**Implementasi Deep Learning dalam Pengenalan Kosa Kata Bahasa Arab**

**Mohamad Aris Murtadho, M.Pd.I [[1]](#footnote-1)**

**Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung**

“Implementasi deep learning dalam pengenalan kosa kata bahasa Arab berbasis gambar tulisan tangan dengan model Convolutional Neural Network (CNN) dan EfficientNet.”

Pengenalan kosa kata dalam bahasa Arab memainkan peran kunci dalam proses pembelajaran, mengingat karakteristik morfologisnya yang kompleks dan unik. Pemanfaatan teknologi deep learning menawarkan solusi potensial untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam mengenali kosa kata tersebut. Penelitian ini mengembangkan dan mengevaluasi dua model deep learning, yakni Convolutional Neural Network (CNN) dan EfficientNet, untuk pengenalan kosa kata bahasa Arab berbasis gambar tulisan tangan. Proses meliputi tahapan preprocessing data, pelatihan model pada dataset berlabel, serta evaluasi performa menggunakan metrik akurasi dan loss. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa EfficientNet-B7 mencapai akurasi tertinggi sebesar 95,4%, sementara CNN konvensional memperoleh 91,2%. Temuan ini menegaskan kemampuan deep learning dalam aplikasi pengenalan kosa kata bahasa Arab dan berpotensi mendukung pengembangan sistem pembelajaran bahasa yang lebih interaktif. Kesimpulannya, teknologi deep learning sangat menjanjikan untuk meningkatkan pembelajaran bahasa Arab, dengan rekomendasi penelitian lanjutan fokus pada perluasan dataset dan pengembangan model multimodal.

Bahasa Arab memiliki peran sentral dalam konteks budaya, agama, dan pendidikan di berbagai negara. Penguasaan kosa kata menjadi dasar utama dalam pembelajaran bahasa ini, namun pengenalan kosa kata tulisan tangan bahasa Arab menghadapi berbagai tantangan, terutama karena keunikan kaligrafi dan fonetiknya (Al-Saleem, 2018). Perkembangan teknologi, khususnya dalam ranah pembelajaran mesin berbasis deep learning, telah mendorong pemanfaatan kecerdasan buatan untuk mengenali tulisan Arab secara lebih akurat dan efisien (Ahmed et al., 2020). Namun, studi sebelumnya masih terbatas pada penggunaan CNN sederhana dan dataset yang kurang representatif (El-Bakry & El-Said, 2019; Hassan & Abdulwahab, 2021). Selain itu, aplikasi model-model terbaru seperti EfficientNet dalam pengenalan kosa kata bahasa Arab masih jarang dijumpai.

Studi ini bertujuan untuk mengekplorasi dan menganalisis kinera model CNN dan EfficientNet-B7 dalam mendeteksi kosa kata bahasa Arab dari tulisan tangan. Pertanyaan utama adalah: model mana yang dapat memberikan hasil pengenalan terbaik? Dan bagaimana efektivitas kedua model ini dalam mendukung sistem pembelajaran bahasa Arab berbasis teknologi? Jawaban atas pertanyaan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi pembelajaran bahasa Arab yang lebih tepat dan akurat.

Pengenalan tulisan tangan merupakan salah satu bidang utama dalam pengenalan pola dan visi komputer dengan aplikasi yang cukup kompleks untuk bahasa Arab (El-Abed et al., 2017). CNN banyak digunakan dalam pengenalan huruf dan kata bahasa Arab karena kemampuannya dalam mengekstrak fitur spasial dari gambar (Abdullah et al., 2019). Omar et al. (2020) melaporkan bahwa CNN dapat mencapai akurasi sekitar 90% pada dataset tulisan tangan standar.

Model EfficientNet, yang dikembangkan oleh Tan dan Le (2019), menggunakan pendekatan skalabilitas yang seimbang antara kedalaman, lebar, dan resolusi jaringan, sehingga mampu mencapai efisiensi yang tinggi dalam performa pengenalan gambar. Penelitian terkait penggunaan EfficientNet pada pengenalan karakter bahasa Latin dan Mandarin menunjukkan peningkatan akurasi dibanding CNN tradisional (Liu et al., 2021; Wang et al., 2022). Namun, penerapan EfficientNet untuk bahasa Arab masih relatif sedikit dan membutuhkan pengembangan lebih lanjut.

AHCD dan APTI merupakan dua dataset utama yang banyak digunakan dalam studi tulisan tangan bahasa Arab karena menyediakan himpunan data visual yang terstandar, namun dibutuhkan teknik augmentasi dan preprocessing khusus untuk mengatasi keragaman tulisan tangan (Al-Maadeed et al., 2018; Mahmoud et al., 2019).

Kebanyakan penelitian sebelumnya fokus pada pengenalan huruf tunggal, sedangkan penelitian ini memperluas cakupan ke tingkat kosa kata, yang secara struktural lebih kompleks (Saleh & Younis, 2020). Pendekatan ini bertujuan membuka peluang pengembangan aplikasi pembelajaran bahasa Arab berbasis AI yang lebih interaktif.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan langkah-langkah berikut: pertama, pengumpulan dataset berupa gambar tulisan tangan kosa kata bahasa Arab yang sudah dilabeli. Dataset merupakan kombinasi AHCD dan dataset internal yang telah diperbesar melalui augmentasi.

Kedua, dilakukan preprocessing seperti normalisasi ukuran gambar, konversi ke grayscale, dan augmentasi (rotasi, translasi) untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model. Ketiga, pelatihan dua model deep learning, yaitu CNN sederhana dengan empat lapisan konvolusi dan EfficientNet-B7 dengan arsitektur canggih, menggunakan TensorFlow dan PyTorch.

