

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengoptimalkan klasifikasi tumor otak berbasis citra MRI multi-bagian dengan menggabungkan metode *Ensemble Learning* dengan pendekatan Grad-CAM . Pendekatan ini menggunakan kombinasi arsitektur deep learning, yaitu *EfficientNetV2*, *Xception*, dan *ResNet50*, dengan menggabungkan teknik *weighted voting*, akurasi dan keandalan klasifikasi ditingkatkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Ensemble Learning* + Grad-CAM mencapai akurasi 99,88%, dengan presisi 99,85%, *recall* 99,87%, dan *F1-score* 99,89%. Selain itu, teknik Grad-CAM menawarkan interpretasi visual, menyoroti area-area kunci dari gambar MRI, yang meningkatkan transparansi dan keandalan model, terutama dalam konteks diagnosis medis. Dibandingkan dengan metode lain, pendekatan ini menawarkan keuntungan yang signifikan dalam mengatasi tantangan *overfitting* dan generalisasi data baru. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem diagnosis berbasis kecerdasan buatan, khususnya dalam klasifikasi tumor otak. Dengan akurasi yang tinggi dan kemampuan interpretasi yang baik, metode ini dapat membantu tenaga medis untuk mengambil keputusan yang lebih cepat dan akurat. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah mengeksplorasi dataset yang lebih besar dan menerapkan teknik ensemble pada jenis penyakit lain untuk meningkatkan generalisasi metode ini.

5.2. Saran Pengembangan

Berikut adalah beberapa saran yang dapat diambil untuk pengembangan penelitian kedepannya, berdasarkan temuan yang ada pada penelitian ini :

1. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah mengeksplorasi *dataset* yang lebih besar dan menerapkan teknik ensemble pada jenis penyakit lain untuk meningkatkan generalisasi metode ini.

2. Penggunaan arsitektur model seperti *MobileNetV2*, *ResNet* versi lebih tinggi dan sebagainya mungkin dapat membantu meningkatkan akurasi dari klasifikasi citra MRI.
3. Penggunaan *dataset* primer diberbagai sumber rumah sakit mungkin dapat menjadi validasi lebih dalam pengujian performa model
4. Pembuatan aplikasi menggunakan model ini dengan fitur dan antarmuka yang lebih bagus
5. Pengujian komputasi setiap model menggunakan perangkat keras dan *environment* berbeda.