

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil mengenai "ANALISIS PENYAKIT PNEUMONIA DENGAN MENGGUNAKAN *DEEP LEARNING* PADA CITRA X-RAY" yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut :

1. Pada hasil penelitian menggunakan CNN Menunjukkan performa model cukup baik. Puncak pada akurasi sebesar 87.19%, namun akurasi validasi juga mencapai puncak sekitar 75%. hal ini menandakan model cukup baik dalam mempelajari pola data *training* tetapi buruk dalam hal generalisasi terhadap data baru. Model berjalan cukup efektif yaitu, 11 menit 9 detik dengan 20 epoch, dan 1 epoch berjalan membutuhkan waktu sekitar 22 detik.
2. Pada hasil penelitian menggunakan model gabungan CNN dan VGG16 Menunjukkan peningkatan performa model yang signifikan. Puncak pada akurasi sebesar 94.31%, akurasi validasi juga menunjukkan peningkatan mencapai puncak sekitar 87.50%. hal ini menandakan model lebih baik dalam mempelajari pola data *training* dan menandakan peningkatan kemampuan generalisasi terhadap data baru. Model berjalan cukup efektif yaitu, 11 menit 56 detik dengan 20 epoch, dan 1 epoch berjalan membutuhkan waktu sekitar 30 detik.
3. Pada hasil penelitian menggunakan model gabungan CNN, VGG16, dan ResNet50V2. Model ini mencapai akurasi pelatihan yang konsisten tinggi, dimulai dari 95.97% pada epoch pertama dan mencapai puncak 96.44%. Yang lebih mengesankan, akurasi validasi menunjukkan stabilitas luar biasa pada 93.75% yang minimal antara akurasi pelatihan dan validasi menunjukkan kemampuan generalisasi yang sangat baik.. Model berjalan sangat efektif yaitu, 11 menit 56 detik dengan 20 epoch, dan 1 epoch berjalan membutuhkan waktu sekitar 33 detik. tabilitas yang tinggi dalam metrik performa mengindikasikan bahwa pendekatan ensemble dengan

menggabungkan tiga arsitektur berbeda sangat efektif dalam meningkatkan kualitas dan keandalan deteksi pneumonia, sambil tetap mempertahankan efisiensi komputasi yang memadai untuk implementasi praktis.

4. Model deep learning yang dikembangkan menunjukkan performa yang sangat baik dalam mendeteksi pneumonia pada citra X-ray. Model gabungan ResNet50V2 mencapai akurasi tertinggi sebesar 92.03% pada dataset pengujian, menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan dengan model CNN dasar (80.60%) dan VGG16 (91.71%).
5. Teknik *transfer learning* dan *ensemble* model terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi deteksi. Penggabungan arsitektur CNN, VGG16, dan ResNet50V2 menghasilkan model yang lebih robust dan mampu menangkap fitur-fitur kompleks dari citra X-ray.
6. Evaluasi menggunakan *confusion matrix* menunjukkan kinerja model yang seimbang, dengan presisi 93.30%, *recall* 94.0%, dan *F1-score* 93.64%. Hal ini mengindikasikan kemampuan model yang baik dalam mengenali kasus pneumonia dan non-pneumonia.
7. Meskipun model menunjukkan performa yang tinggi, fluktuasi pada akurasi validasi terutama pada model yang lebih kompleks mengindikasikan adanya potensi *overfitting*.

## 5.2 Saran

Analisis yang dilakukan penulis tentu masih jauh dari kata sempurna dan tidak lepas dari segala kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan pengembangan dari analisis selanjutnya. Saran yang dapat penulis sampaikan untuk mengembangkan penelitian ini yaitu :

1. Untuk meningkatkan stabilitas model dan mengurangi fluktuasi pada akurasi validasi, disarankan untuk mengeksplorasi teknik regularisasi yang lebih canggih seperti dropout adaptif atau L2 regularization.
2. Melakukan optimasi hyperparameter lebih lanjut, terutama pada learning rate dan batch size, untuk menemukan konfigurasi optimal yang dapat meningkatkan performa dan stabilitas model.

3. Mengimplementasikan teknik interpretasi model seperti Grad-CAM untuk meningkatkan transparansi keputusan model, yang dapat meningkatkan kepercayaan praktisi medis dalam menggunakan sistem ini.
4. Melakukan uji coba klinis untuk mengevaluasi efektivitas model dalam skenario dunia nyata, termasuk perbandingan dengan diagnosis ahli radiologi.

Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan model klasifikasi yang lebih akurat dan dapat berguna kepada masyarakat.

