



Deteksi Dini Disleksia Berbasis Analisis Tulisan Tangan Menggunakan Transfer Learning MobileNetV2

Difa Nur Sahara^{1*}, Erik Iman Heri Ujianto²

¹Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta,

²Magister Teknologi Informasi, Universitas Teknologi Yogyakarta

^{1,2}Jl. Siliwangi, Mlati, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55285, Indonesia

*Email Penulis Koresponden: difanursahara8124@gmail.com

Abstrak

Keterlambatan dalam mengidentifikasi disleksia dapat secara signifikan memengaruhi perkembangan akademik serta emosional anak, sebuah tantangan yang di Indonesia masih sering dihadapi akibat ketergantungan pada metode observasi manual. Untuk mengatasi masalah tersebut, sebuah prototipe aplikasi berbasis web dirancang sebagai alat bantu untuk mengidentifikasi potensi disleksia secara dini melalui analisis pola tulisan tangan. Sistem ini mengadopsi model MobileNetV2 sebagai basis arsitektur, yang dikombinasikan dengan teknik transfer learning ke dalam algoritma Convolutional Neural Network (CNN). Model dilatih menggunakan dataset primer yang terdiri dari 75 citra tulisan tangan siswa dari SD Negeri Klegenwonosari, Kabupaten Kebumen yang diperkaya variasinya melalui teknik augmentasi data. Evaluasi model melalui K-Fold Cross-Validation menunjukkan capaian akurasi rata-rata yang menjanjikan sebesar $0,7200 \pm 0,0980$. Penambahan volume data terbukti secara positif memengaruhi stabilitas kinerja model serta kemampuannya untuk mulai mengenali kelas minoritas. Prototipe aplikasi ini diharapkan dapat berfungsi sebagai alat skrining awal yang praktis bagi para pendidik dan orang tua.

Kata Kunci:

Disleksia;
Convolutional Neural Network;
MobileNetV2;
Transfer Learning;

Riwayat Artikel:

Diserahkan 21 Oktober 2025
Direvisi 27 Nopember 2025
Diterima 08 Desember 2025

DOI:

10.22441/incomtech.v16i1.36696

This is an open access article under the [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license



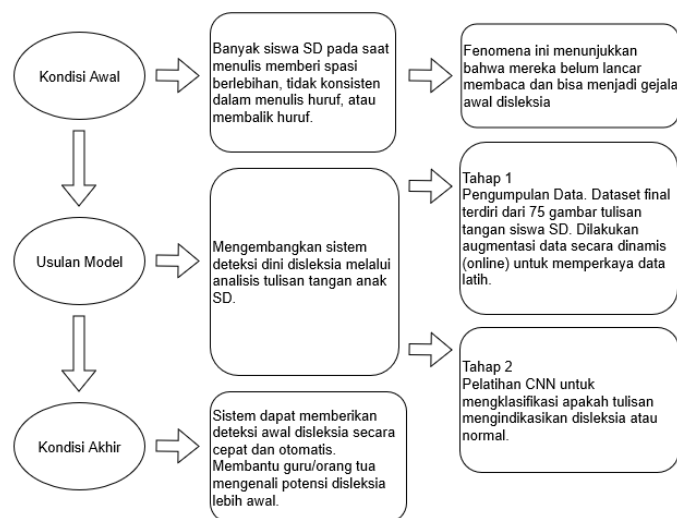
1. PENDAHULUAN

Kemampuan literasi merupakan fondasi yang sangat penting dalam proses pendidikan. Namun, perkembangan kemampuan ini sering terhambat oleh gangguan belajar seperti disleksia, yang menurunkan keterampilan literasi (baca-tulis), terlepas dari kapasitas intelektual atau kognitif yang dimiliki oleh anak memiliki tingkat kecerdasan normal [14]. Keterlambatan dalam mengidentifikasi

