

Deteksi Hukum Tajwid Nun Mati Pada Ayat Al-Qur'an

^{1*}Muhammad Fu'adi, ²Ahmad Bagus Setiawan, ³Danang Wahyu Widodo

¹⁻³ Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹fuadevo19@gmail.com, ²ahmadbagus@unpkediri.ac.id,

³danangwahyuwido@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Muhammad Fu'adi

Abstrak—Deteksi hukum tajwid *nun mati* dilakukan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dan *Single Shot Multibox Detector (SSD)* dengan arsitektur *MobileNetV3*. *CNN MobileNetV3* digunakan untuk ekstraksi fitur, sedangkan *SSD* digunakan untuk klasifikasi dan deteksi lokasi hukum tajwid dalam gambar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem yang mampu mendeteksi hukum tajwid *nun mati* secara otomatis pada teks Al-Qur'an berbasis gambar. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi dalam bidang pembelajaran Al-Qur'an digital, khususnya dalam membantu pendeteksian hukum tajwid secara visual. *Dataset* terdiri dari 381 gambar acak yang diambil dari situs resmi Al-Qur'an Kemenag RI. Data dibagi menjadi 80% untuk *training* dan 20% untuk *testing*, serta dilakukan *augmentasi* seperti *zoom-in*, *zoom-out*, *blur*, *brightness*, dan *rotasi* untuk meningkatkan keragaman data. Model dilatih selama 100 *epoch* dengan *batch size* 3 dan *learning rate* 0.005. Hasil evaluasi menunjukkan model mencapai *precision*, *recall*, dan *F1-score* sebesar 95%. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi *CNN* dan *SSD* dengan arsitektur *MobileNetV3* efektif dalam mendeteksi hukum tajwid *nun mati* pada gambar teks Al-Qur'an.

Kata Kunci— *Deteksi Tajwid, MobileNetv3, Single Shot Multibox Detector*

Abstract— The detection of *nun mati* tajwid rules is performed using a *Convolutional Neural Network (CNN)* and *Single Shot Multibox Detector (SSD)* algorithm with a *MobileNetV3* architecture. *CNN MobileNetV3* is used for feature extraction, while *SSD* is employed for classification and localization of tajwid rules within the image. The objective of this study is to develop a system capable of automatically detecting *nun mati* tajwid rules in Quranic text images. This research aims to contribute to digital Quranic learning, particularly in visually identifying tajwid rules. The *dataset* consists of 381 random images obtained from the official website of the Indonesian Ministry of Religious Affairs. The data is split into 80% for *training* and 20% for *testing*, with *augmentations* such as *zoom-in*, *zoom-out*, *blur*, *brightness*, and *rotation* to enhance data diversity. The model is trained for 100 *epochs* with a *batch size* of 3 and a *learning rate* of 0.005. Evaluation results show that the model achieves 95% *precision*, *recall*, and *F1-score*. This study demonstrates that the combination of *CNN* and *SSD* with *MobileNetV3* architecture is effective in detecting *nun mati* tajwid rules in Quranic text images.

Keywords— *Tajwid Detection, MobileNetV3, Single Shot Multibox Detector*

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Al-Qur'an merupakan kitab suci yang diyakini oleh umat Islam sebagai wahyu terakhir dari Allah SWT yang diturunkan kepada Nabi Muhammad SAW. Berisi petunjuk hidup yang mencakup aspek keimanan, moralitas, hukum, serta nilai-nilai kemanusiaan universal. Sebagai kitab yang tidak hanya dibaca, tetapi juga dijadikan pedoman hidup, Al-Qur'an memerlukan pelafalan dan pemahaman yang tepat. Oleh sebab itu, membacanya tidak cukup hanya

mengetahui teks, tetapi juga wajib mengikuti kaidah pelafalan yang benar, yakni melalui ilmu tajwid[1].

Ilmu tajwid adalah seperangkat aturan dalam membaca Al-Qur'an yang mengatur cara pelafalan huruf Arab sesuai makhraj (tempat keluarnya huruf) dan sifatnya. Dengan mempelajari tajwid, pembaca dapat menghindari kesalahan baca yang bisa mengubah arti ayat. Tajwid tidak hanya berdimensi *fonetik*, tetapi juga merupakan bentuk penghormatan terhadap kesucian Al-Qur'an. Oleh karena itu, tajwid menjadi bagian penting dalam pembelajaran agama Islam yang harus diajarkan sejak dini [2].

