

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang visi komputer pada era digital ini telah membuka jalan baru untuk meningkatkan analisis dan pemahaman dalam setiap aspek kehidupan, baik itu analisa kepada makhluk hidup maupun benda mati. Analisa pada makhluk hidup tidak terbatas pada kondisi aktivitas pada umumnya seperti berjalan, memasak, tidur, dan lainnya, melainkan juga pada aktivitas lainnya yang bisa dilakukan oleh makhluk hidup tersebut. Aktivitas - aktivitas tersebut memiliki pergerakan yang bisa dideteksi melalui pendeteksian pose. Pose yang bisa dideteksi diantaranya adalah tangan, kepala, wajah, kaki, dan setiap persendian[1]. Setiap pose tersebut ketika diproses ke dalam komputer akan ditentukan setiap *keypoints* pose agar pengukuran yang dilakukan lebih tepat dan akurat[2]. Pendeteksian pose tersebut juga bisa dilakukan pada aktivitas olahraga. Sama seperti pendeteksian pose yang sebelumnya, pose yang dideteksi berupa kepala, tangan, badan, dan kaki. Akan tetapi ada beberapa kondisi dimana pendeteksian untuk *keypoints* yang telah dilakukan tidak terbaca dengan baik, maka dari itu diperlukan deteksi pose yang berkelanjutan agar hasil bisa maksimal [3]. Untuk pengembangan deteksi pose pada olahraga bisa dilakukan pada berbagai jenis olahraga yang ada, tidak terkecuali pada olahraga panahan.

Panahan sendiri merupakan sebuah cabang olahraga yang mulai menarik banyak orang, baik itu untuk hiburan semata ataupun untuk berkompetisi secara *intens*. Olahraga panahan juga merupakan olahraga yang mana setiap atletnya merasakan perubahan gerak akan tetapi perubahan tersebut tidak terlihat secara kasat mata [2]. Perubahan tersebut terdiri dari beberapa gerakan seperti *Set-up*, *Draw and Aim*, dan *Expand and Shoot*[4]. Metode tradisional yang melibatkan analisis manual sudah digantikan dengan pendekatan visi komputer yang lebih efisien dan otomatis. Pada penelitian sebelumnya yang telah diangkat oleh Kawaguchi dan Saptiaawan [2][4], pendeteksian pose tidak dilakukan menggunakan metode yang ada pada pengujian visi komputer. Maka dari itu penelitian ini berusaha mencari dan mengungkap dengan menggabungkan teknologi YOLOv8, yang mana memungkinkan dalam pendeteksian pose tubuh manusia yang lebih akurat dari vide, dengan mempertimbangkan cara pemrosesan data oleh Support Vector Machine (SVM) dan Random Forest (RF) untuk menghasilkan nilai klasifikasi pose pada atlet panahan yang belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya.

Pendekatan visi computer ini sendiri banyak jenis yang bisa digunakan [5][6]. Pendekatan yang bisa digunakan untuk pengujian model *deep learning* tersebut diantaranya SVM dan RF. Pengujian *deep learning* tidak hanya terfokus kepada kedua metode tersebut, akan tetapi ada algoritma lain yang bisa digunakan seperti *AlexNet*, LSTM, *Convolutional Neural Network* (CNN), dan *Decision Tree* (DT)[6]. Dari setiap algoritma yang telah disebutkan memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, seperti halnya dengan LSTM. Pada dasarnya memang LSTM dirancang untuk mendeteksi gambar, akan tetapi pada implementasinya bisa digunakan juga pada video seperti yang dijelaskan oleh Siddiqui et al [6]. Jika melihat juga pada perbandingan penggunaan SVM dan RF dengan LSTM, maka bisa dilihat bahwa perbedaan nilai yang dihasilkan cukup signifikan. Terlihat pada *Precision*, *Recall*, dan *F1 Score* bahwa nilai yang didapatkan oleh SVM itu sendiri berturut-turut di angka 0.867, 0.846, dan 0.846. Kemudian untuk RF sendiri berada diangka 0.998, 0.995, dan 0.998. Nilai tersebut sangat signifikan jika dibandingkan dengan LSTM yang hanya berada diangka 0.452, 0.502, dan 0.502. Hal tersebut bisa menjadi indikasi awal untuk menguji kedua model tersebut untuk mengklasifikasikan suatu pose.

