

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stroke adalah gangguan kesehatan serius yang berpotensi mengancam jiwa dan muncul akibat terganggunya sirkulasi darah ke otak karena pembuluh darah pecah ataupun tersumbat [1]. Risiko kerusakan permanen otak akibat stroke membuat proses pendeteksian dan pengelompokan jenis stroke perlu dilakukan dengan tepat dan akurat [2]. Penyakit stroke merupakan salah satu kondisi berbahaya dan termasuk ke dalam daftar sepuluh penyebab kematian tertinggi di Indonesia [3]. Berdasarkan laporan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dan Riset Kesehatan Dasar, jumlah penderita stroke di Indonesia terus bertambah, dimana sebagian besar kasus didominasi oleh stroke *ischemic* sekitar 80-85% [4], [5]. Beberapa faktor risiko jangka panjang yang dapat memicu penyakit stroke antara lain *hypertensi*, *hyperglukemia*, tekanan darah tinggi, dan stres emosional [6]. Dalam dunia medis, mencegah identifikasi faktor risiko ini sangat penting untuk pengobatan yang lebih awal.

Diagnosis dan pengklasifikasian stroke secara klinis biasanya dilakukan melalui proses pemeriksaan dengan teknologi pencitraan medis seperti *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* yang dapat memberikan gambaran mengenai struktur otak [7]. Di samping itu, sinyal dari *Electroencephalography (EEG)* juga dapat merekam aktivitas listrik otak secara *real-time* dan memberikan informasi tentang bagaimana otak beroperasi [8]. Klasifikasi yang akurat, terutama dalam membedakan jenis penyakit stroke sangat penting karena akan mempengaruhi keputusan terapi dan perawatan lebih lanjut [9]. Meskipun demikian, proses analisis tersebut masih sangat bergantung pada kemampuan tenaga medis dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, dibutuhkan metode berbasis komputer yang dapat memperlancar proses pengklasifikasian secara otomatis.

Dalam beberapa tahun terakhir, penerapan teknik klasifikasi berbasis komputer telah banyak dirancang untuk membantu dalam proses diagnosis penyakit [10]. Dalam berbagai penelitian klasifikasi penyakit, metode seperti *Decision Tree*, *K-Nearest Neighbor*, *Naïve Bayes*, *Neural Network*, *C4.5*, dan *Support Vector Machine* telah banyak diterapkan. Namun, metode ini umumnya hanya menggunakan satu jenis data (*single modal*) dan memerlukan ekstraksi fitur secara manual, sehingga tidak dapat secara optimal menangkap kompleksitas ciri-ciri stroke yang bersifat multidimensi.

Dengan kemajuan teknologi kecerdasan buatan, pendekatan *deep learning* menjadi solusi yang menjanjikan untuk menganalisis data medis. *Artificial Neural Network (ANN)* dan *Convolutional Neural Network (CNN)* berbasis *MobileNetV2* menjadi dua metode pendekatan utama yang diterapkan dalam penelitian ini. Data *EEG* yang telah diekstraksi ke dalam fitur statistik berupa minimum, maksimum, median, mean, dan standar deviasi dianalisis menggunakan *ANN* yang efektif dalam mengenali pola non-linear pada sinyal otak untuk mendeteksi penyakit stroke [11]. Di sisi lain, *CNN* diterapkan untuk pengolahan citra *MRI* otak dengan menggunakan arsitektur *MobileNetV2* untuk memproses gambar *MRI* yang menjadikan proses komputasi lebih cepat [12]. Desain model seperti *MobileNetV2* ini memungkinkan penggunaan sedikit parameter namun terbukti efektif serta memiliki kemampuan yang baik dalam mengekstraksi fitur visual secara otomatis tanpa memerlukan teknik rekayasa fitur manual [13]. Proses *multimodal* diterapkan dengan mengintegrasikan informasi dari data *EEG* dan *MRI* melalui proses penggabungan fitur.

Penggunaan *multimodal data* dengan metode *deep learning* dipandang dapat meningkatkan ketepatan dan keandalan sistem klasifikasi stroke dibandingkan metode *unimodal*. Dengan menggabungkan berbagai jenis data, sistem tidak hanya bergantung pada satu sumber informasi, tetapi mampu memahami hubungan kompleks antar modalitas yang relevan secara klinis.