Deep learning adalah bagian dari *artificial intelligence* yang meniru cara kerja otak manusia melalui jaringan saraf tiruan berlapis. Teknologi ini memungkinkan sistem belajar dari data dalam jumlah besar secara mandiri, terutama dalam pengolahan gambar, suara, dan bahasa alami. Di bidang pendidikan Islam dan pengenalan tulisan Arab, *deep learning* telah dimanfaatkan untuk membaca dan memproses teks Al-Qur'an, menunjukkan potensinya dalam mendukung pembelajaran berbasis teknologi modern [3].

Convolutional Neural Network (CNN) adalah arsitektur jaringan saraf tiruan yang dirancang khusus untuk menangani data berbentuk citra dua dimensi. *CNN* bekerja dengan memindai gambar menggunakan filter (kernel) untuk mengekstrak fitur penting seperti tepi, bentuk, atau pola tertentu yang membantu proses klasifikasi gambar [4]. Sementara itu, *Single Shot MultiBox Detector (SSD)* merupakan algoritma deteksi objek yang mampu mengenali dan mengklasifikasikan banyak objek dalam satu gambar sekaligus dalam satu langkah (*single shot*), menjadikannya sangat efisien untuk penggunaan *real-time* seperti aplikasi visual interaktif [3]. Untuk mendukung efisiensi dan kecepatan dalam perangkat *mobile*, *MobileNetV3* dikembangkan sebagai arsitektur *CNN* yang ringan. *MobileNetV3* menggabungkan teknik seperti *depthwise separable convolution*, *squeeze-and-excitation* modules, dan *neural architecture search (NAS)* untuk mencapai performa tinggi dengan beban komputasi yang minimal, menjadikannya ideal untuk digunakan pada perangkat dengan sumber daya terbatas [5].

Pada penelitian ini algoritma *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *MobileNetV3* digunakan sebagai ekstraksi fitur sedangkan algoritma *Single Shot Multibox Detector* digunakan sebagai klasifikasi sekaligus penanda dimana letak hukum tajwid berada. Metode ini dipilih karena sudah terbukti cocok untuk mendeteksi hukum tajwid pada penelitian sebelumnya namun skor evaluasi belum cukup bagus, pada penelitian ini mencoba menggunakan arsitektur terbaru yaitu *MobileNetV3* agar mengetahui apakah arsitektur terbaru akan menambah nilai skor evaluasi.

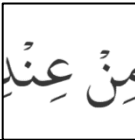

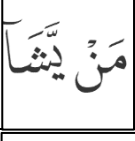
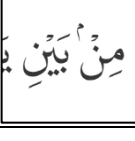
II. METODE

Sebelum melakukan pelatihan pada model, pada penelitian ini ada beberapa tahapan yang harus dilakukan seperti preproceasing pada data gambar yang diperoleh dari webstie resmi Al-Qur'an Kementerian Agama Republik Indonesia, preproceasing ini berupa cropping gambar menjadi 224x224 piksel pada gambar yang akan digunakan sebagai dataset. Data gambar yang akan digunakan sebagai dataset adalah potongan gambar yang mengandung hukum tajwid nun mati idzhar, ikhfa, idgham, dan iklab.

2.1. Pengumpulan Dataset

Pada penilitan ini menggunakan data input berupa potongan ayat yang mengandung hukum tajwid nun mati seperti, contoh data input disajikan pada table berikut.

Tabel 1. Data Input

No.	Gambar Input	Nama Kelas
1		Idzhar
2		Ikhfa
3		Idgham
4		Iqlab

Total keseluruhan gambar yang diambil sebagai data input berjumlah 381 gambar, setelah data input didapatkan maka Langkah selanjutnya labeling data menggunakan tools *Labellmg*, setelah data sudah dilabeli dilakukan teknik pembagian data yang berfungsi untuk mengukur dan mengevaluasi model, data gambar dibagi menjadi 2 yaitu data training dan data validasi, data training berjumlah 80% dan data validasi berjumlah 20%, setelah pembagian data gambar selesai maka dilakukan teknik *augmentasi* untuk memperbanyak dataset, *augmentasi* yang dilakukan pada penelitian ini berupa *zoom in*, *zoom out*, *rotasi*, *brightness*, dan *blur* pada gambar[6].

2.2. Algoritma

a. Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network dengan arsitektur *MobileNetV3* merupakan arsitektur terbaru dari versi *MobileNet*, *MobileNetV3* ini digunakan sebagai ekstraksi fitur pada gambar, dengan perhitungan rumus sebagai berikut.

$$Output = DepthwiseConv(X) + PointwiseConv(X) \quad (1)$$

Penjelasan:

DepthwiseConv = Konvolusi perchannel terpisah.