Disaat yang bersamaan, SVM dan RF tersebut berjalan berdampingan dengan algoritma estimasi pose yang lainnya, yaitu YOLOv8. YOLOv8 adalah algoritma pose yang dirilis pada tahun 2023 untuk pendeteksi objek real-time YOLO dengan akurasi dan kecepatan yang luar biasa. Dibangun di atas kemajuan dari versi sebelumnya dari YOLO, YOLOv8 memiliki fitur dan pengoptimalan baru yang membuatnya pilihan yang sempurna untuk berbagai tugas pendeteksian objek dalam berbagai aplikasi [7]. Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengungkapkan dan menerapkan model *deep learning* dan estimasi pose pada olahraga, ada beberapa metode yang lain seperti *MoveNet*, *OpenPose*, dan *MediaPipe*. Jika ditelusuri lebih lanjut memang setiap metode ada kelebihan dan kekurangan, seperti yang ada pada OpenPose contohnya. Perbedaan tersebut bisa dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Dong et al [8] yang mana nilai OpenPose untuk AP berada di angka 48.0, sedangkan untuk YoloV8 sendiri diangka 70.9. Kemudian untuk *latency* yang dihasilkan juga cukup signifikan perbedaan keduanya, untuk OpenPose sendiri memiliki *latency* diangka 368 ms dan untuk YoloV8 sendiri berada diangka 78. Perbedaan tersebut bisa terjadi dikarenakan OpenPose cenderung lebih berat jika dibandingkan dengan YoloV8 dalam hal komputasi pendeteksian pose.

Penelitian ini menggunakan YoloV8 untuk mengekstraksi fitur dari setiap pose dengan tingkat detail yang tinggi. Kemudian penerapan SVM dan Random Forest ini digunakan untuk analisis dan klasifikasi gerakan. SVM dipilih karena kemampuannya dalam menangani data dengan dimensi tinggi serta menghasilkan margin keputusan yang optimal sehingga cocok untuk mengklasifikasikan pola gerakan yang kompleks. Di sisi lain, Random Forest digunakan karena keandalannya dalam menangani data dengan karakteristik non-linier, kepekaan terhadap fitur penting dan kemampuannya untuk mengurangi risiko overfitting melalui pendekatan ensemble. Hal tersebut merupakan kombinasi yang belum banyak dilakukan maupun dijelajahi secara menyeluruh dalam hal analisis gerakan olahraga panahan. Harapann *output* dari penelitian ini adalah sistem yang digunakan bisa mendeteksi gerakan pada panahan secara akurat dan bisa mengklasifikasikan setiap gerakan yang diujikan.

1.2. Topik dan Batasannya

Topik dan batasan masalah pada penelitian ini adalah pengujian performa dari model klasifikasi berdasarkan data video atlet panahan bertangan kanan. Penelitian ini berfokus pada pengenalan gerakan atlet panahan menggunakan fitur sendir yang telah diekstrak dari video. Pengklasifikasian dilakukan berdasarkan 3 kelas, yaitu *Set-up*, *Draw and Aim*, dan *Expand and Release* dengan membandingkan hasil dari *Random Forest* dan *Support Vector Machine*. Data yang digunakan berasal dari video rekaman atlet panahan kategori *recurve* dan *barebow*.