Atas dasar tersebut, penelitian ini difokuskan dengan membangun model *deep learning* berbasis *multimodal data* yang digunakan untuk mengklasifikasikan penyakit stroke secara akurat dan andal dengan memanfaatkan integrasi berbagai jenis data, sehingga dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan metode klasifikasi stroke berbasis kecerdasan buatan, khususnya dalam konteks layanan kesehatan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka didapatkan rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana model *deep learning* diterapkan dalam mengklasifikasikan penyakit stroke dengan menggunakan *multimodal data*?
2. Bagaimana pengaruh kolaborasi data *EEG* dan *MRI* terhadap hasil klasifikasi penyakit stroke?
3. Seberapa akurat kinerja model *deep learning* dalam mengklasifikasikan penyakit stroke berdasarkan *multimodal data*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menerapkan pendekatan *deep learning* menggunakan *multimodal data* untuk mengklasifikasikan penyakit stroke.
2. Mengetahui pengaruh penggabungan data *EEG* dan *MRI* dalam proses klasifikasi penyakit stroke.
3. Mengevaluasi kinerja model *deep learning* yang dihasilkan berdasarkan metrik evaluasi yang relevan.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Berperan dalam pengembangan metode *deep learning* di bidang analisis citra medis, terutama untuk identifikasi stroke.
2. Menghasilkan purwarupa sistem yang dapat membantu tenaga medis sebagai alat bantu diagnosis dini (*Decision Support System*), terutama di daerah dengan keterbatasan ahli radiologi.
3. Menjadi dasar dan referensi untuk penelitian selanjutnya dalam bidang *Computer-Aided Diagnosis (CAD)* untuk penyakit neurologis.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup penelitian ini mencakup penerapan metode *deep learning* untuk mengklasifikasikan penyakit stroke menggunakan *multi modal data*, tanpa membahas aspek klinis atau terapi pasien.
2. Proses klasifikasi pada penelitian ini difokuskan pada tiga kelas, yaitu stroke iskemik, hemoragik, dan normal, tidak termasuk subtype atau kondisi mirip stroke.
3. Penelitian ini melibatkan *multi modal data* berupa gambar medis yaitu *MRI* dan data *EEG* dengan jumlah dan variasi data yang terbatas.
4. Analisis fokus pada metode *deep learning* dan *preprocessing* pada proses standar, seperti normalisasi data, pengkodean data klinis, dan augmentasi citra. Teknik lain diluar dari *deep learning* tidak dibahas dalam penelitian ini.

1.6 Keterbaruan

1. Pembelajaran *multitask* dan prediksi hasil klinis sebagai inovasi praktis. Model-model *multitask* terkini tidak hanya mengklasifikasikan jenis/keparahan stroke tetapi juga memprediksi lesi akhir dan *outcome* fungsional (mis. *mRS 90-hari*), sehingga output model langsung relevan untuk pengambilan keputusan klinis akut dan perencanaan terapi [14].
2. Integrasi data non-konvensional (*EEG*, retina) membuka jalur diagnosis non-invasif dan cepat. Penelitian baru menunjukkan bahwa menggabungkan sinyal *EEG* atau citra retina dengan data klinis/imagen dapat membantu deteksi dini dan diferensiasi subtype stroke, menawarkan jalur *screening* yang lebih murah/portabel dibandingkan modalitas pencitraan volumetrik penuh [15].
3. Arsitektur *hybrid* dan *lightweight* untuk penerapan klinis *real-time*. Karya terbaru memperkenalkan arsitektur *hybrid* (*CNN + Transformer / ensemble*) dan model ringan yang tetap mempertahankan performa sambil mengurangi latensi dan kebutuhan komputasi — penting untuk integrasi ke *PACS*/ruang gawat darurat [16].
4. Tantangan dan kontribusi pada generalisasi dan interpretabilitas. Selain kemajuan performa, penelitian terkini juga fokus pada standar dataset berpasangan (*CT-Scan/MRI*), strategi augmentasi, *domain adaptation*, serta teknik *explainability* untuk membuat prediksi model dapat diterima oleh praktisi medis sebagai sebuah aspek kebaruan karena menghubungkan performa teknis dengan kebutuhan klinis [17].