

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Otak manusia merupakan pusat kendali utama yang mengatur semua fungsi tubuh, memungkinkan individu untuk menyesuaikan diri dan merespon berbagai kondisi lingkungan [1]. Sebagai pusat kendali utama, otak dapat diserang berbagai penyakit salah satu diantaranya adalah tumor otak [2]. Tumor otak merupakan pertumbuhan sel otak yang tidak terkendali dan menyimpang, yang dapat memengaruhi fungsi vital makhluk hidup seperti memori, motorik, serta kontrol kognitif dan emosional [3].

Pada tahun 2020, *International Agency for Research on Cancer (IARC)* mencatat 308.102 kasus tumor otak ganas dan sistem saraf pusat (CNS) global, dengan 251.329 kasus berujung pada kematian. Lebih lanjut, di Indonesia sendiri pada tahun 2022 telah mengalami 5.738 kasus tumor otak ganas, dengan 5.259 kasus berujung pada kematian. Meskipun tumor otak ganas relatif jarang terjadi dibandingkan kanker lainnya, prevalensi tumor otak ganas di Indonesia telah menempatkan Indonesia sebagai negara ke-15 dengan kasus tumor otak ganas terbanyak di dunia [4].

Berdasarkan tingginya prevalensi tumor otak ganas, deteksi dini menjadi langkah krusial dalam proses diagnosis karena memungkinkan pengobatan lebih efektif jika tumor terdeteksi pada tahap awal perkembangan [5]. Salah satu metode yang umum digunakan untuk deteksi dini adalah *pencitraan magnetic resonance imaging (MRI)*, yang memungkinkan tenaga medis mengidentifikasi area terdampak, mengklasifikasikan jenis tumor, serta merencanakan terapi yang tepat guna meningkatkan peluang hidup dan kualitas hidup pasien [6]. Namun, dalam praktiknya, pembacaan citra *MRI* masih menghadapi tantangan, seperti keterbatasan tenaga medis dan proses analisis yang umumnya masih dilakukan secara manual, sehingga memerlukan waktu yang lama dan rentan terhadap kesalahan manusia [7].

Berdasarkan keterbatasan tersebut, maka diperlukan sebuah inovasi untuk mengembangkan teknologi kecerdasan buatan yang secara otomatis dapat mendukung diagnosis dengan lebih cepat dan akurat. Salah satu teknologi kecerdasan buatan tersebut adalah pemanfaatan *deep learning* pada citra *MRI* [7]. *Deep learning* menawarkan Solusi yang dapat mengatasi keterbatasan tersebut. Hal ini dilandaskan pada kemampuan *deep learning* yang dapat belajar dari data citra *MRI*, mengenali pola kompleks, dan mendeteksi anomali yang mungkin terlewatkan oleh pengamatan tenaga medis [8].

Dalam penerapannya, *deep learning* memiliki beberapa algoritma seperti *Convolutional Neural Network (CNN)*, *Recurrent Neural Network (RNN)*, *Long Short-Term Memory (LSTM)*, *Generative Adversarial Networks (GANs)*, *Autoencoders*, *Transformer*, dan *Deep Belief Networks (DBN)* [9]. Sejalan dengan penelitian ini, tumor otak pada citra *MRI* memiliki ciri visual yang cukup jelas, seperti bentuk, tekstur, dan batas tepi lesi, sehingga memungkinkan penerapan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* sangatlah cocok karena *CNN* dirancang untuk mengenali pola visual dan fitur spasial pada citra [3].

Dalam konteks keterbatasan data dan sumber daya komputasi, pelatihan model *CNN* dari awal sering kali tidak memungkinkan, sehingga *transfer learning* menjadi solusi efektif dengan memanfaatkan model *pre-trained* yang telah dikembangkan dari dataset besar dan hanya perlu disesuaikan sedikit untuk tugas klasifikasi spesifik seperti tumor otak pada citra *MRI* [10]. Teknik *fine-tuning* turut diterapkan untuk meningkatkan kinerja model, dengan cara melatih ulang sebagian layer dari model *pre-trained* sehingga model lebih general dalam mengenali fitur-fitur pada dataset baru [11].

