

Study Literatur Review: Penggunaan Deep Neural Networks untuk Deteksi Dini Alzheimer dari Data MRI

Alif Alfatah^{1*}, Wildan Salam², Samuel Valentino Rattu³, Rossa Amalia Monitha Januari⁴, Perani Rosyani⁵

¹⁻⁵Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspipetek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: ¹alifalfatah95@gmail.com, ²wildansalamm@gmail.com, ³samuell4kampus@gmail.com, ⁴rossaamalia668@gmail.com, ⁵dosen00837@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak– Penyakit Alzheimer adalah bentuk demensia progresif yang secara signifikan memengaruhi kualitas hidup penderitanya. Deteksi dini penyakit ini menjadi penting untuk memungkinkan intervensi lebih awal dan memperlambat perkembangan penyakit. Studi literatur ini bertujuan untuk meninjau penggunaan *Deep Neural Networks* (DNN) dalam mendeteksi Alzheimer secara dini melalui analisis data *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis DNN, terutama *Convolutional Neural Networks* (CNN), telah terbukti mampu mengidentifikasi perubahan struktural pada otak yang terkait dengan Alzheimer dengan akurasi yang tinggi. Model-model seperti VGG16 dan pendekatan multimodal yang menggabungkan data MRI dengan jenis data lain seperti PET memberikan hasil yang menjanjikan. Meskipun tantangan seperti kebutuhan dataset besar dan validasi klinis masih ada, teknologi DNN menunjukkan potensi besar untuk mendukung sistem diagnostik otomatis dan efisien untuk Alzheimer.

Kata Kunci: Alzheimer, Deep Neural Networks, Deteksi Dini, MRI, Convolutional Neural Networks

Abstract– *Alzheimer's disease is a progressive form of dementia that significantly impacts patients' quality of life. Early detection is critical to enable timely interventions and slow the disease's progression. This literature review aims to examine the use of Deep Neural Networks (DNN) in the early detection of Alzheimer's disease through Magnetic Resonance Imaging (MRI) analysis. Studies indicate that DNN-based approaches, particularly Convolutional Neural Networks (CNN), have proven effective in identifying structural brain changes associated with Alzheimer's with high accuracy. Models such as VGG16 and multimodal approaches integrating MRI data with other modalities like PET have shown promising results. While challenges such as the need for large datasets and clinical validation remain, DNN technology holds significant potential to support efficient and automated diagnostic systems for Alzheimer's disease.*

Keywords: *Alzheimer's disease, Deep Neural Networks, Early Detection, MRI, Convolutional Neural Networks*

1. PENDAHULUAN

Penyakit Alzheimer atau *Alzheimer Dises* (AD) adalah penyakit neurodegeneratif yang berkembang secara bertahap dan sering terjadi pada orang tua. Penyakit ini menyebabkan penurunan fungsi kognitif dan memori. Alzheimer ditandai oleh kerusakan dan kematian sel-sel otak yang mengakibatkan menurunnya kemampuan untuk berpikir, mengingat, dan melakukan aktivitas sehari-hari (A. D. Arya et al., 2023). Hingga saat ini, diagnosis dini penyakit Alzheimer tetap menjadi tantangan, mengingat minimnya sistem diagnostik yang dapat diandalkan untuk mendeteksi tahap awal penyakit ini. Identifikasi dini penting karena memungkinkan pemberian perawatan medis yang lebih cepat untuk memperlambat perkembangan penyakit dan menghindari kerusakan otak yang lebih parah (Sharma et al. 2022).

Metode diagnostik tradisional untuk Alzheimer melibatkan serangkaian tes fisik dan mental yang memerlukan waktu panjang dan tidak selalu efektif. Perubahan struktur otak, seperti penyusutan hippocampus dan amigdala, merupakan ciri khas penyakit ini. Pemrosesan gambar otak, seperti *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), memberikan peluang besar untuk mengidentifikasi biomarker penting untuk diagnosis dini. Namun, algoritma pemrosesan gambar tradisional sering kali gagal mengatasi kompleksitas pola piksel pada gambar otak (Hazarika et al., 2023).

