

---

## 1. Pendahuluan

Penyakit Alzheimer (AD) adalah gangguan neurologis progresif dan bentuk dan penyebab demensia paling umum, yang mempengaruhi jutaan orang di seluruh dunia. Penyakit ini ditandai dengan penurunan fungsi kognitif secara bertahap, termasuk daya ingat, pemecahan masalah, bahasa, dan kemampuan untuk melakukan tugas sehari-hari. AD dikaitkan dengan akumulasi plak *beta-amiloid* dan kusutnya protein *tau* di otak, yang mengganggu komunikasi neuron dan pada akhirnya menyebabkan kematian sel otak. AD sering kali muncul sebagai kelupaan ringan pada tahap awal, seperti kesulitan mengingat kejadian atau percakapan yang baru saja terjadi. Seiring waktu, kondisi ini berkembang menjadi gangguan memori yang parah, disorientasi, dan ketidakmampuan untuk mengenali anggota keluarga dekat. Pada tahap selanjutnya, pasien kehilangan kemampuan untuk melakukan fungsi-fungsi penting dan membutuhkan perawatan penuh[1][2][3][4].

### 1.1 Latar Belakang

Meningkatnya prevalensi penyakit Alzheimer karena populasi yang menua di seluruh dunia melatar belakangi kebutuhan mendesak untuk deteksi dan diagnosis dini. Identifikasi dini AD dapat secara signifikan meningkatkan kesembuhan pasien dengan memungkinkan intervensi tepat waktu, seperti penyesuaian gaya hidup, pengobatan, dan partisipasi dalam uji klinis untuk memperlambat perkembangan penyakit. Metode diagnostik tradisional meliputi evaluasi klinis, penilaian perilaku, dan tes kognitif, tetapi pendekatan ini sering kali mengidentifikasi penyakit hanya setelah terjadi penurunan kognitif yang signifikan.

Kemajuan dalam teknik *neuroimaging* telah merevolusi bidang penelitian Alzheimer, menawarkan kemampuan untuk memvisualisasikan perubahan struktural dan fungsional di otak sebelum gejala-gejala yang nyata muncul. Di antaranya, *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) sangat berharga karena sifatnya yang non-invasif dan kemampuan pencitraan beresolusi tinggi. Pemindaian MRI memberikan informasi terperinci tentang struktur otak, memungkinkan deteksi kematian sel di daerah-daerah utama seperti hipokampus dan korteks entorhinal, di antara daerah-daerah yang pertama kali terkena penyakit Alzheimer. Hippocampus, wilayah penting untuk pembentukan memori dan navigasi spasial, mengalami penyusutan yang signifikan pada tahap awal AD, menjadikannya titik fokus untuk studi *neuroimaging* [4][5][6].

Meskipun metode diagnostik berbasis MRI menawarkan harapan yang cukup besar, identifikasi manualnya memakan waktu, membutuhkan keahlian khusus, dan rentan terhadap variabilitas. Untuk mengatasi tantangan ini, kecerdasan buatan (AI) dan teknik pembelajaran mendalam telah muncul sebagai alat transformatif dalam pencitraan medis. *Convolutional Neural Networks* (CNN), bagian dari model pembelajaran mendalam, telah menunjukkan kinerja yang luar biasa dalam tugas klasifikasi gambar di berbagai domain, termasuk perawatan kesehatan. CNN dapat secara otomatis mengekstrak fitur hirarkis dari gambar input, menangkap pola dan anomali yang mungkin tidak terlihat oleh manusia[7][8][9][10].

Dalam konteks deteksi Alzheimer, CNN menawarkan potensi untuk mengotomatiskan analisis pemindaian MRI, memungkinkan klasifikasi stadium penyakit yang cepat dan akurat. Beberapa penelitian telah menunjukkan kemampuan pendekatan berbasis CNN dalam analisis gambar medis, termasuk mendeteksi kanker payudara dan otak monogenean data MRI, dengan akurasi yang dilaporkan melebihi 98% [11] [12] [13]. Keberhasilan ini memberikan dasar yang kuat untuk mengeksplorasi arsitektur CNN dalam penelitian Alzheimer.

