

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit Alzheimer merupakan gangguan neurodegeneratif progresif yang menjadi penyebab utama demensia di seluruh dunia dan berdampak signifikan terhadap kualitas hidup pasien serta beban sistem kesehatan. Dengan meningkatnya angka harapan hidup, prevalensi penyakit ini terus mengalami lonjakan, bahkan diperkirakan akan mencapai lebih dari 139 juta kasus pada tahun 2050 menurut proyeksi World Alzheimer Report. Pola ini menunjukkan bahwa semakin banyak individu akan mengalami penurunan fungsi kognitif pada usia lanjut, sementara sebagian besar kasus masih belum terdiagnosis secara dini karena terbatasnya akurasi metode konvensional. Di sisi lain, pencitraan otak menggunakan Magnetic Resonance Imaging (MRI) mampu menampilkan perubahan struktural otak secara non-invasif, menjadikannya alat penting dalam mendeteksi gangguan neurologis seperti Alzheimer. Namun, interpretasi manual citra MRI membutuhkan keahlian tinggi dan rentan terhadap bias subjektif, sehingga pendekatan otomatis menggunakan algoritma deep learning seperti CNN, VGG16, dan ResNet50 mulai digunakan untuk mengatasi keterbatasan ini [1], [2], [3].

Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa deep learning efektif dalam mendeteksi Alzheimer, namun sebagian besar masih berfokus pada klasifikasi biner (Alzheimer vs NonAlzheimer), bukan klasifikasi multi-kelas yang merepresentasikan tahapan penyakit secara progresif. Model seperti VGG16 dan ResNet50 telah menghasilkan akurasi tinggi dalam berbagai studi, namun masih terdapat tantangan dalam mengidentifikasi secara spesifik tahap awal seperti Very Mild Demented (VMD) dan Mild Demented (MD), yang merupakan fase krusial untuk intervensi dini. Studi oleh Foroughipoor et al. menekankan pentingnya integrasi antara pemrosesan citra dan pemahaman patofisiologi penyakit, khususnya area hippocampus, dalam pelatihan model [4], sementara Li et al. Membuktikan bahwa model Xception mampu mencapai akurasi hingga 99,6% dalam klasifikasi multi-kelas tetapi belum membandingkannya secara head-to-head

dengan CNN dan VGG16 [5]. Selain itu, Bhargavi dan Prabhakar menyatakan bahwa klasifikasi berdasarkan MRI yang mencakup empat kategori (ND, VMD, MD, MOD) membutuhkan dataset yang cukup besar serta teknik augmentasi data untuk meningkatkan performa dan generalisasi model [6]. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan mengisi gap tersebut dengan mengembangkan dan membandingkan model CNN konvensional, VGG16, dan ResNet50 untuk klasifikasi empat tahap Alzheimer berdasarkan citra MRI, sehingga dapat memberikan kontribusi baik secara teoritis dalam pengembangan sistem diagnosis berbasis AI maupun secara praktis dalam mendukung pengambilan keputusan klinis lebih awal dan tepat sasaran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat diatas rumusan masalah diambil sebagai berikut:

1. Sejauh mana perbandingan performa dari tiga arsitektur deep learning CNN konvensional, VGG16, dan ResNet50 dalam mendeteksi Alzheimer pada tahap awal berdasarkan citra MRI?
2. Bagaimana mengembangkan model deteksi penyakit Alzheimer tahap awal berbasis deep learning yang mampu mengklasifikasikan citra MRI ke dalam empat kelas (ND, VMD, MD, MOD) secara akurat dan efisien?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diberikan beberapa batasan masalah, agar fokus penelitian tetap jelas, tidak menyimpang dari tujuan utama. Antara lain:

1. Penelitian fokus pada pengembangan dan evaluasi model deep learning (CNN, VGG16, ResNet50) untuk klasifikasi citra MRI Alzheimer tahap awal. Tidak membahas aspek pengobatan, psikologis, atau terapi pasien.
2. Klasifikasi hanya difokuskan pada empat kelas: Normal (ND), Very Mild Demented (VMD), Mild Demented (MD), dan Moderate Demented (MOD). Penelitian tidak mencakup tahap lanjut Alzheimer seperti Severe Demented karena fokus utama adalah pada deteksi tahap awal.