1.3. Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah mengembangkan sistem yang dapat mengenali gerakan atlet panahan dengan akurasi yang tinggi berdasarkan data video rekaman. Penelitian ini juga bertujuan untuk melakukan klasifikasi video panahan dari kategori *recurve* dan *barebow* dengan mengacu pada tiga kelas, yaitu *Set-up*, *Draw and Aim*, dan *Expand and Release*. Klasifikasi tersebut dilakukan dengan memanfaatkan data fitur sendiri yang telah dianalisis menggunakan metode *Random Forest* dan *Support Vector Machine*.

1.4 Organisasi Tulisan

Pada Bab 2 membahas studi yang relevan. Pada Bab 3 membahas teori dan rancangan sistem penelitian. Pada Bab 4 membahas hasil dan analisis, dan Bab 5 membahas kesimpulan penelitian.

2. Studi Terkait

Penelitian yang berjudul “Klasifikasi Pose pada Olahraga Panahan Berbasis YoloV8 Menggunakan Metode SVM dan Random Forest” ini diperlukan pendalaman literatur terkait evolusi dan aplikasi dari teknologi YoloV8, SVM, dan Random Forest perihal pengenalan gerakan manusia dalam olahraga, khususnya pada olahraga panahan.

Pengeksplorasi pada sisi *Human Activity Recognition* (HAR) merupakan suatu tantangan tersendiri dari pengolahan data. Menurut Jaouedi et al [9] tantangan itu tersendiri terjadi ketika melakukan suatu *scene* yang kompleks dan menuntut kecepatan yang tinggi. Kemudian menurut Munez et al [10] tantangan itu sendiri bisa terjadi pada bagaimana penentuan *keypoints* yang digunakan dimana penentuan tersebut harus sesuai pada pada titik pengujian agar mendapatkan hasil yang diinginkan. Penentuan *keypoints* tersebut dilakukan pada YoloV8.

Jika dibandingkan dengan YOLO versi lainnya, YoloV8 menghasilkan nilai yang mumpuni. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Husain [11] dapat berjalan secara efektif jika dibandingkan dengan YOLO generasi sebelumnya. Penggunaan YoloV8 dalam pendeteksian pose sendiri telah dilakukan oleh Tan et al [12] yang mana telah menjabarkan bagaimana penggunaan setiap fitur yang ada pada YoloV8 tersebut. Pada penelitian tersebut menggunakan robot sebagai representasi manusia yang dideteksi posenya.

Kemudian SVM dan *Random Forest* sendiri merupakan algoritma pengujian yang biasa digunakan pada penelitian lain, seperti yang dilakukan Avci et al [13]. Pada penelitian tersebut menunjukkan pada RF menghasilkan nilai yang lebih baik dibandingkan SVM itu sendiri. Hal ini juga selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Siddiqui et al [6] dimana hasil RF lebih baik jika dibandingkan dengan SVM itu sendiri.

Di sisi lain, pendeteksian pada olahraga panahan memiliki peran yang sangat krusial dalam penelitian kali ini. Penentuan krusial tersebut berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Kawaguchi et al [2] yang mana menampilkan bagaimana titik yang optimal dalam pengambilan gambar pengujian dan teknik apa saja yang akan menjadi acuan dalam pengujian kali ini. Kemudian dalam studi yang dilakukan oleh Saptiawan et al [4] menunjukkan titik mana saja yang memungkinkan untuk dijadikan pengujian pada penelitian kali ini.

2.1. YoloV8

YoloV8 merupakan pengembangan lanjutan yang dilakukan oleh ultralytic pada tahun 2023 dengan lima versi skala, yaitu *nano*, *small*, *medium*, *large*, dan *extra large* [14]. YoloV8 sendiri merupakan model pendeteksian objek yang sangat dihormati dikarenakan keseimbangan yang sangat baik antara akurasi dan *real time performance* [12]. Berbagai studi telah dilakukan untuk menguji seberapa efektif dan presisi dari penggunaan YoloV8 ini. Secara keseluruhan dari struktur YoloV8 bisa dilihat pada gambar 1.