

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Dalam penelitian ini, penulis mengambil beberapa referensi dari penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik pada judul penelitian ini :

Penelitian yang dilakukan oleh marpaung F., Aulia,F., & , R.C (2022). membahas pentingnya computer vision dan pengolahan citra digital dalam berbagai aplikasi, seperti pengawasan, kesehatan, robotika, dan mobil self-driving. Penulis menjelaskan bahwa computer vision mampu melakukan tugas pengenalan visual, termasuk klasifikasi dan deteksi gambar, yang sangat relevan dengan kehidupan sehari-hari. Buku ini juga menyajikan berbagai teknik dalam pengolahan citra, mulai dari operasi dasar hingga algoritma canggih seperti machine learning, serta aplikasinya dalam bidang industri dan medis. Dengan penjelasan yang detail, jurnal ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa dan pembaca yang tertarik dalam bidang pengolahan citra dan computer vision.

Penelitian yang dilakukan oleh Ferdiansyah, M. R., Sari, M. I., & Handayani,R. (2023). Membahas tentang "Sistem Identifikasi Dan Pelacakan Tim Pemain Sepak Bola Berdasarkan Warna Jersey Menggunakan Computer Vision" ditulis oleh Muhamad Rifki Ferdiansyah, Marlindia Ike Sari, dan Rini Handayani dari Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom. Jurnal ini membahas penggunaan teknologi computer vision untuk menganalisis dan melacak pemain sepak bola melalui warna jersey mereka.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman taktik permainan dengan memanfaatkan metode color filtering HSV dan OpenCV. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mencapai akurasi hingga 88.6% dalam mendeteksi dan mengidentifikasi pemain, serta 100% akurasi pada pengujian tertentu. Sistem ini diharapkan dapat membantu pelatih dan pemain dalam menganalisis statistik permainan secara lebih efektif.

Penelitian yang dilakukan oleh Rizki, A. B., & Zuliarso, E. (2022). Membahas tentang klasifikasi teknik bulutangkis, seperti servis, forehand, dan smash, menggunakan model Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur. BlazePose dan alat Mediapipe Pose Solution. Dengan menggunakan dataset yang terdiri dari 1163 gambar, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi deteksi dan klasifikasi teknik bulutangkis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang diterapkan mampu mencapai akurasi antara 80% hingga 90% dengan metode pembelajaran terawasi. Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam analisis teknik bulutangkis secara otomatis dan akurat.

Penelitian yang dilakukan oleh Rustiyanti, S., Listiani, W., Ningdyah, A. E., Dwiatmini, S., & Suryanti, S. (2024). Penelitian ini membahas tentang membahas integrasi teknologi computer vision dalam eksplorasi dan pengembangan koreografi berbasis pencak silat. Penelitian ini mengadopsi model proses kreatif Alma M. Hawkins yang melibatkan tahap sensing, feeling, imaging, transforming, dan forming untuk menciptakan gerakan yang mengalir dan dinamis dari teknik- teknik pencak silat yang biasanya tajam dan tegas.

Hasilnya adalah koreografi baru yang dinamakan Rancak Takasima, yang menggabungkan berbagai elemen gerakan pencak silat menjadi ekspresi seni yang harmonis dan kompleks. Metodologi yang digunakan mencakup pendekatan kualitatif dan eksperimen dengan aplikasi deep learning untuk estimasi pose menggunakan model GluonCV.

Penelitian yang dilakukan oleh Mora Hakim Siregar¹, Dadang Iskandar Mulyana(2024). Penelitian ini membahas tentang pengembangan sistem pemantauan latihan bulu tangkis berbasis teknologi Artificial Intelligence (AI) menggunakan algoritma Optical Flow dan bahasa pemrograman Swift. Penelitian ini bertujuan untuk membantu pemain bulu tangkis berputar dan meningkatkan kualitas pukulan mereka secara mandiri, tanpa perlu bergantung pada pelatih profesional. Sistem yang dikembangkan mampu melacak pergerakan shuttlecock dan menganalisis trajektori serta titik jatuhnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi lintasan shuttlecock dengan akurasi mencapai 97,22% dan penempatan shuttlecock di area servis lawan dengan akurasi 94,50%. Dengan memanfaatkan framework Vision iOS, sistem ini memberikan umpan balik secara real-time yang jelas, memungkinkan pemain untuk memperbaiki teknik mereka. Penelitian ini menunjukkan potensi besar AI dalam meningkatkan keterampilan olahraga, terutama bagi pemain amatir yang mungkin menghadapi keterbatasan waktu dan biaya untuk pelatihan.

Namun perbedaan utama dari penelitian terdahulu dapat dilihat dari berbagai aspek, termasuk tujuan, metode pengembangan, dan fitur yang ditawarkan. Tujuan

penelitian ini adalah untuk memanfaatkan teknologi canggih dalam menjaga integritas olahraga. Dengan menerapkan sistem computer vision yang menggunakan citra digital, deteksi kecurangan dalam permainan bulu tangkis dapat dilakukan secara akurat, efisien serta terencana jika dibandingkan dengan cara-cara tradisional.