PointwiseConv = konvolusi 1x1 menyatukan informasi semua saluran.

b. Single Shot Multibox Detector

Single Shot Multibox Detector digunakan sebagai klasifikasi sekaligus menentukan lokasi hukum tajwid pada gambar[7], pada dasarnya algoritma ini memerlukan banyak ekstraksi fitur dari gambar, dataset sangat mempengaruhi pada algoritma ini, semakin banyak dataset maka semakin bagus hasil yang didapatkan, pada penelitian ini dataset berjumlah 381 gambar, jumlah data ini termasuk kedalam data kecil, maka dari itu pada penelitian ini menggunakan teknik *augmentasi* data untuk memperbanyak dataset.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Hasil

Kinerja sistem deteksi hukum tajwid dievaluasi menggunakan tiga metrik utama, yaitu *Precision*, *Recall*, dan *F1-score*. Penelitian ini menerapkan *learning rate* sebesar 0.001 dengan pembagian data sebanyak 80% untuk pelatihan dan 20% untuk validasi. Beragam konfigurasi eksperimen dilakukan dengan memvariasikan jumlah *epoch* dan ukuran *batch* guna menganalisis dampaknya terhadap performa model.

Nilai *F1-score* yang seimbang menunjukkan bahwa model mampu mempertahankan keseimbangan antara ketepatan (*precision*) dan kelengkapan (*recall*) dalam proses deteksi[8]. Nilai *precision* yang tinggi mengindikasikan bahwa mayoritas hasil deteksi model adalah akurat dan relevan dengan objek yang ditargetkan[9]. Sementara itu, nilai *recall* yang tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar objek tajwid yang seharusnya terdeteksi berhasil dikenali oleh model. Besar kecil nilai *epoch* juga mempengaruhi hasil 3 hasil evaluasi model[10].

a. Eksperimen Pertama

Pada eksperimen awal, model dilatih dengan konfigurasi *batch size* 8 dan 100 *epoch*, yang menghasilkan nilai *Precision* sebesar 0,9580, *Recall* sebesar 0,9419, dan *F1-score* sebesar 0,9487.

b. Eksperimen Kedua

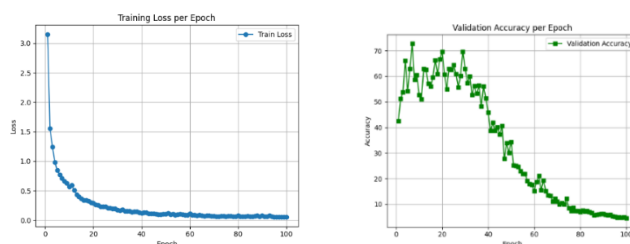
Pada eksperimen kedua, model dilatih dengan konfigurasi *batch size* 3 dan 20 *epoch*, yang menghasilkan nilai *Precision* sebesar 0,9541, *Recall* sebesar 0,9255, dan *F1-score* sebesar 0,9388.

c. Eksperimen Ketiga

Pada eksperimen ketiga, model dilatih dengan konfigurasi *batch size* 3 dan 100 *epoch*, yang menghasilkan nilai *Precision* sebesar 0,9546, *Recall* sebesar 0,9586, serta *F1-score* sebesar 0,9561.

Berdasarkan hasil ketiga eksperimen, konfigurasi pada eksperimen ketiga dipilih sebagai model terbaik karena menghasilkan nilai *F1-score* tertinggi. Selain itu, penggunaan *batch size* kecil terbukti efektif dalam membantu model mengenali pola-pola detail secara lebih optimal, sehingga mampu mencapai akurasi tinggi meskipun memerlukan lebih banyak iterasi selama proses pelatihan.

Berikut gambar grafik hasil belajar model eksperimen ketiga pada saat *training loss per epoch* dan *validation accuracy per epoch*:

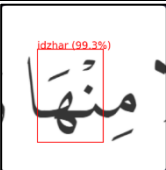

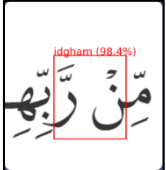
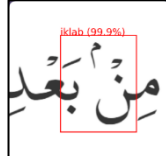


Gambar 1. *Training loss per epoch* dan *validation accuracy per epoch*

3.2. Hasil Output

Setelah seluruh tahapan pemrosesan data dilaksanakan dengan optimal, hasil prediksi akhir dari model disajikan pada Tabel 2. Model berhasil mendeteksi hukum tajwid nun mati berupa iklab, yang ditandai dengan tampilan kotak pembatas (*bounding box*) yang mengelilingi area kemunculan hukum tajwid tersebut, disertai label identifikasi di bagian atasnya.