### 1.2 Topik dan Batasannya

Salah satu tantangan utama dalam studi klasifikasi MRI Alzheimer ini adalah distribusi data yang tidak seimbang di berbagai tahap penyakit. Sebagai contoh, dalam kumpulan data kami, jumlah gambar yang tidak mengalami demensia (3200) jauh melebihi jumlah gambar yang mengalami demensia sedang (64). Ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan model bias yang berkinerja baik pada kelas mayoritas tetapi buruk pada kelas minoritas, yang sering kali merupakan hal yang paling penting untuk diagnosis dini. Kami menggunakan penyesuaian bobot kelas dan teknik augmentasi data untuk memastikan model yang kuat di semua kelas. Tantangan lainnya adalah mengoptimalkan penelitian komputasi yang terbatas pada mesin lokal yang digunakan. Beberapa model dan arsitektur yang lebih berat tidak dapat berjalan di mesin, sehingga diperlukan model dengan arsitektur yang lebih ringan.

---

### 1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi berbasis MRI yang efisien untuk penyakit Alzheimer yang dioptimalkan dengan arsitektur ResNet. Sistem yang diusulkan akan fokus pada perbedaan antara empat tahap AD: non-dementia, demensia sangat ringan, demensia ringan, dan demensia sedang. Secara khusus, penelitian ini akan:

- 1) Menyelidiki kinerja arsitektur ResNet yang sudah ada untuk klasifikasi AD, termasuk *ResNet50*, *ResNet34*, dan *ResNet18*.
- 2) Mengeksplorasi dampak dari strategi tuning hyperparameter dan finetuning pada kinerja model.
- 3) Mengatasi tantangan seperti ketidakseimbangan kelas melalui teknik augmentasi data dan penyesuaian bobot kelas.
- 4) Membandingkan kinerja sistem yang diusulkan dengan metodologi yang sudah ada, dengan menggunakan metrik akurasi, F1-Score, dan *Area Under Curve (AUC)*.

Penelitian ini berusaha untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi deteksi Alzheimer dengan memanfaatkan arsitektur CNN yang canggih dan dataset MRI yang tersedia untuk umum. Hasil penelitian ini bertujuan untuk berkontribusi dalam mengembangkan alat diagnostik yang dapat diakses dan terukur, yang berpotensi mengubah lanskap diagnosis dan manajemen Alzheimer dini.

Hal yang baru dari penelitian ini terletak pada kombinasi strategi fine-tuning, termasuk penyesuaian bobot kelas dan peningkatan intensitas, untuk menangani set data MRI Alzheimer yang tidak seimbang. Tidak seperti penelitian sebelumnya yang mengandalkan augmentasi spasial, kami fokus pada augmentasi berbasis intensitas untuk mensimulasikan variasi dunia nyata dalam pemindaian MRI tanpa menimbulkan distorsi. Selain itu, kami mendemonstrasikan bahwa *ResNet18*, arsitektur yang relatif ringan, mengungguli model yang lebih dalam seperti *ResNet50* ketika dikombinasikan dengan strategi ini.

### 1.4 Organisasi Tulisan

Setelah bagian Pendahuluan, penelitian ini disusun dalam beberapa Bab. Bab Kedua adalah studi terkait, yang mengulas penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan klasifikasi gambar, terutama dengan pendekatan CNN, *ResNet*, MRI, dan Alzheimer. Pada bagian Metodologi, dijelaskan secara rinci mengenai sistem yang dibangun, pendekatan yang digunakan, pemilihan model, skema pelatihan, serta metrik evaluasi. Dalam bagian Evaluasi, hasil-hasil eksperimen dianalisis dan dibandingkan, dengan memaparkan hasil eksperimen dari skema pelatihan yang dibangun. Akhirnya, bagian Kesimpulan dan Saran merangkum temuan dari penelitian ini dan memberikan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut serta penerapan praktis dari hasil yang diperoleh.