1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan data statistik pemain sepak bola di lapangan menjadi sangat dibutuhkan bagi sebuah tim sepak bola. Hal ini dapat dijadikan acuan sebuah tim untuk menentukan strategi permainan kedepannya. Beberapa data statistik yang dapat diperoleh dari hasil pertandingan di lapangan adalah area jangkauan pemain dan pola pergerakan suatu tim di lapangan. Data ini dibutuhkan bagi para pengolah strategi sepak bola untuk dijadikan acuan gaya bermain sebuah tim, sehingga kedepannya tim yang akan bermain dapat mengantisipasi perubahan strategi ketika gaya bermain suatu tim telah diketahui sebelumnya. Beberapa teknologi telah diusulkan untuk tujuan ini, seperti penggunaan sensor [1]. Penggunaan sensor mampu mendeteksi kebutuhan data statistik pemain yang detil. Namun, teknologi sensor ini juga harus dituntut agar tidak merubah lingkungan atau aktivitas yang lazim dilakukan pada pertandingan olah raga, contohnya penggunaan *device* sensor posisi yang tertanam pada pemain harus disesuaikan agar tidak mengganggu aktivitas di lapangan [1]. Solusi lain yang dapat dijadikan pilihan adalah dengan bantuan teknologi *computer vision,* khususnya mengenai deteksi objek melalui citra. Hal ini tidak akan mempengaruhi sedikit pun aktivitas para pemain bola di lapangan. Lebih jauh lagi, kemampuan sensor dan kemampuan *computer vision* dapat diintegerasikan, seperti pada penelitian [2], sebagai sebuah sistem untuk meningkatkan performansi analisis aktivitas pemain sepak bola di lapangan.

Teknologi *computer vision* untuk mendeteksi sekaligus *tracking* objek sudah banyak diusulkan dan diterapkan pada berbagai permasalahan, seperti orang, kendaraan, dan objek-objek lainnya. Pemanfaatan deteksi dan *tracking* pada orang dapat diterapkan pada permasalahan olahraga, salah satunya olahraga sepak bola, seperti pada penelitian [3-7]. Deteksi dan *tracking* pemain sepak bola ini berasal dari video hasil rekaman pertandingan. Secara umum, metode yang digunakan pada kasus ini dapat dipecah menjadi dua tahapan, deteksi pemain kemudian *tracking* pemain. Deteksi objek melalui sebuah video dapat dibagi menjadi dua cara, yaitu *background subtraction* dan metode berbasis fitur. Pada penelitian sebelumnya [3, 4], digunakan metode berbasis fitur, yaitu fitur *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dengan *classifier Support Vector Machine* (SVM) dan fitur Haar. Sedangkan pada penelitian sebelumnya [5, 6] menggunakan metode *background subtraction*. Namun, deteksi objek pada video berbasis *background subtraction* ini bisa saja rentan terhadap perubahan intensitas cahaya yang terjadi pada video sepak bola. Hal ini dapat diatasi dengan beralih ke metode berbasis fitur, seperti pada penelitian [3, 4] yang telah melakukan pengujian dengan menggunakan berbagai macam kondisi video sepak bola, termasuk variansi pencahayaan dengan nilai performansi lebih dari 90 %. Di samping deteksi objek pemain, penggunaan fitur warna, baik untuk membedakan tim satu dengan tim lain maupun untuk meningkatkan akurasi deteksi cocok untuk diterapkan pada kasus sepak bola, seperti pada penelitian [4-7]. Hal ini karena kasus sepak bola identik dengan penggunaan warna kostum. Metode HOG dapat dikombinasikan dengan fitur warna, seperti pada penelitian [7], namun fitur warna ini digunakan untuk meningkatkan akurasi deteksi. Lain hanya dengan penelitian [4-6], fitur warna tidak digunakan untuk meningkatkan akurasi deteksi melainkan digunakan untuk membedakan antara pemain dari tim satu dengan tim lain.

Proses lain dalam mendeteksi objek adalah *tracking.* Untuk *tracking* objek, khususnya kasus pemain sepak bola, penelitian sebelumnya [8] menggunakan metode Kalman Filter. Metode ini dapat meningkatkan kemampuan dalam hal deteksi maupun *tracking.* Dalam prosesnya, metode Kalman melakukan prediksi dan koreksi terhadap objek yang terdeteksi. Pergerakan objek pada video dapat diatasi menggunakan Kalman yang berbasis prediksi dan koreksi. Hal ini dilakukan agar kemampuan deteksi dan *tracking* dapat terjaga melalui proses prediksi dan koreksi. Atas dasar itu, penulis mencoba menggabungkan metode Kalman Filter dengan deteksi berbasis fitur HOG serta klasifikasi tim berdasarkan warna. Dengan metode tersebut, diharapkan dapat mendeteksi pemain sekaligus membedakan pemain antara satu tim dengan tim lain.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, berikut adalah permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini.

1. Bagaimana cara membangun sistem deteksi objek yang mampu mendeteksi banyak objek (*multiple objects*) pemain sepak bola dari sebuah video menggunakan fitur HOG?
2. Bagaimana cara membangun sistem yang dapat membedakan antara tim satu dengan tim lain menggunakan fitur *color moment*?
3. Bagaimana cara membangun sistem yang mampu melakukan *tracking* banyak pemain di setiap *frame* pada video menggunakan Kalman Filter?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan pada kasus ini adalah sebagai berikut.