Dengan kemajuan teknologi pembelajaran mendalam, terutama jaringan saraf konvolusional (*Convolutional Neural Networks/CNN*), para peneliti kini dapat menganalisis gambar MRI secara lebih akurat tanpa memerlukan keterlibatan ahli dalam proses ekstraksi fitur. CNN memungkinkan model untuk secara otomatis mempelajari fitur dari data gambar tanpa perlu langkah manual yang memakan waktu.

Penelitian ini memperkenalkan sistem ensemble berbasis CNN untuk menganalisis data MRI otak dan mendiagnosis AD. Model yang diusulkan tidak hanya mampu membedakan pasien AD dari individu sehat, tetapi juga mengklasifikasikan tahapan penyakit Alzheimer: non-demented, demensia ringan, hingga demensia sedang. Penelitian menggunakan dataset OASIS (Open Access Series of Imaging Studies) yang terdiri dari 416 subjek dengan tiga hingga empat scan MRI untuk masing-masing pasien (Islam and Zhang., 2018). Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap bidang diagnosis dini Alzheimer, menawarkan pendekatan yang efisien, akurat, dan dapat diakses melalui teknologi berbasis web. Di masa depan, pengembangan teknik segmentasi MRI dan arsitektur model baru diharapkan dapat lebih meningkatkan akurasi dan efisiensi diagnosis penyakit ini.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dari artikel yang terpilih meliputi:

- Nama penulis dan tahun publikasi.
- Metode yang dibahas, seperti jenis model machine learning atau deep learning yang digunakan.
- Tujuan penelitian dan bagaimana model tersebut diterapkan pada data MRI.
- Hasil utama yang dicapai, termasuk akurasi, sensitivitas, spesifisitas, dan metrik kinerja lainnya.

2.2 Proses Pencarian Artikel atau Jurnal

Peneliti menggunakan Google Scholar untuk mencari Artikel atau Jurnal dengan kata kunci yang berkaitan dengan "Alzheimer Disease detection", "machine learning in Alzheimer", dan "deep learning in Alzheimer's diagnosis". Peneliti menggunakan metode Pemilihan Artikel sebagai berikut,

- **Kriteria Inklusi:**
Artikel yang diterbitkan dalam jurnal terindeks (misalnya IEEE, Springer, atau Elsevier) terkait dengan penerapan machine learning atau deep learning dalam diagnosis penyakit Alzheimer menggunakan data seperti gambar MRI, PET, atau data klinis.
- **Kriteria Eksklusi:**
Penelitian yang tidak menggunakan teknik machine learning atau deep learning, atau tidak fokus pada penyakit Alzheimer.
- **Periode Pencarian:**
Artikel yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2015 hingga 2023.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Penelitian Terkait Relevan

No	Nama Peneliti dan tahun	Metode yang dibahas	Tujuan Penelitiannya	Hasil yang didapat
1.	(A. D. Arya et al., 2023)	Beragam metode machine learning (SVM, Random Forest) dan deep learning (CNN, RNN, ResNet) digunakan tergantung pada jenis data (MRI, PET, atau klinis).	Utamanya adalah meningkatkan akurasi dan efisiensi prediksi Alzheimer's Disease (AD), terutama pada tahap awal.	Deep learning, terutama CNN dan RNN, menunjukkan hasil yang paling menonjol dengan akurasi hingga 99.40%, terutama ketika multimodalitas data digunakan.

2.	(Hazarika et al., 2023).	Deep Neural Network (DNN) menggunakan MRI	Untuk mengklasifikasikan penyakit Alzheimer menggunakan gambar MRI otak dengan metode hybrid DNN.	Model hybrid yang diusulkan (gabungan LeNet dan AlexNet) mencapai akurasi rata-rata 93,58% dan efisiensi tinggi.
3.	(Sharma et al., 2022)	CNN dengan VGG16 Feature Extractor	Mendeteksi AD dari gambar MRI menggunakan model deep learning untuk identifikasi tahap penyakit.	Model mencapai akurasi 90,4% untuk dataset 1 dan 71,1% untuk dataset 2.
4.	(Islam and Zhang., 2018)	Ensembled Deep Convolutional Neural Network	Meningkatkan diagnosis dan klasifikasi tahap Alzheimer menggunakan data MRI.	Model mencapai akurasi 93,18%, dengan presisi 94%, recall 93%, dan F1-Score 92%.
5.	Hadeer A. Helaly, Mahmoud Badawy, Amira Y. Haikal (2021)	Convolutional Neural Networks (CNN) dan Transfer Learning	Mendeteksi dini penyakit Alzheimer dan mengklasifikasikan berbagai tahap penyakit dengan pendekatan deep learning.	Model CNN mencapai akurasi 93,61% dan 95,17% untuk klasifikasi multi-class 2D dan 3D, sedangkan model VGG19 yang disesuaikan mencapai akurasi

