

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan metode transfer learning menggunakan arsitektur ResNet50 dan VGG16 untuk melakukan klasifikasi citra Magnetic Resonance Imaging (MRI) otak ke dalam dua kelas, yaitu "yes" (tumor) dan "no" (tidak tumor). Seluruh tahapan penelitian telah dilakukan secara sistematis, mulai dari persiapan dataset, *preprocessing* dan augmentasi data, pembagian data menggunakan *stratified split*, hingga proses pelatihan dan evaluasi model. Proses ini memastikan bahwa eksperimen berjalan secara terstruktur dan hasil yang diperoleh dapat dianalisis secara objektif.

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa kedua model mampu mempelajari pola citra MRI dengan baik, ditandai dengan peningkatan nilai *accuracy* dan penurunan *loss* selama proses *training*. Penerapan teknik augmentasi data serta pembekuan *convolutional base* pada model *pretrained* membantu meningkatkan kemampuan generalisasi dan mengurangi risiko *overfitting*. Hal ini membuktikan bahwa pendekatan *transfer learning* efektif digunakan pada dataset citra medis dengan jumlah data terbatas.

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *ROC-AUC*, kedua model menunjukkan performa yang baik dalam membedakan citra tumor dan non-tumor. Namun, model VGG16 memberikan hasil yang lebih unggul dibandingkan ResNet50 pada seluruh metrik evaluasi. Nilai *accuracy*, *precision*, dan *recall* yang tinggi serta seimbang menunjukkan bahwa VGG16 memiliki kemampuan klasifikasi yang lebih stabil dan sensitif dalam mendeteksi kasus tumor.

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menjawab rumusan masalah terkait implementasi dan perbandingan dua arsitektur *deep learning* dalam klasifikasi tumor otak berbasis citra MRI. Model VGG16 dapat direkomendasikan sebagai arsitektur yang paling optimal pada dataset yang digunakan dalam penelitian ini. Temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan arsitektur harus

disesuaikan dengan karakteristik data, serta membuka peluang pengembangan lebih lanjut menuju sistem pendukung diagnosis berbasis kecerdasan buatan yang lebih akurat dan konsisten.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan dataset dengan jumlah data yang lebih besar dan variasi yang lebih beragam, termasuk klasifikasi multikelas (misalnya jenis tumor tertentu) agar model dapat menangani kasus yang lebih kompleks.
2. Dapat dilakukan eksplorasi terhadap arsitektur *deep learning* lainnya seperti *DenseNet*, *EfficientNet*, atau *Vision Transformer* untuk mengetahui potensi peningkatan performa dibandingkan *ResNet50* dan *VGG16*.
3. Proses *fine-tuning* dapat dilakukan secara lebih mendalam dengan membuka (*unfreeze*) lebih banyak lapisan pada model pretrained serta melakukan optimasi hyperparameter seperti *learning rate*, jumlah *epoch*, dan *batch size* untuk memperoleh performa yang lebih optimal.
4. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan tahap segmentasi tumor untuk mengidentifikasi lokasi dan area tumor secara spesifik, sehingga sistem tidak hanya melakukan klasifikasi, tetapi juga memberikan informasi visual yang lebih informatif bagi tenaga medis.
5. Pengujian model pada dataset eksternal dari sumber yang berbeda sangat disarankan untuk menguji kemampuan generalisasi model dalam skenario dunia nyata.
6. Untuk implementasi praktis, model dapat dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis web atau desktop sehingga dapat digunakan sebagai sistem pendukung keputusan yang lebih mudah diakses oleh pengguna.

Dengan adanya pengembangan lebih lanjut, diharapkan sistem klasifikasi tumor otak berbasis deep learning ini dapat memberikan kontribusi yang lebih secara lebih cepat, akurat, dan konsisten.

