakan salah satu bidang dalam *Machine Learning* yang berfokus pada pemodelan data dengan tingkat abstraksi tinggi. Proses ini melibatkan serangkaian fungsi transformasi *non-linier* yang disusun secara berlapis untuk membangun representasi yang lebih kompleks dan mendalam[3][4].

E. VGG-16

VGG-16 merupakan salah satu bentuk arsitektur dalam *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dirancang dengan susunan lapisan konvolusi bertingkat dan filter berukuran kecil (3x3), serta beberapa lapisan *pooling* yang secara bertahap menyederhanakan representasi data[5]. Kelebihan utama dari arsitektur VGG-16 dibandingkan arsitektur standar CNN terletak pada kedalamannya, dengan 16 lapisan yang memungkinkan ekstraksi fitur lebih mendetail dan kompleks, sehingga dapat meningkatkan kemampuan model dalam mengenali pola-pola halus pada citra[6].

F. Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) adalah pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) digunakan untuk mengolah gambar atau data[7]. CNN merupakan sebuah jaringan saraf tiruan yang menggunakan matriks perkalian konvolusi di dalam arsitekturnya[8]. Proses yang dilakukan oleh *Convolutional Neural Network*, yaitu *Convolution Layer*, *Non-Linearity Layer* (*ReLU Layer*), *Pooling Layer* dan *Fully Connected Layer*[9].

III. METODE

A. Dataset Dan Preprocessing

Penelitian ini menggunakan dataset citra aksara Jawa yang diperoleh melalui pengambilan gambar manual. Dataset terdiri dari 5.000 citra aksara Jawa dengan 100 kelas berbeda. Tahapan preprocessing dilakukan guna memperbaiki kualitas data sebelum dimanfaatkan dalam proses pelatihan model. Tahapan preprocessing meliputi:

1. *Filtering*: Teknik pengolahan citra untuk meningkatkan kualitas visual, termasuk blur, detail dan edge enhance.
2. *Augmentasi Data*: Menambah variasi citra menggunakan teknik rotasi, flipping, zooming, dan translation untuk meningkatkan performa model dan mengurangi overfitting.
3. *Normalisasi*: Mengubah nilai piksel citra ke dalam rentang 0-1 untuk mempercepat proses pembelajaran model.

B. Arsitektur Model

Penelitian ini membandingkan dua arsitektur model deep learning, yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN) standar dan VGG-16, dengan konfigurasi sebagai berikut:

1. CNN Standar

Model CNN dalam penelitian ini memiliki empat lapisan konvolusi dengan jumlah filter yang bertambah secara progresif (32, 64, 128, dan 256). Setiap lapisan diikuti oleh lapisan pooling (*MaxPooling* 2x2) untuk mereduksi dimensi fitur. Setelah proses ekstraksi fitur, lapisan fully connected (*Dense* 256, *Dense* 100) digunakan untuk klasifikasi akhir menggunakan aktivasi softmax.

2. VGG-16

VGG-16 merupakan arsitektur CNN dengan 16 lapisan konvolusi dan pooling yang lebih dalam dibandingkan CNN standar. Model ini menggunakan kernel 3x3 untuk mengekstraksi fitur yang lebih kompleks. Pada tahap akhir, hasil ekstraksi fitur dikonversi menjadi bentuk vektor satu dimensi menggunakan lapisan Flatten, lalu diklasifikasikan menggunakan *Dense* 256 dan *Dense* 100 dengan aktivasi softmax.

C. Implementasi dan Pengujian

Setelah model dilatih, dilakukan pengujian dengan menggunakan dataset yang belum pernah digunakan dalam pelatihan untuk mengukur tingkat akurasi prediksi aksara Jawa. Hasil pengujian dibandingkan untuk menentukan model terbaik dalam klasifikasi aksara Jawa berdasarkan nilai akurasi dan loss validasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pelatihan Model

Pelatihan model dilakukan menggunakan dataset aksara Jawa yang telah diproses melalui tahapan filtering dan augmentasi. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) standar dan VGG-16.

1. Hasil Pelatihan CNN

Model CNN dilatih selama **15 epoch**, dengan hasil sebagai berikut:

- Accuracy: 0.8770
- Validation Accuracy: 0.9710
- Loss: 0.3946
- Validation Loss: 0.1436

Hasil pelatihan CNN menunjukkan peningkatan akurasi yang signifikan setelah beberapa epoch, dengan nilai loss yang terus menurun. Grafik akurasi dan loss menunjukkan bahwa model CNN mengalami konvergensi setelah epoch ke-10, di mana peningkatan akurasi menjadi lebih stabil.