disleksia dapat berdampak pada menurunnya prestasi akademik serta memengaruhi kondisi psikologis anak [2]. Analisis pola tulisan tangan merupakan salah satu pendekatan identifikasi dini yang bersifat non-invasif dan diketahui mampu menampilkan karakteristik khusus pada individu dengan disleksia [2]. Perkembangan pesat di bidang kecerdasan buatan, terutama dengan pemanfaatan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN), kini telah membuka peluang untuk melakukan analisis tulisan tangan secara otomatis, objektif, dan efisien [3]. Efektivitas CNN dalam mendeteksi gangguan sejenis juga telah ditunjukkan oleh sejumlah penelitian sebelumnya [4], [5], [11]. Namun demikian, implementasi praktis teknologi tersebut dalam bentuk aplikasi yang mudah diakses oleh guru ataupun orang tua di Indonesia masih terbatas.

Meskipun potensi teknologinya besar, implementasi praktis dalam bentuk aplikasi yang mudah diakses oleh guru maupun orang tua di Indonesia masih menjadi tantangan. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada dua aspek utama. Pertama, penelitian ini memanfaatkan arsitektur MobileNetV2 yang efisien sebagai model deteksi dini disleksia berbasis tulisan tangan anak-anak di Indonesia, sebuah konteks yang masih sangat jarang dieksplorasi pada penelitian terdahulu. Kedua, mengimplementasikan model hasil pengembangan tersebut ke dalam sebuah sistem prototipe berbasis web operasional yang diberi nama “LitScan”, sehingga hasil klasifikasi dapat digunakan langsung oleh penggunaan awam tanpa memerlukan perangkat komputasi khusus. Pendekatan ini mengisi celah dari penelitian terdahulu [4], [5], [11] yang terutama berfokus pada peningkatan akurasi tanpa menghadirkan sistem yang siap digunakan dalam konteks nyata.

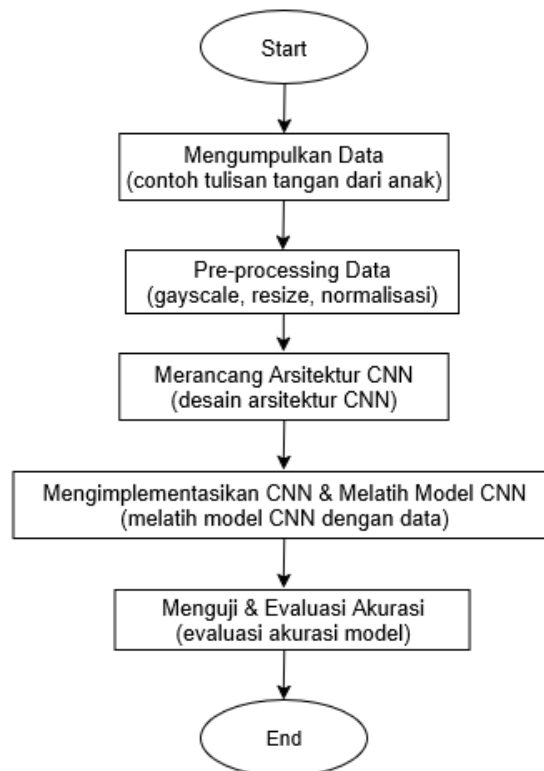
Berangkat dari landasan tersebut, serta merujuk pada keberhasilan pengembangan aplikasi web untuk klasifikasi citra medis [19], [20], penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem deteksi dini disleksia berbasis web menggunakan metode *transfer learning* arsitektur MobileNetV2. Harapannya, prototipe yang dihasilkan dapat berfungsi sebagai alat skrining awal yang bermanfaat di lingkungan sekolah maupun di rumah [6]. Alur penelitian dirangkum secara konseptual pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Konseptual yang Diusulkan

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode eksperimental yang berfokus pada proses pelatihan dan evaluasi model *Deep Learning*. Alur kerja metodologi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Metodologi Penelitian

