

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan model pengenalan karakter tulisan tangan Arab merupakan salah satu topik aktif dalam bidang *computer vision*, terutama karena tantangan unik yang dimiliki aksara Arab. Karakter Arab sering kali memiliki struktur visual yang serupa dan hanya dibedakan oleh jumlah atau posisi titik meskipun pengucapannya berbeda, seperti pada huruf ب (ba), ت (ta), ث (tsa), dan ن (nun) (Kholisun Nashoih, 2016).

Untuk menghadapi tantangan ini, pendekatan berbasis *deep learning* telah menjadi pilihan utama, terutama *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dikenal efektif dalam mengekstraksi fitur visual dan mengenali pola kompleks dari citra tulisan tangan. CNN merupakan arsitektur jaringan saraf tiruan yang dirancang khusus untuk mengolah data visual berbentuk *grid-like*, seperti gambar, dengan kemampuan yang efektif dalam mengenali pola dan melakukan klasifikasi (Makarim, 2024). Dengan kemampuannya dalam mengekstraksi fitur secara otomatis, CNN sangat cocok digunakan untuk mendeteksi tulisan tangan huruf hijaiyah yang memiliki variasi bentuk akibat perbedaan gaya tulisan masing-masing individu.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan keberhasilan penggunaan CNN dalam tugas pengenalan tulisan tangan Arab. El-Sawy dkk. (2017) menggunakan arsitektur CNN sederhana untuk dataset AHCD dan melaporkan tingkat kesalahan klasifikasi sebesar 5.1%, namun arsitekturnya terbatas hanya pada dua blok konvolusi tanpa normalisasi atau regularisasi. Daood dkk. (2023) menggabungkan berbagai metode ekstraksi fitur dan model *transfer learning* seperti *MobileNetV2*, namun lebih menekankan pada aspek deteksi karakter dalam sistem *real-time*, bukan optimalisasi arsitektur CNN murni. Akil & Chaidir (2021) mengembangkan model dengan pendekatan minimalis berbasis *LeNet* dan *DL4J*, dengan performa cukup baik namun belum eksploratif dalam tuning parameter. Sementara itu, Amrouch dkk. (2018) menggabungkan CNN dengan HMM untuk pengenalan kata, namun kompleksitas model meningkat karena pemisahan tahap ekstraksi dan klasifikasi. Penelitian terbaru oleh Alheraki dkk. (2023) mengeksplorasi CNN dalam konteks tulisan tangan anak-anak, menggunakan arsitektur bertingkat dengan hingga 384 filter per layer dan regularisasi dropout, namun tetap

terbatas pada klasifikasi karakter saja tanpa eksplorasi sistematis terhadap *hyperparameter tuning*.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung menggunakan arsitektur tetap tanpa eksplorasi sistematis terhadap konfigurasi model, penelitian ini menitikberatkan pada proses optimasi kinerja menggunakan metode *Grid Search*. Pendekatan ini secara terstruktur mengevaluasi berbagai kombinasi parameter inti, seperti jumlah filter, ukuran kernel, fungsi aktivasi, *batch size*, dan *learning rate*. Penelitian ini berfokus pada pengembangan model CNN khusus untuk mengenali tulisan tangan huruf dan angka Arab secara bersamaan. Model yang digunakan memiliki arsitektur lebih dalam dengan total 6 layer konvolusi bertingkat, disertai Batch Normalization untuk stabilisasi pelatihan serta Dropout untuk mengurangi risiko *overfitting*. Model ini juga dirancang agar ringan dan efisien, dengan ukuran input tetap 32×32 piksel grayscale. Penelitian ini juga memanfaatkan dua dataset berbeda, yaitu *Arabic Handwritten Characters Dataset* (AHCD) untuk huruf, dan *Arabic Handwritten Digits Dataset* (AHDD) untuk angka.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, perumusan masalah dalam penelitian ini berfokus pada pengembangan model klasifikasi tulisan tangan huruf hijaiyah dan angka Arab dengan pendekatan *Grid Search*, mengingat tantangan utama berupa kemiripan struktur visual antar karakter serta variasi gaya tulisan yang signifikan.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam pembuatan proyek akhir ini adalah:

- 1) Tulisan tangan huruf hijaiyah hanya diproses dalam format gambar (.png).
- 2) Sistem mendukung pengenalan huruf Hijaiyah dan angka Arab.
- 3) Angka Arab yang diproses terbatas pada satu digit (0-9).
- 4) Huruf hijaiyah yang dikenali hanya satu karakter tanpa sambungan dan tanpa *harakat*.