2. Hasil Pelatihan VGG-16

Model VGG-16 dilatih selama **15 epoch**, dengan hasil sebagai berikut:

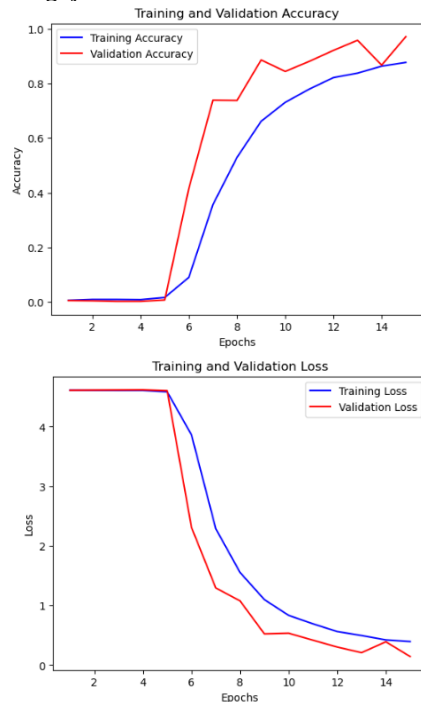
- Accuracy: 0.9983
- Validation Accuracy: 0.9950
- Loss: 0.0273
- Validation Loss: 0.0358

Model VGG-16 menunjukkan performa yang lebih unggul dibandingkan CNN standar. Akurasi validasi mencapai hampir 99,50%, dengan nilai loss yang lebih rendah dibandingkan CNN. Hal ini menunjukkan bahwa model VGG-16 mampu mengekstraksi fitur dengan lebih baik, meskipun membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama dibandingkan CNN standar.

B. Hasil Pengujian Model

Pengujian dilakukan menggunakan 500 data uji yang tidak termasuk dalam proses pelatihan untuk mengevaluasi akurasi model dalam mengenali aksara Jawa.

1. Hasil Pengujian CNN

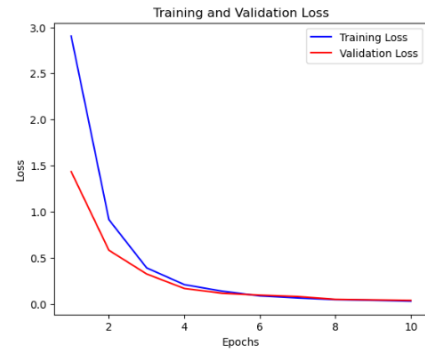
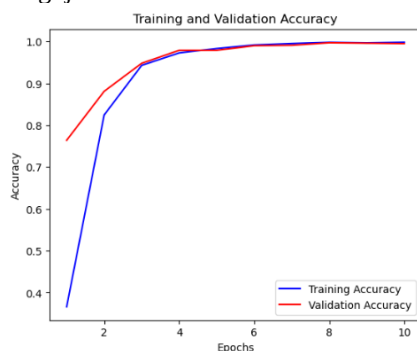


Gambar 2. Grafik Validation Accuracy dan Loss

- Akurasi pengujian (testing accuracy): 98,00%
- Jumlah prediksi benar: 4.900 dari 5.000 data
- Rata-rata nilai presisi yang diperoleh sebesar 0.97.
- Rata-rata nilai recall tercatat pada angka 0.96.
- Rata-rata skor F1 yang dihasilkan adalah 0.96

Hasil ini menunjukkan bahwa CNN memiliki kemampuan klasifikasi yang cukup baik, meskipun pada beberapa kelas tertentu masih terdapat kesalahan prediksi.

2. Hasil Pengujian VGG-16



Gambar 3. Grafik Validation Accuracy dan Loss

- Akurasi pengujian (testing accuracy): 99,88%
- Jumlah prediksi benar: 4.994 dari 5.000 data
- Rata-rata nilai presisi yang diperoleh sebesar 0.99.
- Rata-rata nilai recall tercatat pada angka 0.99.
- Rata-rata skor F1 yang dihasilkan adalah 0.99.

VGG-16 menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan CNN standar, dengan tingkat akurasi hampir sempurna (99,88%). Model ini unggul dalam mengidentifikasi pola rumit pada aksara Jawa, namun memerlukan waktu pemrosesan yang lebih panjang serta sumber daya yang lebih besar dibandingkan dengan CNN standar.

C. Hasil Perbandingan Model

Untuk menentukan model terbaik, dilakukan perbandingan antara CNN dan VGG-16 berdasarkan beberapa metrik utama:

Model	Epoch	Train acc	Train loss	Val acc	Val loss
CNN	15	0.8770	0.3946	0.9710	0.1436
VGG16	15	0.9983	0.0273	0.9950	0.0358

Gambar 4. Perbandingan Hasil

Dari tabel perbandingan di atas, dapat disimpulkan bahwa VGG-16 memiliki performa lebih tinggi dibandingkan CNN standar dalam klasifikasi aksara Jawa. Namun, model CNN masih memiliki keunggulan dalam hal efisiensi waktu pelatihan dan konsumsi sumber daya yang lebih rendah.