2.1. Dataset Penelitian

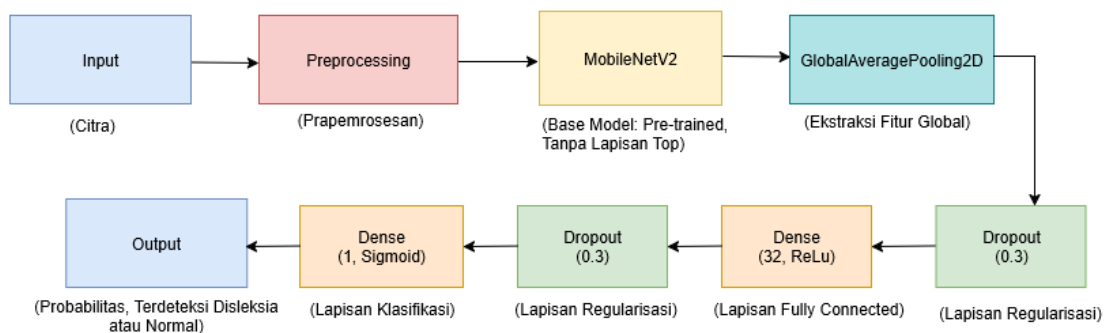
Dataset penelitian terdiri atas 75 citra tulisan tangan yang dikumpulkan dari siswa kelas 2 hingga kelas 5 di SD Negeri Klegenwonosari, Kabupaten Kebumen. Mengingat jumlah sampel yang terbatas, dilakukan penerapan teknik *data augmentation* secara *online* selama pelatihan untuk meningkatkan keragaman data serta meminimalkan risiko *overfitting*.

2.2. Arsitektur Model CNN

Arsitektur model dalam penelitian ini dibangun dengan memanfaatkan pendekatan *Transfer Learning* [7], yang secara luas diketahui efektif untuk menangani keterbatasan jumlah data pelatihan. Pada tahap awal, digunakan arsitektur MobileNetV2 yang telah melalui proses pra-pelatihan (*pre-trained*) pada *dataset ImageNet* sebagai model dasar untuk ekstraksi fitur [8], [9]. Seluruh bobot pada lapisan inti MobileNetV2 kemudian dibekukan (*frozen*) guna mempertahankan representasi fitur yang telah dipelajari sebelumnya [10].

Di atas model dasar tersebut, dirancang sebuah *custom classifier* yang terdiri atas lapisan *GlobalAveragePooling2D*, lapisan *Dropout* sebagai mekanisme regularisasi untuk menurunkan risiko *overfitting*, satu lapisan *Dense*, serta penggunaan fungsi *aktivasi Sigmoid* pada lapisan keluaran (*output layer*) guna memfasilitasi proses klasifikasi biner.

Implementasi dan proses pelatihan model dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python 3.8* dengan dukungan *library TensorFlow 2.10.0* serta *Keras 2.10.0*. Seluruh eksperimen dijalankan pada lingkungan *Google Colab* yang dilengkapi akselerasi GPU *NVIDIA Tesla T4* (VRAM 16 GB) sehingga memungkinkan proses komputasi berlangsung lebih efisien. Model diproses dalam *50 epoch* menggunakan *batch size* sebesar 32, dengan waktu pelatihan rata-rata sekitar 45 menit hingga mencapai kondisi konvergen. Selain itu, diterapkan teknik data *augmentation* secara *online* untuk meningkatkan variasi data dan memperkuat kemampuan generalisasi model terhadap pola tulisan tangan yang beragam. Arsitektur lengkap dari model yang diimplementasikan diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Arsitektur CNN

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Luaran utama dari penelitian ini adalah prototipe aplikasi web fungsional bernama "LitScan" [13], yang dikembangkan untuk untuk memproses citra tulisan tangan dan menampilkan hasil klasifikasi dari model. Bagian ini menyajikan hasil evaluasi fungsional aplikasi serta analisis kuantitatif terhadap kinerja model.