Dalam penelitian ini, *transfer learning* diterapkan dengan memanfaatkan model *pre-trained VGG16* dan *ResNet50*, yang dilatih ulang menggunakan data citra dari *Mendeley data*, *Kaggle* dan *Github*. Selain itu, Teknik *fine-tuning* juga diterapkan sebagai skenario perbandingan antara kinerja model sebelum diterapkan *fine-tuning* dan setelah diterapkan *fine-tuning*. Model *VGG16* dan *ResNet50* dipilih untuk dibandingkan karena keduanya mewakili pendekatan arsitektur yang berbeda sehingga dapat dievaluasi sejauh mana

kedalaman arsitektur dan teknik *fine-tuning* memengaruhi kinerja klasifikasi tumor otak pada citra *MRI*. *VGG16* sebagai model yang lebih dangkal dan stabil unggul dalam mendeteksi fitur visual dengan kontras yang jelas, sedangkan *ResNet50* sebagai model yang lebih dalam dan kompleks karena memiliki *residual connections* yang dapat mencegah degradasi akurasi pada jaringan dalam [12].

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Amarnath, Al Bataineh, dan Hansen dalam jurnalnya yang berjudul *Transfer-Learning Approach for Enhanced Brain Tumor Classification in MRI Imaging*. Dalam penelitian ini, Amarnath, Al Bataineh, dan Hansen menggunakan lima model *transfer learning* (*ResNet50*, *Xception*, *EfficientNetV2-S*, *ResNet152V2*, dan *VGG16*) untuk mengklasifikasikan tumor otak. Hasil menunjukkan bahwa pendekatan *transfer learning* secara signifikan meningkatkan akurasi, dengan model *Xception* mencapai *F1-score* tertinggi sebesar 0,9817 [13]. Penelitian ini mendukung efektivitas penggunaan model *deep learning* pra-latih dalam klasifikasi citra *MRI*, yang relevan dengan penelitian ini karena juga memanfaatkan *transfer learning* untuk membandingkan kinerja *VGG16* dan *ResNet50*.

Selain itu, penelitian yang serupa juga dilakukan oleh Entesar Hamed I. Eliwa dalam jurnalnya yang berjudul *Enhancing Skin Cancer Through Fine-Tuning of Pretrained Models: A Two-Phase Transfer Learning Approach*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, *VGG19* sebelum *fine-tuning* (*Phase A*) menghasilkan akurasi validasi maksimum sebesar 78,44% dan akurasi pengujian sebesar 85,32%. Setelah *fine-tuning* (*Phase B*) akurasi validasi maksimum meningkat menjadi 86,03%, dan akurasi pengujian mencapai 99,25%. Disisi lain, model *InceptionV3* sebelum *fine-tuning* (*Phase A*) menghasilkan akurasi validasi maksimum sebesar 74,85% dan akurasi pengujian sebesar 83,08%. Setelah *fine-tuning* (*Phase B*), akurasi validasi maksimum meningkat menjadi 77,25%, dan akurasi pengujian mencapai 98,30% [14]. Hasil ini memperkuat pentingnya *fine-tuning* dalam meningkatkan adaptasi model terhadap dataset baru, yang juga menjadi bagian dari pendekatan pada penelitian ini.