D. Pembahasan

1. Keunggulan VGG-16 dibandingkan CNN standar

- VGG-16 mampu mengekstraksi fitur dengan lebih mendalam berkat arsitektur yang lebih kompleks dan jumlah lapisan konvolusi yang lebih banyak.
- Akurasi yang lebih tinggi menunjukkan bahwa model ini lebih andal dalam mengenali variasi aksara Jawa.
- Namun, waktu pelatihan dan kebutuhan komputasi yang lebih besar menjadi tantangan utama dalam penerapannya.

2. Faktor yang mempengaruhi performa model

- Kualitas dataset: Augmentasi data membantu meningkatkan variasi dataset, yang berkontribusi pada akurasi yang lebih tinggi.
- Struktur arsitektur: Model yang lebih dalam seperti VGG-16 memiliki kapasitas lebih besar untuk mengenali pola kompleks.
- Parameter pelatihan: Pemilihan optimizer Adam dan learning rate 0.001 memberikan hasil yang optimal dalam konvergensi model.

3. Implikasi Penelitian

- Model yang dikembangkan dapat digunakan untuk membantu digitalisasi naskah Jawa kuno dengan akurasi tinggi.
- Potensi penerapan model ini dalam aplikasi pembelajaran aksara Jawa berbasis komputer.
- Diperlukan eksplorasi lebih lanjut terhadap arsitektur lain seperti ResNet atau EfficientNet untuk mengoptimalkan performa model tanpa meningkatkan konsumsi sumber daya secara signifikan.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini membandingkan performa CNN dan VGG-16 dalam klasifikasi aksara Jawa. Hasil menunjukkan bahwa VGG-16 memiliki akurasi lebih tinggi, mencapai 99,88%, dibandingkan CNN yang mencapai 98,00%. Selain itu, VGG-16 memiliki loss validasi lebih rendah, menunjukkan kemampuan generalisasi yang lebih baik. Akan tetapi, model ini membutuhkan durasi pelatihan yang lebih panjang serta konsumsi sumber daya yang lebih besar dibandingkan CNN, yang lebih hemat dalam hal komputasi.

Proses preprocessing, termasuk filtering dan augmentasi, terbukti meningkatkan akurasi model dengan memungkinkan pengenalan variasi aksara Jawa yang lebih baik. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi pengenalan aksara Jawa secara otomatis dan dapat diterapkan dalam digitalisasi naskah maupun aplikasi pembelajaran. Pengembangan lebih lanjut dapat mengeksplorasi model deep learning lain yang lebih efisien serta integrasi dengan aplikasi berbasis web atau mobile untuk mendukung pelestarian aksara Jawa.

REFERENSI

- [1] N. Saphira, "Pengenalan Karakter Optik (OCR) Aksara Jawa dengan Convolutional Neural Network," 2021.
- [2] S. ilham Pradika, B. Nugroho, and E. Y. Puspaningrum, "Pengenalan Tulisan Tangan Huruf Hijaiyah Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *Semin. Nas. Inform. Bela Negara*, vol. 1, p. 98, 2020.
- [3] M. T. Stefanus Christian Adi Pradhana, Untari Novia Wisesty S.T., M.T., Febryanthi Sthevanie S.T., "Pengenalan Aksara Jawa dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2558–2567, 2020.
- [4] A. S. Putra, "Identifikasi Aksara Jawa pada Naskah Kuno dengan Metode CNN," 2020.
- [5] R. Rismiyati and A. Luthfiarta, "VGG16 Transfer Learning Architecture for Salak Fruit Quality Classification," *Telematika*, vol. 18, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.31315/telematika.v18i1.4025.
- [6] S. Riyadi, D. Pardede, and R. N. Fuad, "Klasifikasi Kategori Cuaca Berdasarkan Citra Menggunakan VGG-16," vol. 4, no. 1, pp. 91–98, 2024.
- [7] E. P. N. A. Wijaya, "Klasifikasi Akasara Jawa Dengan Cnn," *J. Tek.*, vol. 12, no. 2, p. 61, 2020, doi: 10.30736/jt.v13i2.479.
- [8] I. S. Hanindria and Hendry, "Pengklasifikasian Aksara Jawa Metode Convolutional Neural Network," *J. Tek. Inform. dan Sitem Inf.*, vol. 9, no. 3, pp. 2727–2737, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.mdp.ac.id/index.php/jatisi/article/view/2177>
- [9] Y. Harjoseputro, "Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Pengklasifikasian Aksara Jawa," *Buana Inform.*, p. 23, 2018.
- [10] P. Studi, S. Komputer, U. Pembangunan, and P. Budi, "IMPLEMENTASI METODE CNN UNTUK KLASIFIKASI OBJEK," vol. 7, no. 1, pp. 54–60, 2023.