

Rancang Bangun Sistem Deteksi Penyakit Diabetes Retinopatic Dengan Transfer Learning Inception V3

¹Firman Ardiansyah, ²Yunita Sari, ³Fahrul Nurzaman
¹³Teknik Informatika, Universitas Persada Indoensia YAI, Jakarta
²Sistem Informasi, Universitas Persada Indoensia YAI, Jakarta

E-mail: ¹firman.ardiansyah.2144190014@upi-yai.ac.id, ²yunita.sari@upi-yai.ac.id,
³fahrul.nurzaman@upi-yai.ac.id

ABSTRAK

Diabetic Retinopathy (DR) merupakan komplikasi diabetes yang berpotensi menimbulkan kebutaan apabila tidak dikenali sejak awal. Penelitian ini bertujuan membangun sistem deteksi otomatis DR dengan memanfaatkan pendekatan deep learning (pembelajaran mendalam) berbasis transfer learning (pemanfaatan pengetahuan dari model yang telah dilatih sebelumnya) pada arsitektur InceptionV3 (salah satu model CNN yang dikembangkan oleh Google). Metode yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif dengan memanfaatkan dataset publik Kaggle yang terbagi dalam dua kategori: No DR (tanpa retinopati) dan DR (dengan retinopati). Proses data meliputi resizing (penyesuaian ukuran gambar), normalisasi (penyesuaian skala nilai piksel), dan augmentasi (penambahan variasi data secara sintetis) sebelum digunakan untuk melatih model Convolutional Neural Network (CNN) melalui teknik fine-tuning (penyesuaian ulang parameter pada lapisan akhir) pada lapisan akhir InceptionV3. Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik akurasi, presisi, recall (tingkat keberhasilan mendeteksi kasus positif), dan F1-score (rata-rata harmonis antara presisi dan recall). Hasil menunjukkan kinerja yang cukup baik dengan nilai recall mencapai 0,93, menandakan kemampuan sistem dalam mendeteksi sebagian besar kasus positif DR.

Kata kunci : Deteksi, Retinopati, Deep Learning, CNN, InceptionV3

ABSTRACT

Diabetic Retinopathy (DR) is a complication of diabetes that can potentially lead to blindness if not detected early. This study aims to develop an automatic DR detection system using a deep learning approach based on transfer learning, implemented on the InceptionV3 architecture (a CNN model developed by Google). The method employed is a quantitative experiment utilizing a public Kaggle dataset divided into two categories: No DR (no retinopathy) and DR (with retinopathy). Data preprocessing includes resizing (adjusting image dimensions), normalization (scaling pixel values), and augmentation (synthetic data variation) before training the Convolutional Neural Network (CNN) model through fine-tuning (re-adjusting parameters on the final layers) of InceptionV3. Model evaluation is conducted using accuracy, precision, recall (the ability to correctly identify positive cases), and F1-score (the harmonic mean of precision and recall). The results indicate a promising performance, with a recall value reaching 0.93, demonstrating the system's capability to detect the majority of positive DR cases..

Keyword : Detection, Retinopathy, Deep Learning, CNN, InceptionV3

1. PENDAHULUAN

Retinopati diabetik (DR) adalah salah satu komplikasi dari diabetes yang bisa menyebabkan kebutaan, terutama jika kadar gula darah tidak terkontrol. Menurut WHO, jumlah penderita diabetes terus meningkat di seluruh dunia, sehingga penting untuk mendeteksi DR sejak dini.

Namun, deteksi dini masih sulit dilakukan karena kurangnya tenaga ahli, biaya pemeriksaan yang mahal, dan proses diagnosis manual yang rumit. Akibatnya, skrining dalam jumlah besar jadi tidak efisien.

Untuk mengatasi hal ini, dibutuhkan sistem berbasis kecerdasan buatan (AI) yang bisa mengenali gambar retina secara otomatis dan akurat. Penelitian ini mengembangkan model deteksi menggunakan InceptionV3, yaitu salah satu jenis jaringan saraf tiruan yang canggih, dengan metode transfer learning agar hasilnya lebih optimal.

Tujuan utamanya adalah membedakan antara retina yang sehat dan yang menunjukkan tanda-tanda DR. Harapannya, sistem ini bisa membantu diagnosis lebih cepat, meringankan beban dokter, dan memperluas akses layanan kesehatan berbasis teknologi.

Penelitian ini juga mengevaluasi kinerja model dengan mengukur akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Kontribusinya adalah menghadirkan solusi teknologi yang praktis dan efisien untuk mendukung bidang kesehatan mata dan pelayanan kesehatan masyarakat secara lebih luas.

2. LANDASAN TEORI

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan kuantitatif melalui metode eksperimen. Data yang digunakan berupa citra retina yang diperoleh dari Kaggle – Diabetic Retinopathy Dataset, yang terdiri atas dua kelas utama: normal (No DR) dan terindikasi retinopati diabetik (DR).

Dataset ini dipilih karena memiliki jumlah data yang besar, label yang jelas, serta kualitas visual yang memadai untuk mendukung penelitian deteksi dini penyakit mata akibat diabetes (Pasha & Budiman, 2025).