3.1. Hasil Uji Fungsional dan Contoh Data

Antarmuka "LitScan" menyediakan fitur bagi pengguna untuk mengunggah citra tulisan tangan dan memperoleh hasil prediksi secara langsung. Alur interaksi pengguna, mulai dari halaman deteksi hingga tampilan hasil analisis, ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Gambar 4. Tampilan Halaman Deteksi pada Aplikasi

Gambar 5. Tampilan Gambar Hasil Deteksi

Untuk pengujian fungsional, dilakukan pengujian menggunakan beberapa sampel tulisan tangan. Gambar 6 memperlihatkan contoh citra yang berhasil diidentifikasi sebagai kategori “Normal” dengan skor kepercayaan sebesar 68.38%. Sementara itu, Gambar 7 menunjukkan contoh tulisan yang terdeteksi sebagai “*Potential Dyslexia*” dengan skor kepercayaan 55.38%.

Hari ini kami belajar banyak di sekolah. Kami menulis cerita dan membaca buku. Ibu guru sangat baik. Kami juga bermain bola di lapangan. Belajar itu menyenangkan.

Gambar 6. Contoh Tulisan Tangan Normal

Hari ini kami belajar banyak di sekolah. Kami menulis cerita dan membaca buku. Ibu guru sangat baik. Kami juga bermain bola di lapangan. Belajar itu menyenangkan.

Gambar 7. Contoh Tulisan Tangan Terdeteksi Disleksia

3.2. Kinerja dan Stabilitas Model

Untuk Hasil pengujian performa model menggunakan teknik *K-Fold Cross Validation* dirangkum dalam Tabel 1.

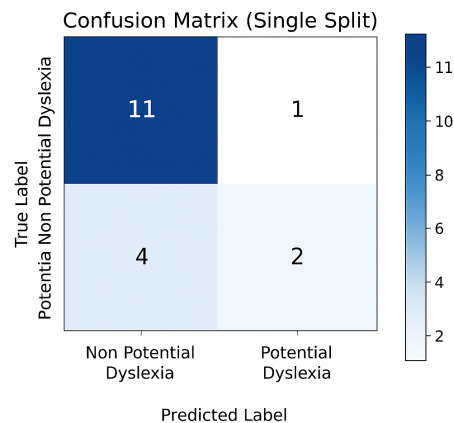
Tabel 1. Rincian Performa Model melalui *K-Fold Cross Validation* (N = 75)

Metrik	Rata-rata	Deviasi Standar
Akurasi	0.7200	0.0980
Presisi	0.6266	0.2050
Recall	0.7200	0.0980
F1-score	0.6529	0.1574

Tabel 1 memperlihatkan kinerja model yang tergolong baik melalui capaian akurasi rata-rata 0.7200. Simpangan baku yang minim (0.0980) membuktikan konsistensi prediksi model lintas *subset* data. Hal ini menegaskan bahwa peningkatan volume data latih berdampak positif pada stabilitas model dibanding iterasi terdahulu.

3.3. Analisis Kemampuan Klasifikasi

Analisis lebih mendalam dilakukan melalui pengujian *single split* untuk melihat performa model pada masing-masing kelas. Perbandingan antara hasil prediksi dengan label aktual direpresentasikan melalui *confusion matrix* pada Gambar 8.



Gambar 8. *Confusion Matrix* Model

Tabel 2 memaparkan rincian metrik performa yang diekstraksi dari *confusion matrix* tersebut.

Tabel 2. *Classification Report* (Single Split)

Kelas	Precision	Recall	F1-Score	Support
Non Potential Dyslexia	0.7333	0.9167	0.8148	12
Potential Dyslexia	0.6667	0.3333	0.4444	6
Accuracy			0.7222	18

Merujuk Tabel 2, model mendemonstrasikan keunggulan pengenalan pada kelas *Non Potential Dyslexia* lewat angka *recall* 0.9167. Walau kinerja klasifikasi tulisan untuk kelas minoritas (*Potential Dyslexia*) masih terbatas (*recall* 0.3333), temuan ini merepresentasikan progres positif dari iterasi terdahulu. Hal ini membuktikan bahwa model mulai mampu menangkap pola-pola krusial, meskipun dominasi bias terhadap kelas mayoritas belum sepenuhnya hilang.