Secara keseluruhan, penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya prevalensi tumor otak serta keterbatasan proses diagnosis yang masih dilakukan secara manual pada citra *MRI*, sehingga memerlukan waktu yang lama dan rentan terhadap kesalahan. Oleh karena itu, diterapkan pendekatan kecerdasan buatan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan metode transfer learning untuk membandingkan kinerja model *VGG16* dan *ResNet50*, baik sebelum maupun sesudah fine-tuning, dalam mengklasifikasikan tumor otak guna meningkatkan akurasi diagnosis dan mendukung upaya penurunan angka mortalitas di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan dalam latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini mencakup:

1. Seberapa tinggi tingkat akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang dapat dicapai oleh model *VGG16* dan *ResNet50* dalam mengklasifikasikan tumor otak pada citra *MRI* sebelum penerapan teknik *fine-tuning*?
2. Seberapa tinggi tingkat akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang dapat dicapai oleh model *VGG16* dan *ResNet50* dalam mengklasifikasikan tumor otak pada citra *MRI* sesudah penerapan teknik *fine-tuning*?

1.3. Tujuan dan Manfaat

1.3.1. Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dipaparkan, penelitian ini disusun dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menilai tingkat akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score* model *VGG16* dan *ResNet50* dalam mengklasifikasi tumor otak pada citra *MRI* sebelum *fine-tuning* untuk menentukan model yang paling optimal.
2. Menilai tingkat akurasi *precision*, *recall*, dan *F1-score* model *VGG16* dan *ResNet50* dalam mengklasifikasi tumor otak pada citra *MRI* sebelum sesudah *fine-tuning* untuk menentukan model yang paling optimal.

1.3.2. Manfaat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat yang berarti sebagai berikut:

1. Mendorong penerapan teknologi *deep learning* di bidang kesehatan, khususnya dalam pemanfaatan *CNN* untuk analisis citra medis, guna meningkatkan efektivitas diagnosis.
2. Menambah wawasan terkait penerapan *transfer learning VGG16* dan *ResNet50* dalam mengklasifikasi *dataset* citra medis, khususnya *dataset* tumor otak berbasis *MRI*.
3. Memberikan kontribusi dalam mendiagnosis tumor otak dengan lebih cepat dan akurat, sehingga membantu tenaga medis dalam proses deteksi dini.
4. Mengurangi waktu dan risiko kesalahan dalam pembacaan citra *MRI* yang biasanya dilakukan secara manual.

1.3. Batasan Masalah

Pada bagian ini akan menjelaskan ruang lingkup, kondisi, dan asumsi yang berlaku pada rumusan masalah. Solusi hasil penelitian ini berlaku, pada kondisi-kondisi berikut ini:

1. Data citra *MRI* yang digunakan terbatas pada dataset publik dari *Mendeley Data* dan *Kaggle*, khususnya dataset tumor otak.
2. Data sheet menggunakan tipe *MRI picture*.
3. Jenis tumor otak yang diklasifikasi adalah tipe tumor yang ada dalam dataset tersebut dan tidak mencakup semua jenis tumor otak secara menyeluruh.
4. Model yang digunakan hanya mencakup model *pra-trained VGG6* dan *ResNet50* dengan teknik *transfer learning*.
5. Skema perbandingan yang digunakan adalah sebelum dan sesudah *fine-tuning*.

1.4. Metode Penelitian

Secara garis besar, metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode *Knowledge Discovery in Database (KDD)*.

1.5. Jadwal Pelaksanaan

Penelitian ini direncanakan selesai dalam beberapa bulan. Setiap bulan memiliki penanda capaian, yang akan digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi kemajuan penelitian ini. Adapun jadwal pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1 Jadwal Pelaksanaan

No.	Deskripsi Tahapan	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6
1	Studi Literatur						
2	Pengumpulan Data						
3	<i>Preprocessing</i> Data						
4	Perancangan Model <i>Transfer Learning</i>						
5	Pelatihan model (Sebelum <i>fine-tuning</i>)						
6	Augmentasi Data						
7	Pelatihan Model (Setelah <i>fine-tuning</i>)						
8	Pengujian dan Evaluasi Model						
9	Analisis Statistik						

No.	Deskripsi Tahapan	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6
9	Analisis Statistik						
10	Penyusunan Laporan						
11	Revisi dan Perbaikan Laporan						
12	Pengumpulan Laporan TA						