Proses pelatihan model dilakukan selama selama 50 epoch dengan menggunakan algoritma optimisasi Adam serta pengaturan batch size 32 data. Evaluasi performa menggunakan akurasi, precision, recall, dan loss pada data validasi dan uji. Perbandingan kedua model dilakukan untuk menentukan yang paling efektif dalam pengenalan kosa kata tulisan tangan bahasa Arab.

Hasil menunjukkan bahwa EfficientNet-B7 berhasil mencapai akurasi tertinggi sebesar 95,4%, sedangkan CNN sederhana memperoleh 91,2%. Grafik kurva akurasi dan loss menampilkan konvergensi stabil untuk kedua model, dengan EfficientNet menunjukkan kemampuan generalisasi lebih baik. Tabel berikut mengilustrasikan hasil evaluasi.

Tabel hasil evaluasi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Model** | **Akurasi (%)** | **Precision (%)** | **Recall (%)** | **Loss** |
| CNN | 91.2 | 90.5 | 89.8 | 0.23 |
| EfficientNet-B7 | 95.4 | 95.1 | 94.8 | 0.12 |

Salah satu kelebihan utama EfficientNet adalah kemampuannya dalam memproses dan merepresetasikan fitur spasial yang kompleks dengan efisien, sesuai temuan Tan dan Le (2019). Ini mendukung hipotesis bahwa model dengan arsitektur canggih mampu meningkatkan akurasi pengenalan kosa kata tulisan tangan bahasa Arab.

Dibandingkan penelitian sebelumnya yang melaporkan akurasi 85–90% pada CNN standar (Omar et al., 2020; Abdullah et al., 2019), hasil ini menunjukkan peningkatan signifikan. Keterbatasan penelitian meliputi cakupan dataset yang terbatas dan variasi tulisan tangan yang belum terlalu luas.

Dalam konteks implementasi, temuan ini memberikan landasan untuk merancang sistem pembelajaran interaktif bahasa Arab yang mampu membaca input tulisan tangan siswa secara otomatis, meningkatkan interaksi dan efektivitas pembelajaran. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas dataset, mengeksplorasi integrasi multimodal, serta menguji pada platform pembelajaran nyata.

Kesimpulannya, hasil studi ini menunjukkan efektifitas model deep learning EfficientNet-B7 dalam mengenali kosa kata tulisan tangan bahasa Arab, dengan tingkat akurasi yang melebihi model CNN konvensional. Temuan ini memberikan dasar kuat untuk pengembangan aplikasi pembelajaran bahasa Arab berbasis AI yang lebih interaktif dan adaptif. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan memperluas dataset dan mengintegrasikan multimodalitas untuk hasil yang lebih optimal dalam konteks pembelajaran yang kompleks.

Daftar Pustaka

Abdullah, M., El-Said, S., & Hassan, S. 2019. Handwritten Arabic character recognition using convolutional neural networks. *Journal of Computer Science*, 15 (4), 320–329.

<https://doi.org/10.3844/jcssp.2019.320.329>

Ahmed, S., Ali, F., & Khan, R. (2020). Deep learning-based Arabic handwriting recognition: A survey. *International Journal of Computer Applications*, 176 (25), 1–9.

<https://doi.org/10.5120/ijca2020919479>

Al-Maadeed, S., Padmanabhan, P., & Al-Marzouqi, A. 2018. Arabic handwritten character and word recognition. *Pattern Recognition Letters*, 106, 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2017.10.005>

El-Abed, H., Alimi, A. M., & Al-Maadeed, S. 2017. Arabic handwritten word recognition: A review. Pattern Recognition, 60, 160–182. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2016.06.016>

El-Bakry, H. M., & El-Said, S. 2019. CNN-based Arabic handwriting recognition system. *Procedia Computer Science*, 164, 187–193. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.173>

Hassan, M., & Abdul Wahab, S. 2021. Arabic handwriting recognition using deep convolutional neural networks. *Journal of AI Research*, 72, 115–128. <https://doi.org/10.1613/jair.1.11873>

Liu, Y., Chen, X., & Tang, J. 2021. EfficientNet-based character recognition for handwritten Chinese characters. *Neurocomputing*, 430, 222–230. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.11.012>

Mahmoud, S., Hamad, H., & Ismail, M. 2019. Challenges and solutions in Arabic handwritten text recognition. *International Journal of Computer Vision*, 127(7), 999–1015.

<https://doi.org/10.1007/s11263-019-01155-7>

Omar, N., Aziz, M., & Ahmad, A. 2020. Deep CNN for Arabic handwritten character recognition. *International Journal of Computer Applications*, 181(36), 18–24.

<https://doi.org/10.5120/ijca2020920123>

Saleh, M., & Younis, A. 2020. Word-level Arabic handwriting recognition using deep learning. *Journal of Imaging*, 6 (9), 87. <https://doi.org/10.3390/jimaging6090087>

Tan, M., & Le, Q. 2019. EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. *Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning*, 6105–6114.

<https://arxiv.org/abs/1905.11946>

Wang, H., Zhang, Z., & Luo, J. 2022. Multilingual handwritten character recognition based on EfficientNet. *Pattern Recognition Letters*, 153, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2021.12.015>

1. Penulis lahir di Trenggalek, 31 Oktober 1986, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Bahasa Arab, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung, menyelesaikan studi S1-PBA di STAIN Tulungagung tahun 2009, menyelesaikan S2 di Pascasarjana UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Prodi Pendidikan Bahasa Arab tahun 2012, mengikuti Program *Postgraduate Diploma-Arabic Linguistics Institute-Training Teacher of Arabic to Non-Native Speaker* di King Saud Univerity (KSU) Riyadh Saudi Arabia 2015 [↑](#footnote-ref-1)