3.4. Validasi Eksternal

Guna menguji tingkat generalisasi model pada data baru, dilakukan validasi eksternal menggunakan 10 sampel tambahan tulisan tangan yang tidak termasuk dalam *dataset* pelatihan maupun pengujian sebelumnya. Sampel diperoleh dari siswa pada tingkat kelas yang sama, namun dikumpulkan pada waktu yang berbeda untuk memastikan bahwa data benar-benar bersifat baru bagi model.

Berdasarkan pengujian tersebut, model mencapai tingkat akurasi sebesar 0.8000, dengan delapan sampel berhasil diklasifikasikan secara tepat. Kesalahan prediksi sebagian besar terjadi pada kategori *Potential Dyslexia*, yang sejalan dengan hasil pada pengujian *single split*. Temuan ini mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang cukup baik, meskipun sensitivitas terhadap kelas minoritas masih perlu ditingkatkan melalui penambahan variasi data dan pelatihan lanjutan pada *dataset* dengan distribusi yang lebih seimbang.

4. KESIMPULAN

Hasil studi ini membuktikan bahwa penggunaan arsitektur *Convolutional Neural Network*, khususnya melalui pendekatan *transfer learning* MobileNetV2, mampu memberikan kinerja yang layak untuk mendeteksi potensi disleksia berdasarkan citra tulisan tangan. Model menunjukkan performa yang konsisten meskipun jumlah data terbatas, sehingga pendekatan ini dapat dipertimbangkan sebagai metode awal dalam proses skrining dini.

Keterbatasan utama terletak pada sensitivitas model terhadap kelas minoritas, yang mengindikasikan perlunya peningkatan jumlah dan keragaman data pelatihan. Sejalan dengan itu, pengembangan aplikasi “LitScan” di masa mendatang berpotensi diarahkan pada perluasan *dataset*, integrasi fitur pendukung seperti rekomendasi latihan, serta implementasi pada platform *mobile* atau server daring untuk meningkatkan aksesibilitas dan keberlanjutan penggunaannya.

REFERENSI

- [1] S. Nurfadhillah, *Pendidikan Inklusi (Anak Berkebutuhan Khusus)*. Sukabumi: CV Jejak (Jejak Publisher), 2023.
- [2] L. E. Rahmawati, E. Purnomo, D. A. Hadi, and M. D. Wulandari, “Studi eksplorasi bentuk-bentuk gejala disleksia pada anak,” *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 6, no. 5, pp. 4003–4013, 2022, doi: 10.31004/obsesi.v6i5.2495.
- [3] A. Hussein, A. T. Abdulameer, A. Abdulkarim, H. Husni, and D. Al-Ubaidi, “Classification of dyslexia among school students using deep learning,” *Journal of Techniques*, vol. 6, no. 1, pp. 85–92, 2024.
- [4] G. Aldehim, M. Rashid, A. S. Alluhaidan, S. Sakri, and S. Basheer, “Deep learning for dyslexia detection: A comprehensive CNN approach with handwriting analysis and

