

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Model *hybrid* CNN-LSTM berbasis *log-mel spectrogram* berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk pengenalan akor otomatis pada segmen audio musik digital. Proses perancangan dilakukan secara bertahap, mulai dari akuisisi *dataset*, pembacaan anotasi, pemetaan label ke dalam 24 kelas akor, segmentasi audio, praproses sinyal, ekstraksi fitur, pembentukan tensor input, hingga pelatihan model. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem yang dibangun telah sesuai dengan alur penelitian yang direncanakan dan mampu bekerja secara utuh dalam melakukan klasifikasi akor pada level segmen audio.
2. Hasil prediksi akor per segmen berhasil disusun menjadi representasi progresi akor pada file audio. Hal ini ditunjukkan melalui pengujian menggunakan file audio WAV buatan sendiri, dengan model mampu mengenali urutan akor utama yang dimainkan dan menyusunnya kembali menjadi bentuk progresi akor yang mudah dibaca. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya mampu menghasilkan prediksi akor pada setiap segmen audio, tetapi juga mampu menyajikan keluaran akhir berupa susunan progresi akor berdasarkan urutan waktu.
3. Model CNN-LSTM berbasis *log-mel spectrogram* menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan model CNN-LSTM berbasis *mel-spectrogram*. Keunggulan tersebut terlihat pada hampir seluruh metrik evaluasi utama, yaitu *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Selain itu, model *log-mel spectrogram* juga menunjukkan kestabilan performa yang lebih baik pada berbagai kelas akor serta mencapai konvergensi lebih cepat selama proses pelatihan. Hasil ini

menunjukkan bahwa transformasi logaritmik pada representasi mel memberikan kontribusi positif terhadap kualitas fitur yang dipelajari model, sehingga meningkatkan kemampuan klasifikasi akor secara keseluruhan.

5.2 Saran

Meskipun penelitian ini telah menunjukkan hasil yang baik, masih terdapat beberapa hal yang dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya. Salah satu pengembangan yang dapat dilakukan adalah memperluas cakupan kelas akor, sehingga sistem tidak hanya mengenali akor mayor dan minor, tetapi juga dapat mengidentifikasi akor yang lebih kompleks seperti dominant seventh, major seventh, minor seventh, suspended, diminished, dan augmented. Dengan penambahan kelas akor tersebut, sistem akan memiliki kemampuan yang lebih dekat dengan kebutuhan analisis musik yang lebih nyata.

Selain itu, pengujian model pada penelitian berikutnya dapat diperluas menggunakan data audio yang lebih beragam, seperti rekaman permainan instrumen nyata, lagu berdurasi penuh, atau audio dengan kondisi perekaman yang lebih bervariasi. Hal ini penting agar kemampuan generalisasi model dapat diamati secara lebih menyeluruh, terutama ketika sistem diterapkan di luar kondisi data yang relatif terkontrol. Pengalaman pada pengujian audio WAV juga menunjukkan bahwa segmen kosong atau sisa durasi audio di bagian akhir file masih dapat menimbulkan prediksi tambahan yang sebenarnya tidak merepresentasikan akor yang dimainkan. Oleh karena itu, penelitian berikutnya dapat menambahkan mekanisme penanganan *silence* atau *post-processing* yang lebih baik agar hasil inferensi menjadi lebih akurat dan lebih rapi.

Dari sisi arsitektur, penelitian selanjutnya juga dapat mencoba pendekatan yang lebih mutakhir untuk membandingkan performa dengan model CNN-LSTM yang telah digunakan pada penelitian ini. Pengembangan ke arah model yang memanfaatkan *attention mechanism*, *transformer*, atau kombinasi arsitektur lain yang lebih dalam dapat menjadi langkah lanjutan untuk melihat potensi

peningkatan performa pada tugas pengenalan akor otomatis. Di samping itu, sistem yang telah dibangun dalam penelitian ini juga dapat dikembangkan menjadi aplikasi yang lebih interaktif dan praktis, misalnya dengan penambahan visualisasi progresi akor yang lebih informatif, dukungan terhadap lebih banyak file audio, serta penyempurnaan antarmuka agar semakin mudah digunakan oleh musisi, pelajar musik, maupun pengguna umum.