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan mengunduh dataset dalam format digital. Selanjutnya, data melalui tahap pra-pemrosesan yang mencakup resizing citra ke dimensi seragam, normalisasi nilai piksel, serta augmentasi untuk memperkaya variasi data dan mencegah overfitting. Data yang telah diproses kemudian dibagi menjadi tiga subset: pelatihan, validasi, dan pengujian, dengan proporsi tertentu guna memastikan evaluasi yang adil terhadap performa model (Nurazis & Priyawati, n.d.).

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah Convolutional Neural Network (CNN) berbasis arsitektur InceptionV3. Lapisan akhir dari model dimodifikasi agar sesuai dengan klasifikasi biner menggunakan fungsi aktivasi sigmoid. Proses pelatihan dilakukan dengan memanfaatkan optimizer Adam dan loss function binary cross-entropy. Evaluasi performa model dilakukan dengan mengukur metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score (Tjandrasa, 2014).

Eka Mulyani et al. (2024) menunjukkan bahwa model CNN yang dikembangkan mampu mencapai akurasi sebesar 94,6% dalam mendeteksi retinopati diabetik, yang sebanding dengan akurasi diagnosis oleh dokter spesialis. Penelitian tersebut menegaskan potensi deep learning dalam meningkatkan akurasi diagnosis dan menunjukkan bahwa algoritma dapat diandalkan untuk digunakan dalam praktik klinis.

Salsabila et al. (2025) melaporkan bahwa sistem deteksi otomatis yang dikembangkan memiliki sensitivitas sebesar 87,2% dan spesifisitas 90,7%. Penelitian ini juga mencatat bahwa sistem mampu mengidentifikasi retinopati diabetik dengan akurasi tinggi, bahkan dalam populasi yang beragam. Temuan tersebut menunjukkan bahwa sistem berbasis AI dapat menjadi alat yang efektif untuk deteksi dini, sekaligus membantu mengurangi beban kerja tenaga medis.

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental untuk membangun sistem deteksi otomatis retinopati diabetik (Diabetic Retinopathy/DR) berbasis deep learning. Model yang dikembangkan memanfaatkan arsitektur InceptionV3 melalui teknik transfer learning, dengan tujuan meningkatkan akurasi klasifikasi citra retina.

1. Dataset dan Kategori

Data yang digunakan berasal dari dataset publik Kaggle yang terdiri atas citra retina berlabel. Dataset ini diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu No DR (retina normal) dan DR (retina dengan indikasi retinopati diabetik). Pemisahan data dilakukan untuk keperluan pelatihan dan pengujian model.

2. Pra-pemrosesan Data

Sebelum digunakan dalam pelatihan model, citra retina melalui tahap pra-pemrosesan yang meliputi:

- **Resizing:** Penyesuaian ukuran gambar agar sesuai dengan input standar InceptionV3.
- **Normalisasi:** Skala nilai piksel disesuaikan untuk mempercepat konvergensi model.
- **Augmentasi:** Teknik augmentasi seperti rotasi, flipping, dan zoom diterapkan untuk meningkatkan

keragaman data dan mengurangi risiko overfitting.

3. Pengembangan Model

Model InceptionV3 yang telah dilatih sebelumnya pada dataset ImageNet digunakan sebagai dasar. Teknik transfer learning diterapkan dengan mempertahankan bobot pada lapisan awal dan melakukan fine-tuning pada lapisan akhir untuk menyesuaikan dengan tugas klasifikasi dua kelas. Arsitektur ini dipilih karena efisiensi dan akurasinya dalam pengolahan citra medis.

4. Pelatihan dan Validasi

Model dilatih menggunakan subset data pelatihan dengan konfigurasi hyperparameter yang telah dioptimalkan. Proses pelatihan dilakukan dalam beberapa epoch dengan pemantauan terhadap nilai loss dan akurasi. Validasi dilakukan menggunakan data yang tidak terlibat dalam pelatihan untuk mengukur generalisasi model.

5. Evaluasi Kinerja

Evaluasi model dilakukan dengan menggunakan metrik:

- **Akurasi:** Proporsi prediksi yang benar terhadap total data.
- **Presisi:** Kemampuan model dalam menghindari kesalahan positif.
- **Recall:** Kemampuan model dalam mendeteksi seluruh kasus positif DR.
- **F1-score:** Rata-rata harmonis antara presisi dan recall sebagai indikator keseluruhan performa.