- benchmark comparisons,” *Journal of Disability Research*, vol. 3, pp. 1–8, 2024.
- [5] H. W. Liu, S. Wang, and S. X. Tong, “DysDiTect: Dyslexia identification using CNN-Positional-LSTM-Attention modeling with Chinese dictation task,” *Brain Sciences*, vol. 14, no. 5, p. 444, 2024.
- [6] N. D. Alqahtani, B. Alzahrani, M. S. Ramzan, and M. Altuwijri, “Predicting Dyslexia in Arabic-Speaking Children Through Handwritten Images Using Deep Learning Methods,” *Communications in Mathematics and Applications*, vol. 15, no. 5, pp. 1561-1578, 2024.
- [7] S. Ziyad, M. Altulyan, M. A. Al-Helal, and P. K. Singh, “Novel framework for dyslexia diagnosis in children in Al Kharj region with super-resolution generative adversarial network and transfer learning technique,” *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, vol. 18, no. 1, 2025.
- [8] F. A. A. Harahap, A. Syahrina, and S. Sumarudin, “Aplikasi Deteksi Penyakit Autoimun Berbasis Gambar Menggunakan Arsitektur Convolutional Neural Network Dengan MobileNetV2,” *Jurnal Teknologi Komputer dan Sistem Informasi (JTKSI)*, vol. 6, no. 1, pp. 35–43, 2023.
- [9] A. Hadhiwibowo, S. R. Asri, and R. A. Dinata, “Penerapan Convolutional Neural Network dengan Arsitektur Mobilenetv2 Pada Aplikasi Penerjemah dan Pembelajaran Bahasa Isyarat,” *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, vol. 4, no. 8, pp. 518–523, 2024, doi: 10.47065/tin.v4i8.4879.
- [10] Murinto, M. Rosyda, and M. Melany, “Klasifikasi Jenis Biji Kopi Menggunakan Convolutional Neural Network dan Transfer Learning pada Model VGG16 dan MobileNetV2,” *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, vol. 7, no. 2, pp. 183-189, 2023, doi: 10.30595/jrst.v7i2.16788.
- [11] R. Habibi, F. Rahmawan, and M. Y. Setyawan, “Rekognisi huruf tulisan tangan menggunakan Convolutional Neural Network,” *Jurnal Sistem Cerdas*, vol. 6, no. 3, pp. 262–276, 2023.
- [12] I. S. Isa, E. Utami, and A. Wijaya, “Pengenalan Citra Huruf Angka Berbasis Konvolusi Neural Network,” *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, vol. 10, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [13] T. Adha, I. I. Isnainiyah, and A. P. Gandi, “Web-Based Pneumonia Detection Using Convolutional Neural Network and Flask Framework,” *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, vol. 4, no. 3, pp. 603-610, 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.3.111.
- [14] R. Aryani and P. Y. Fauziah, “Analisis pola asuh orang tua dalam upaya menangani kesulitan membaca pada anak disleksia,” *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 5, no. 2, pp. 1128–1137, 2021.
- [15] Y. W. A. Rustam, C. Chazar, and M. A. Ramdhani, “Aplikasi Diagnosa Penyakit Kulit Menggunakan dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Networks,” *INFORMASI (Jurnal Informatika dan Sistem Informasi)*, vol. 15, no. 2, pp. 208–224, 2023.
- [16] V. D. B. Sebayang and I. G. N. L. W. Kusuma, “Klasifikasi Jenis Jerawat Berdasarkan Citra Menggunakan Convolutional Neural Network dengan Arsitektur MobileNetV2,” *Jurnal FASILKOM (Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer)*, vol. 14, no. 3, 2024, doi: 10.37859/jf.v14i3.8202.
- [17] D. Husen, “Klasifikasi Citra MRI Tumor Otak Menggunakan Metode Convolutional Neural Network,” *bit-Tech*, vol. 7, no. 1, pp. 143–152, 2024, doi: 10.32877/bt.v7i1.1576.
- [18] K. D. A. Puspita, A. Nilogiri, and H. Oktavianto, “Deteksi Penyakit Daun Teh Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN),” *JASIE (Jurnal Aplikasi Sistem Informasi dan Elektronika)*, vol. 5, no. 1, pp. 45–50, 2023.
- [19] F. N. Darmawan, E. P. Silmina, and T. Hardiani, “Sistem Klasifikasi Penyakit Kulit Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Website,” in *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 2024, vol. 2, pp. 871–881.
- [20] I. Syahroni, W. Rofiqoh, and E. Latipah, “Ciri-Ciri Disleksia Pada Anak Usia Dini,” *Jurnal Buah Hati*, vol. 8, no. 1, pp. 62–77, 2021, doi: 10.46244/buahhati.v8i1.1326.