3. Data yang digunakan berupa dataset MRI publik yang telah dilabeli. Tidak menggunakan data pasien langsung atau uji coba klinis.
4. Teknik yang digunakan terbatas pada metode deep learning khususnya arsitektur CNN konvensional, VGG16, dan ResNet50 untuk proses klasifikasi citra MRI. Metode machine learning tradisional, analisis statistik konvensional, atau teknik lain di luar deep learning tidak akan menjadi fokus utama.
5. Studi bersifat komputasional tanpa fokus geografis atau demografis tertentu.
6. Penelitian dilakukan dalam rentang waktu terbatas sesuai masa studi. Tidak membahas penggunaan model dalam jangka panjang atau implementasi sistem nyata.
7. Menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis komputasi. Tidak membahas metode machine learning lain atau sistem explainable AI.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai oleh peneliti dalam penelitiannya adalah menghasilkan:

1. Menganalisis dan membandingkan kinerja tiga arsitektur deep learning CNN konvensional, VGG16, dan ResNet50 dalam mendeteksi Alzheimer tahap awal?
2. Mengembangkan model deep learning berbasis citra MRI yang mampu mengklasifikasikan penyakit Alzheimer ke dalam empat tahap (Normal, Very Mild Demented, Mild Demented, dan Moderate Demented) secara akurat dan efisien.?
3. Memperluas wawasan teoritis dan akademik dalam bidang pemrosesan citra medis dan kecerdasan buatan, khususnya dalam penerapan deep learning untuk diagnosis penyakit neurodegeneratif.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat kedepannya, baik secara teoritis maupun praktis, antara lain:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kecerdasan buatan, khususnya dalam pemanfaatan algoritma deep learning untuk analisis citra medis. Dengan membandingkan tiga arsitektur deep learning CNN konvensional, VGG16, dan ResNet50 dalam klasifikasi multi-kelas tahap awal Alzheimer berdasarkan citra MRI, penelitian ini memperluas cakupan studi yang selama ini masih terbatas pada klasifikasi biner antara penderita dan non-penderita Alzheimer. Penelitian ini juga melengkapi kekosongan literatur terkait efektivitas dan efisiensi masing-masing model dalam mengidentifikasi perubahan struktural otak pada tahapan awal penyakit. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teoretis untuk studi lanjutan di bidang deep learning medis, serta menjadi acuan bagi pengembangan sistem deteksi otomatis penyakit neurodegeneratif lainnya.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini memiliki potensi besar untuk diterapkan langsung dalam dunia medis, khususnya sebagai sistem pendukung keputusan (decision support system) bagi tenaga kesehatan dalam mendiagnosis Alzheimer secara dini, cepat, dan objektif. Di tengah keterbatasan jumlah tenaga ahli radiologi dan tingginya kebutuhan akan diagnosis yang akurat, sistem klasifikasi otomatis berbasis citra MRI ini dapat membantu mempercepat proses diagnosis serta meminimalkan kesalahan interpretasi manual. Manfaat ini sangat penting terutama di wilayah dengan fasilitas kesehatan terbatas, di mana akses terhadap pemeriksaan neurologis lanjutan masih sulit dijangkau. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar pertimbangan bagi pemangku kebijakan di sektor

kesehatan untuk mengintegrasikan teknologi AI dalam sistem pelayanan publik, sebagai bagian dari upaya transformasi digital di bidang kedokteran dan penanganan penyakit degeneratif. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberi sumbangsih pada tataran akademik, tetapi juga berdampak nyata dalam peningkatan mutu layanan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan bertujuan untuk mempermudah pemahaman mengenai penelitian ini. Berikut penjabaran dalam beberapa bab:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, menjelaskan alasan dan urgensi dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang akan dijawab melalui penelitian, tujuan penelitian, serta manfaat penelitian, ruang lingkup dan batasan masalah.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas kajian literatur dan teori-teori yang relevan digunakan sebagai landasan penelitian. Peneliti menyajikan konsep-konsep, hasil penelitian sebelumnya, serta kerangka pemikiran yang mendukung analisis dan pengembangan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Menjelaskan secara rinci mengenai metode penelitian yang digunakan, mulai dari jenis dan objek penelitian, teknik pengumpulan data, instrumen yang dipakai, teknik analisis data hingga desain dan tahapan dalam pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian utama yang menyajikan hasil penelitian secara sistematis. Peneliti memaparkan data yang diperoleh, melakukan analisis serta pembahasan mendalam terkait temuan, mengaitkan hasil dengan teori dan tujuan penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab terakhir ini menyajikan kesimpulan dari seluruh penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang berguna baik untuk pengembangan penelitian selanjutnya maupun untuk aplikasi praktis berdasarkan hasil penelitian.