6. Analisis Hasil

Hasil evaluasi dibandingkan dengan studi terdahulu untuk menilai efektivitas pendekatan yang digunakan. Analisis dilakukan terhadap kekuatan dan keterbatasan model dalam konteks implementasi klinis dan potensi pengembangan lebih lanjut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model InceptionV3 yang telah melalui proses fine-tuning menunjukkan performa yang menjanjikan dalam mendeteksi

retinopati diabetik (DR). Berdasarkan hasil uji validasi, model mencatat nilai akurasi sebesar 0,87, presisi 0,91, recall 0,93, dan F1-score 0,92. Tingginya nilai recall mengindikasikan kemampuan sistem dalam mengenali sebagian besar kasus positif, sehingga dapat menekan risiko kesalahan klasifikasi negatif (false negative). Keberhasilan ini mengisyaratkan bahwa pendekatan transfer learning efektif dalam mengenali pola-pola kompleks pada citra medis. Temuan tersebut sejalan dengan studi terdahulu yang menyoroti keunggulan Convolutional Neural Network (CNN) berbasis pre-trained models dalam klasifikasi citra retina (Krizhevsky et al., 2012; Gulshan et al., 2016). Meskipun demikian, tantangan seperti variasi kualitas citra dan ketidakseimbangan distribusi kelas masih berpengaruh terhadap stabilitas akurasi model. Oleh karena itu, diperlukan strategi optimasi lanjutan, antara lain dengan memperluas jumlah data pelatihan, menerapkan teknik penyeimbangan kelas (class balancing), serta mengeksplorasi arsitektur CNN alternatif yang lebih adaptif terhadap karakteristik citra medis. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat bukti bahwa fine-tuning terhadap arsitektur InceptionV3 relevan untuk tugas klasifikasi berbasis citra dalam domain medis. Secara praktis, sistem yang dikembangkan berpotensi menjadi alat bantu diagnosis dini yang dapat mempercepat proses skrining serta mengurangi beban kerja tenaga medis, khususnya di wilayah dengan keterbatasan sumber daya dan akses layanan kesehatan.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa model InceptionV3 yang telah di-fine-tune mampu memberikan performa tinggi dalam klasifikasi citra retina untuk deteksi retinopati diabetik (DR). Dengan capaian akurasi sebesar 0,87 dan F1-score 0,92, sistem yang dikembangkan terbukti efektif dalam

mengenali pola-pola patologis pada citra medis. Tingginya nilai recall menegaskan potensi sistem dalam mendeteksi kasus positif secara akurat, sehingga dapat mendukung proses diagnosis dini dan meminimalkan risiko kesalahan klasifikasi negatif.

Secara teoretis, hasil penelitian ini memperkuat relevansi pendekatan transfer learning dan arsitektur CNN dalam domain klasifikasi medis berbasis citra. Secara praktis, sistem yang diusulkan berpotensi menjadi alat bantu skrining yang efisien, terutama di wilayah dengan keterbatasan tenaga medis dan fasilitas kesehatan. Meskipun demikian, tantangan seperti ketidakseimbangan data dan variasi kualitas citra masih perlu diatasi melalui optimasi lanjutan dan eksplorasi arsitektur alternatif.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi berbasis kecerdasan buatan dalam bidang oftalmologi, serta membuka peluang untuk penerapan lebih luas dalam sistem pendukung keputusan klinis.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Teknik UPI YAI atas dukungan fasilitas dan sumber daya yang diberikan selama proses penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada Dosen pembimbing, dan rekan-rekan yang telah memberikan masukan dan bimbingan yang konstruktif. Penelitian ini tidak akan terlaksana tanpa kontribusi dan kerja sama dari berbagai pihak yang terlibat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bintang, Y. K., & Imaduddin, H. (2024). Pengembangan Model Deep Learning Untuk Deteksi Retinopati Diabetik Menggunakan Metode Transfer Learning. *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 9(3), 1442–1455.
<https://doi.org/10.29100/jipi.v9i3.5588>
- Eka Mulyani, R., Rafli Erfiyanto, M., Rizqi Putra Pratama, F., Dimas

- Aditya, T., Fikri Hidayattullah, M., Mulyani, R. E., Erfiyanto, M. R., Rizqi, F., Aditya, T. D., Hidayattullah, M. F., & Algoritma Convolutional Neural Network Deteksi Kesehatan Mata, P. (2024). Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network(Cnn) Deteksi Kesehatan Mata. Jurnal.Ilmiah.Informatika, 9(2), 142. <https://doi.org/10.35316/jimi.9.2.142-155>
- Nurazis, I., & Priyawati, D. (n.d.). Ekstraksi Fitur Citra Retina Dengan Resnet50 Dan Teknik Ensemble Untuk Klasifikasi Gangguan Penglihatan Dari Citra Fundus Retina.
- Pasha, R. K., & Budiman, K. (2025). Optimasi Model CNN Berbasis Transfer Learning Untuk Klasifikasi Pneumonia pada Citra X-Ray Dada. SMATIKA JURNAL, 15(01), 167–178. <https://doi.org/10.32664/smatika.v15i01.1985>
- Pembimbing Ir Handayani Tjandrasa, D. (2014). PADA CITRA FUNDUS Retina Mata Berwarna Menggunakan Pendekatan Morfologi Pradita Larasati Angganingtyas NRP 5110100067.
- Putri, R. (2024). Inovasi Pendidikan dengan Menggunakan Model Deep Learning di Indonesia. Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Dan Politik (JPKP), 2(2), 69–77.
- Salsabila, K., Irmanti, D., Masdin Dama, D., & Hidayat, T. (2025). Analisis Komparatif Metode Peningkatan Kualitas Citra Digital untuk Deteksi Area Tubercoluma pada Citra MRI. Jurnal J-Innovation, 13(2)..