

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan *YOLOv5* dengan pendekatan *Transfer Learning* mampu melakukan deteksi objek multi-*spermatozoa* pada video mikroskopik. Pelatihan model ini mendapatkan hasil *mAP@50* sebesar 63,6%, *precision* sebesar 63,5%, dan *recall* sebesar 65%, dimana model mampu mendeteksi objek dengan cukup baik.
2. Integrasi *Kalman Filter* sebagai algoritma pelacakan dengan *YOLOv5* menunjukkan hasil yang paling optimal dibandingkan dengan *StrongSORT*, dimana model *YOLOv5 + Kalman Filter* memperoleh nilai *MOTA* sebesar 56.7%, *IDF1* sebesar 45.4%, dan *MOTP* sebesar 0.891 dengan kecepatan pemrosesan 5 *FPS*, yang menunjukkan peningkatan yang lebih baik daripada *YOLOv5 + StrongSORT*.
3. Sistem pelacakan yang dikembangkan mampu melakukan proses deteksi dan pelacakan objek sperma dengan hasil *output* berupa video yang menampilkan lintasan pergerakan dengan *bounding box* setiap objek yang terdeteksi, beserta dengan ID setiap sperma.

5.2. Saran Pengembangan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran pengembangan yang dapat dilakukan sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan dataset dengan kualitas yang lebih baik, misalnya dengan pengambilan video menggunakan alat mikroskop yang lebih memadai agar hasil citra lebih tajam, tidak *blur*, serta memiliki pencahayaan yang stabil. Dengan demikian, model dapat mendeteksi dan melacak objek dengan akurasi yang lebih tinggi.

2. Untuk mendapatkan hasil pelacakan yang lebih optimal, dapat dilakukan penggunaan model detektor yang berbeda seperti *YOLOv8* ataupun model deteksi lainnya.
3. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan modul untuk menghitung parameter motilitas sperma, sehingga hasil *tracking* dapat langsung digunakan untuk analisis kualitas sperma secara otomatis.