- 5) Dataset yang digunakan adalah *Arabic Handwritten Characters Dataset* (AHCD)¹ untuk huruf dan *Arabic Handwritten Digits Dataset* (AHDD)² untuk angka. Kedua dataset diambil dari Kaggle.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan model *Convolutional Neural Network* (CNN) yang mampu mendeteksi tulisan tangan huruf hijaiyah.

1.4.2 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bentuk model deep learning yang siap pakai untuk klasifikasi tulisan tangan huruf dan angka Arab, yang dapat dijadikan pondasi awal untuk sistem dan penelitian lanjutan di bidang pengolahan aksara Arab.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dipakai dalam pembuatan proyek akhir ini adalah:

1) Studi Literatur

Penelitian diawali dengan mengkaji berbagai literatur terkait tantangan pengenalan tulisan tangan huruf hijaiyah, arsitektur CNN serta pendekatan optimasi performa model melalui tuning *hyperparameter*. Literatur ini digunakan sebagai dasar dalam merancang dan mengembangkan model yang sesuai dengan karakteristik tulisan tangan Arab.

2) Data Gathering

Dataset yang digunakan adalah AHDC untuk huruf hijaiyah dan AHDD untuk angka Arab.

3) Data Preparation

Proses data preparation mencakup *reshape* ukuran gambar, normalisasi nilai piksel ke rentang 0-1, serta menerapkan *One-Hot Encoding* pada label untuk memastikan data siap digunakan sebagai input dalam CNN.

¹ <https://www.kaggle.com/datasets/mloey1/ahcd1>

² <https://www.kaggle.com/datasets/mloey1/ahdd1>

4) *Select & Build Model*

Implementasi dilakukan menggunakan *framework* Keras dengan TensorFlow. Model CNN dikembangkan dengan arsitektur mendalam yang terdiri dari enam lapisan konvolusi yang disertai *Batch Normalization* dan *Dropout* untuk mencegah *overfitting* dan menjaga stabilitas pelatihan. Model dirancang agar efisien namun tetap mampu mengekstraksi fitur visual dari citra tulisan tangan.

5) *Model Optimization*

Penelitian ini menitikberatkan pada proses optimasi arsitektur CNN dengan melakukan eksplorasi sistematis terhadap kombinasi *hyperparameter* seperti jumlah filter, ukuran kernel, fungsi aktivasi, batch size, dan learning rate. Pendekatan *Grid Search* digunakan untuk mengidentifikasi konfigurasi terbaik berdasarkan performa validasi.

6) *Model Evaluation*

Tahap pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa model dalam mengenali tulisan tangan huruf hijaiyah. Langkah-langkah pengujian meliputi:

- a. Menggunakan dataset testing dari AHDC dan AHDD untuk mengukur akurasi model.
- b. Menggunakan *confusion matrix* yang menjadi dasar dalam menghitung metrik evaluasi lainnya seperti *accuracy*, *recall*, *specificity*, *precision*, *AUC*, dan *F1-score*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan proyek akhir ini secara keseluruhan terdiri dari empat bab, masing-masing terdiri dari beberapa sub bab. Adapun pokok pembahasan dari masing-masing bab tersebut secara garis besar sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah yang mendasari pentingnya pengembangan model validasi tulisan tangan huruf hijaiyah menggunakan teknologi CNN. Selain itu, bab ini juga mencakup perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan, dan manfaat penelitian. Tujuan utama penelitian ini adalah menciptakan sistem yang mampu mendeteksi tulisan tangan huruf hijaiyah untuk mendukung proses pembelajaran atau aplikasi lainnya yang membutuhkan pengenalan tulisan tangan. Bab ini juga menjelaskan metode penelitian yang digunakan, yaitu studi literatur,

pengumpulan data, perancangan model, implementasi, pengujian, dan deployment.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori yang relevan dengan penelitian, termasuk penjelasan tentang *Convolutional Neural Network* (CNN), metode preprocessing data untuk pengenalan tulisan tangan, regularisasi model seperti batch normalization dan dropout, serta *framework* yang digunakan, yaitu Keras. Selain itu, bab ini juga mengulas 5 hasil penelitian terdahulu yang relevan. Semua tinjauan pustaka ini digunakan untuk memperkuat dasar teori dan membandingkan penelitian yang sedang dilakukan.

BAB III PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan tahapan perancangan dan implementasi model CNN untuk deteksi tulisan tangan huruf hijaiyah. Perancangan meliputi desain arsitektur CNN, seperti lapisan *convolutional*, *pooling*, *batch normalization*, dan *dropout*, serta pengaturan parameter pelatihan, seperti *learning rate*, dan *optimizer*.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi informasi mengenai hasil implementasi dan pengujian serta analisis pada model CNN yang telah dibangun sesuai dengan tahap perancangan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran setelah melaksanakan proyek akhir.