

BAB V

KESIMPILAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem tracking gerakan bola pada pertandingan sepak bola menggunakan metode Kalman Filter, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dalam lingkungan MATLAB berbasis GUI. Sistem mampu melakukan proses deteksi awal bola, kemudian melakukan prediksi dan koreksi posisi menggunakan mekanisme estimasi Kalman Filter sehingga menghasilkan lintasan gerak yang lebih stabil dan kontinu.
2. Hasil evaluasi menggunakan confusion matrix terhadap 30 video uji menunjukkan nilai Precision sebesar 83%, Recall sebesar 100%, Accuracy sebesar 83%, dan F1-score sebesar 90,7%. Nilai recall yang mencapai 100% menunjukkan bahwa seluruh objek bola pada data uji berhasil terdeteksi tanpa adanya false negative. Nilai precision sebesar 83% mengindikasikan masih terdapat beberapa false positive, yaitu kesalahan deteksi objek lain yang dianggap sebagai bola. Namun demikian, nilai F1-score yang tinggi menunjukkan bahwa sistem memiliki keseimbangan yang baik antara ketepatan dan kelengkapan deteksi.
3. Metode Kalman Filter terbukti efektif dalam menjaga kontinuitas pelacakan terutama saat terjadi noise, perubahan arah bola secara cepat, serta kehilangan

deteksi sementara akibat oklusi. Model dinamika gerak berbasis posisi dan kecepatan mampu menghasilkan estimasi lintasan yang lebih halus dibandingkan metode deteksi frame-by-frame tanpa filter.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Model dinamika gerak pada Kalman Filter masih menggunakan asumsi gerak linear dengan kecepatan konstan. Untuk meningkatkan akurasi pada pergerakan bola yang kompleks (pantulan, tendangan keras, atau perubahan arah mendadak), disarankan menggunakan model gerak non-linear atau mengembangkan metode Extended Kalman Filter (EKF) atau Unscented Kalman Filter (UKF).
2. Untuk mengurangi nilai false positive, metode deteksi awal bola dapat ditingkatkan dengan pendekatan berbasis deep learning seperti YOLO atau SSD agar sistem lebih adaptif terhadap variasi warna, pencahayaan, dan latar belakang.
3. Penambahan parameter evaluasi seperti perhitungan error posisi (Euclidean distance) terhadap ground truth dapat memberikan analisis yang lebih detail mengenai tingkat ketepatan estimasi koordinat bola.

4. Sistem dapat dikembangkan menjadi aplikasi real-time berbasis kamera langsung sehingga dapat diterapkan pada analisis pertandingan secara langsung.