Tabel 2. Hasil Output

No.	Gambar Output	Kelas Prediksi
1		Idzhar
2		Ikhfa
3		Idgham
4		Iklab

Untuk pengetesan dari 4 gambar input yang diambil random pada ayat Al-Qur'an Kemenag RI, model berhasil mendeteksi setiap gambar yang mengandung hukum tajwid dengan baik dan benar pada setiap hukum tajwid nun mati.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa penerapan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan arsitektur *MobileNetV3* yang dikombinasikan dengan metode *Single Shot Multibox Detector (SSD)* efektif dalam mendeteksi posisi hukum tajwid nun mati pada citra digital. Model yang dikembangkan mampu mengenali dan mengklasifikasikan hukum tajwid dengan akurasi tinggi, sesuai dengan tujuan utama penelitian untuk mengetahui seberapa baik *MobileNetV3* dalam deteksi hukum tajwid. Kontribusi penelitian ini memberikan kemajuan dalam bidang teknik industri dan ilmu komputer, khususnya dalam penerapan metode deep learning untuk pemrosesan citra berbasis teks agama, yang dapat diaplikasikan lebih luas pada sistem otomasi pengenalan pola dan objek dalam konteks lain. Dengan pendekatan ini, proses analisis hukum tajwid menjadi lebih efisien dan dapat membantu pengembangan teknologi pendidikan berbasis kecerdasan buatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Z. Hilmi, R. Hurriyati, and Lisnawati, "Implikasi Psikologis Bagi Penghafal Al-Qur'an Yusron," vol. 3, no. 2, pp. 91–102, 2018.
- [2] A. Siregar, N. Husna, N. Huda, and T. Samira, "Maslahah Jurnal Pengabdian Masyarakat Program Pengenalan Ilmu Tajwid Melalui Media Pembelajaran Pohon Ilmu," vol. 1, no. 2, pp. 85–95, 2020, doi: <https://doi.org/10.56114/maslahah.v1i2.57>.
- [3] A. Kolekar and V. Dalal, "Barcode Detection and Classification using SSD (Single Shot Multibox Detector) Deep Learning Algorithm," *SSRN Electron. J.*, 2020, doi: 10.2139/ssrn.3568499.
- [4] D. Leni and H. Yermadona, "Pemodelan Inspeksi Kerusakan Ban Mobil Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 6, no. 2, pp. 176–186, 2023, doi: <https://doi.org/10.30596/rmme.v6i2.16198>.
- [5] L. Zhao and L. Wang, "A new lightweight network based on MobileNetV3," *KSII Trans. Internet Inf. Syst.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–15, 2022, doi: 10.3837/tiis.2022.01.001.
- [6] D. Putri Ayuni, Jasril, M. Irsyad, F. Yanto, and S. Sanjaya, "Augmentasi Data Pada Implementasi Convolutional Neural Network Arsitektur Efficientnet-B3 Untuk Klasifikasi Penyakit Daun Padi," *Zo. J. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 239–249, 2023, doi: 10.31849/zn.v5i2.13874.
- [7] D. I. Mulyana and M. Zikri, "Optimasi Mendeteksi Klasifikasi Citra Digital Logo Mobil Indonesia Dengan Metode Single Shot Multibox Detector," *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 13, no. 2, p. 88, 2022, doi: 10.36448/jsit.v13i2.2660.
- [8] S. Clara, D. Laksmi Prianto, R. Al Habsi, E. Friscila Lumbantobing, and N. Chamidah, "Implementasi Seleksi Fitur Pada Algoritma Klasifikasi Machine Learning Untuk Prediksi Penghasilan Pada Adult Income Dataset," *Semin. Nas. Mhs. Ilmu Komput. dan Apl. Jakarta-Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 741–747, 2021.
- [9] M. Azhari, Z. Situmorang, and R. Rosnelly, "Perbandingan Akurasi, Recall, dan Presisi Klasifikasi pada Algoritma C4.5, Random Forest, SVM dan Naive Bayes," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 2, p. 640, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i2.2937.
- [10] M. Wasil, H. Harianto, and F. Fathurrahman, "Pengaruh Epoch pada Akurasi menggunakan Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi fashion dan Furniture," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 53–61, 2022, doi: 10.29408/jit.v5i1.4393.