4. KESIMPULAN

Kesimpulannya, Penggunaan Deep Neural Networks (DNN), terutama Convolutional Neural Networks (CNN), terbukti efektif dalam mendeteksi dini Alzheimer melalui analisis MRI, dengan akurasi tinggi hingga 90% pada beberapa studi. Meskipun tantangan seperti kebutuhan dataset besar dan validasi klinis masih ada, teknologi ini memiliki potensi besar untuk mendukung sistem diagnostik otomatis yang lebih cepat, akurat, dan efisien.

REFERENCES

- A. D. Arya et al. (2023). A systematic review on machine learning and deep learning techniques in the effective diagnosis of Alzheimer's disease. *Brain Informatics*, 10(17), 1. <https://doi.org/10.1186/s40708-023-00195-7>
- Hazarika, R. A., Maji, A. K., Kandar, D., Jasinska, E., Krejci, P., Leonowicz, Z., & Jasinski, M. (2023). An Approach for Classification of Alzheimer's Disease Using Deep Neural Network and Brain Magnetic Resonance Imaging (MRI). *Electronics*, 12(3), 676. <https://doi.org/10.3390/electronics12030676>.
- Sharma, S., Guleria, K., Tiwari, S., & Kumar, Sushil. (2022). A deep learning based convolutional neural network model with VGG16 feature extractor for the detection of Alzheimer Disease using MRI scans. *Journal Measurement-sensors*, 24, 2665-9174. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2022.100506>.
- Islam, J., & Zhang, Y. (2018). Brain MRI analysis for Alzheimer's disease diagnosis using an ensemble system of deep convolutional neural networks. *Springer Open*, 5(2), 14. <https://doi.org/10.1186/s40708-018-0080-3>.
- Hadeer A. Helaly, Mahmoud Badawy, Amira Y. Haikal (2021). Deep Learning Approach for Early Detection of Alzheimer's Disease. *Springer Nature*, 14, 1711-1727. <https://doi.org/10.1007/s12559-021-09946-2>
- Sulistiyani, I., Mufida, E., Yasser, P. M., & Lucky, A. (2021). Systematic Literature Review : Bankruptcy Prediction Menggunakan Teknik Machine Learning dan Deep Learning. *Jurnal Intech*, 2(1). 13-18.

- Prasetya, O., & Machfud, S. (2024). Analisis Prediksi Penyakit Demensia Alzheimer Menggunakan Metode Decision Tree C4.5 dan Naive Bayes. *Jitu: Jurnal Informatika Utama*, 2(1), 14-25. <https://doi.org/10.55903/jitu.v2i1.162>.
- Syaharul, A., Nur Mita, A., J, Aiman., Dinar Ainun, N., & Rosyani, P. (2024). *Identifikasi dan Prediksi umur berdasarkan citra wajah menggunakan Deep Learning Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)*. 2(01), 97-95.
- Zahra, S. A., Fah, W. N. S., Elfaris, F., Rustamto, D. F., & Rosyani, P. (2023). Deteksi pengenalan kendaraan menggunakan metode Fast R-CNN. *AI dan SPK: Jurnal Artificial Intelligence dan Sistem Penunjang Keputusan*, 1(2), 166-171.
- Azril, H., Putra, M. B. A., Saputra, M. A., Hartono, R., & Rosyani, P. (2024). Implementasi deep learning untuk deteksi wajah dan ekspresi menggunakan algoritma convolutional neural network (CNN) dengan OpenCV. *AI dan SPK: Jurnal Artificial Intelligence dan Sistem Penunjang Keputusan*, 1(4), 261-265.