1. Jenis pertandingan sepak bola pada kasus ini adalah pertandingan sepak bola 11 pemain yang dilakukan di luar ruangan beralas rumput.
2. Video rekaman berasal dari kamera statis (diam) yang berjumlah satu kamera.
3. Rekaman pertandingan diambil dari sudut pandang penonton di lapangan (di samping sisi lebar lapangan).
4. *Classifier* yang digunakan untuk deteksi objek adalah *linear* SVM.
5. *Colour feature* yang digunakan adalah *color moment* RGB.
6. Kluster pemain sebanyak dua, yaitu untuk kluster tim satu dengan kluster tim lain. Namun tidak menutup kemungkinan dapat bertambah jika diperlukan.
7. Ukuran *detection window* HOG bersifat *fixed,* mulai dari 32x16, 64x32, dan 128x64 piksel, tergantung dari perkiraan ukuran pemain sepak bola pada video.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Membangun sebuah sistem yang dapat mendeteksi pemain sepak bola di lapangan melalui sebuah video dengan menggunakan fitur HOG.
2. Membangun sebuah sistem yang dapat mengklasifikasikan pemain sepak bola pada tim satu dengan pemain pada tim lain dari hasil deteksi pada video dengan menggunakan fitur *color moment*.

3. Membangun sebuah sistem yang dapat melakukan proses *tracking* setiap pemain sepak bola di setiap *frame* pada video dengan menggunakan Kalman Filter.

1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah

Secara garis besar, berikut adalah metodologi yang dilakukan dalam menyelesaikan masalah.

1. **Kajian Pustaka**

   Studi literatur dilakukan untuk memahami bidang kajian yang akan diteliti. Beberapa studi literatur didapatkan dari berbagai *paper,* jurnal, tugas akhir kuliah, *textbook,* serta publikasi-publikasi internet.

2. **Pengumpulan Data**

   Data yang digunakan dibagi menjadi dua jenis, yaitu data citra dan data video. Kedua data tersebut didapatkan dari berbagai publikasi di internet. Data citra merupakan data latih, sedangkan data video merupakan data uji. Untuk data uji, disediakan berbagai kasus, seperti gelap tidaknya pencahayaan serta jenis pencahayaannya (alami atau buatan) pada hasil rekaman video, jarak pengambilan gambar oleh kamera, tingkat perbedaan warna kostum, tekstur visual lapangan pada video, serta tingkat keseragaman intensitas cahaya pada video. Untuk data *training* (data citra), dilakukan pencarian data berupa gambar *player action*. Gambar *player action* yang dimaksud diantaranya, berdiri, berlari, berjalan, dan aksi-aksi pemain di lapangan lainnya. Gambar-gambar ini yang digunakan sebagai data positif. Sedangkan data negatif adalah gambar-gambar selain pemain sepak bola, seperti garis lapangan, gawang, papan iklan, rumput dan gambar lain yang bukan merupakan gambar orang. Data ini didapat dari hasil pemotongan gambar secara acak dari gambar suasana lapangan sepak bola.

3. **Perancangan Sistem**

   Alat atau *software* yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah Matlab. Untuk perancangan, secara garis besar dilakukan beberapa tahapan, diantaranya sebagai berikut.

1. *Training.*
2. *Testing video.*
   a. Deteksi objek bergerak.
   b. Deteksi objek pemain.
   c. Kluster pemain.
   d. *Tracking.*

4. **Pengujian**

   Untuk dapat menguji kemampuan deteksi, maka dilakukan skenario pengujian. Skenario pengujian untuk kasus ini adalah menggunakan video rekaman hasil pertandingan dengan berbagai kondisi. Pengujian dilakukan dengan mengambil beberapa *sample frame* dengan interval tertentu pada masing-masing video uji. Dari semua *frame* pada

setiap video uji tersebut, dilakukan pengecekkan kebenaran antara objek hasil deteksi sistem dengan objek pemain sebenarnya pada *frame* yang dituju. Begitupun untuk pengujian klasifikasi tim, dilakukan pengecekkan antara keluaran sistem dengan video sebenarnya.

5. **Pembuatan Laporan**

   Pembuatan laporan disusun berdasarkan tahapan penelitian beserta analisis pengujian dari hasil penelitian yang sudah dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar, berikut adalah sistematika penulisan pada buku tugas akhir ini.

1. Bab I, bagian ini membahas mengenai pendahuluan: latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi penyelesaian masalah, dan sistematika penulisan.
2. Bab II, bagian ini membahas mengenai kajian pustaka: deteksi objek, *motion detection, histogram of oriented gradients, support vector machines, colour moment, clustering,* dan Kalman *filter.*
3. Bab III, bagian ini membahas mengenai perancangan sistem: *training, testing* video*,* konfigurasi deteksi objek, proses ekstraksi fitur warna, serta konfigurasi *tracking* pada Kalman *filter.*
4. Bab IV, bagian ini membahas mengenai pengujian dan analisis: Perhitungan performansi F1-*score* pada deteksi sekaligus *tracking,* perhitungan performansi akurasi klasifikasi tim, serta analisis di masing-masing pengujian tersebut.
5. Bab V, bagian ini membahas mengenai kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang telah dilakukan.