

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai implementasi dan perbandingan performa metode hybrid CNN-ELM dengan metode CNN untuk klasifikasi citra MRI tumor otak. Selain itu, saran-saran juga diberikan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut, serta potensi penerapan metode yang digunakan pada kasus lain di bidang pengolahan citra medis.

#### 5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah menyelesaikan klasifikasi citra MRI tumor otak menggunakan metode *hybrid* CNN-ELM. Adapun kesimpulan yang diperoleh sebagai berikut.

1. Penelitian ini melibatkan beberapa teknik pra proses guna mencapai hasil yang optimal. Teknik pra proses tersebut yaitu *grayscale* yang mengubah citra RGB dengan 3 *channel* warna menjadi 1 *channel* warna *grayscale*, membagi data, dan menggunakan ImageDataGenerator untuk mempersiapkan data seperti *resize* dan *rescale* sebelum memasuki pelatihan. Pembangunan model yang tepat seperti jumlah *hyperparameter learning rate* dan *batch size* untuk CNN dan jumlah node untuk ELM penting untuk mendapatkan model yang optimal.
2. Dari keseluruhan analisis tabel, dapat disimpulkan bahwa bahwa Model *hybrid* CNN-ELM, terutama dengan 2000 dan 3000 node, menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan model CNN, baik dari segi akurasi maupun metrik evaluasi lainnya seperti presisi, *recall*, dan *F1-score*. Model CNN-ELM dengan 2000 node secara konsisten memberikan akurasi yang lebih tinggi, mencapai 98,1%, dibandingkan dengan akurasi tertinggi model CNN sebesar 96,2%. Meskipun model CNN lebih konsisten dalam performanya, dengan selisih akurasi yang lebih kecil 1,67%, model *hybrid* CNN-ELM dengan 3000 node juga menunjukkan konsistensi yang baik dengan selisih akurasi hanya 1,9%. Dari segi waktu komputasi, model CNN lebih efisien dan membutuhkan waktu lebih sedikit dibandingkan dengan model CNN-ELM, yang waktu komputasinya meningkat seiring bertambahnya jumlah node. Model CNN-

ELM perlu menunggu CNN dilatih terlebih dahulu, sehingga waktu CNN Secara keseluruhan, *hybrid* CNN-ELM dengan 2000 dan 3000 node menawarkan peningkatan performa yang signifikan dalam akurasi, meskipun ada sedikit peningkatan dalam waktu komputasi. Model CNN tetap menjadi pilihan yang lebih efisien dalam hal konsistensi dan waktu komputasi, tetapi untuk aplikasi yang membutuhkan akurasi lebih tinggi, CNN-ELM dengan 2000 node adalah opsi yang lebih unggul.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran dalam pengembangan penelitian ini selanjutnya. Saran yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan lapisan konvolusi yang lebih bervariasi, seperti jumlah lapisan, jumlah filter, ukuran filter, dan fungsi aktivasi. Hal ini berguna untuk menemukan model CNN-ELM yang lebih optimal dari sebelumnya.
2. Menggunakan dataset yang lebih beragam karena penelitian ini hanya menggunakan dataset tumor otak Glioma, Meningioma, Pituitary, dan Non Tumor. Terdapat beberapa jenis tumor otak lain yang juga dapat mengancam nyawa manusia.
3. Menambahkan praproses lain seperti augmentasi dan segmentasi data. Augmentasi digunakan untuk mengetahui letak tumor yang telah diprediksi agar tenaga medis dapat menangani tumor otak tersebut dengan lebih cepat dan tepat. Segmentasi digunakan untuk menambah variasi data yang akan menambah pengetahuan model.
4. Dapat dikembangkan dan diimplementasi dalam sebuah sistem deteksi tumor otak berbasis web atau mobile agar memudahkan tenaga medis dalam mendeteksi tumor otak menggunakan sistem.