Selain itu pendekatan yang diterapkan dalam studi ini focus pada indentifikasi yang tepat terhadap pelanggaran servis dengan memanfaatkan metode Single Shot Multibox Detektor (SSD). Yang belum banyak digunakan dalam konteks pertandingan bulu tangkis secara menyeluruh. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih yang nyata dalam pengembangan sistem yang mampu mendeteksi kecurangan dalam olahraga yang bersifat otomatis, objektif, dan mampu beradaptasi dengan dinamika pertandingan yang rumit.

2.2 Pengolahan Citra

Pengolahan citra (image processing) adalah suatu teknik atau proses untuk memanipulasi, menganalisis, dan menafsirkan citra digital dengan tujuan meningkatkan kualitas citra atau mengekstraksi informasi penting dari citra tersebut. Citra digital direpresentasikan sebagai kumpulan piksel (picture elements) yang tersusun dalam bentuk matriks, di mana setiap piksel memiliki nilai intensitas (untuk citra grayscale) atau nilai warna (untuk citra berwarna seperti RGB).

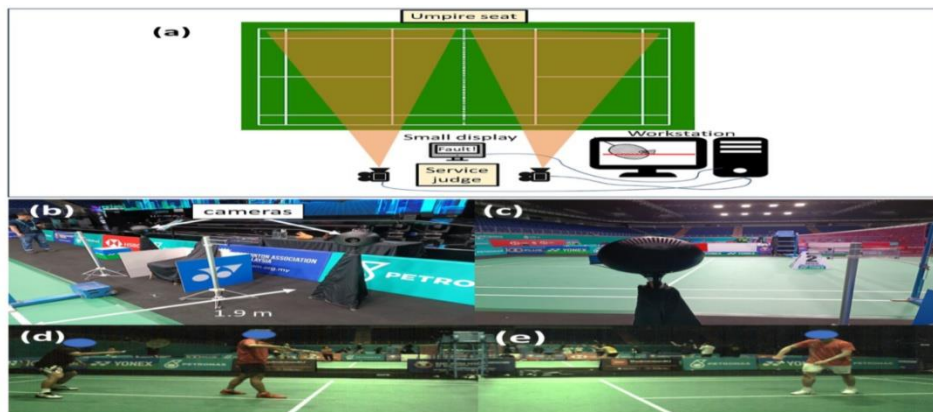
Pengolahan citra digital (*digital image processing*) adalah proses manipulasi terhadap citra digital menggunakan komputer untuk memperoleh informasi yang

relevan atau meningkatkan kualitas tampilan citra tersebut. Citra digital direpresentasikan sebagai matriks dua dimensi dari nilai intensitas atau warna piksel, yang bisa diproses untuk tujuan visualisasi, analisis, atau deteksi objek tertentu. Menurut Gonzalez dan Woods (2018), pengolahan citra mencakup teknik-teknik yang memungkinkan analisis citra dengan cara yang tidak bisa dilakukan oleh pengolahan citra konvensional, seperti segmentasi objek, deteksi tepi, ekstraksi fitur, hingga klasifikasi otomatis menggunakan kecerdasan buatan.

Arti pengolahan menurut kamus besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah suatu cara atau proses mengolah sesuatu supaya menjadi lain atau menjadi lebih sempurna. Sedangkan citra menurut KBBI berarti rupa atau gambar, dalam hal ini adalah gambar yang diperoleh menggunakan sistem visual. Secara keseluruhan pengolahan citra berarti suatu cara mengolah suatu citra menjadi citra lain yang lebih sempurna atau yang diinginkan. Dengan kata lain, pengolahan citra adalah suatu proses dengan masukan citra dan menghasilkan keluaran berupa citra seperti yang dikehendaki. Citra menurut kamus Webster berarti representasi, kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Sebagai contoh foto sebuah apel mewakili identitas buah apel tersebut di depan sebuah kamera.

Citra dapat berupa hasil fotografi, lukisan, atau gambaran serta corat-coret yang terjadi di kertas, kanvas, dan di layar monitor. Dapat dikatakan juga citra merupakan sebaran variasi gelap-terang, redup-cerah, atau warna-warni di suatu bidang datar.

Formalitas pengungkapan dengan angka-angka yang merepresentasikan variasi intensitas kecerahan atau warna pada arah mendatar dan tegak.



Gambar 2.2 pengolahan citra dalam permainan badminton

2.3 Permainan Badminton

Bulu tangkis merupakan olahraga populer di Indonesia dan dunia, dengan banyak turnamen nasional dan internasional. Badminton yaitu olahraga raket yang dimainkan oleh dua pemain (tunggal) atau dua pasangan pemain (ganda) yang bertujuan untuk memukul shuttlecock (kok) melewati net dan membuatnya jatuh di area lawan. Permainan ini dikenal karena kecepatan, ketangkasan, dan strategi yang dibutuhkan untuk mengalahkan lawan. Dalam badminton, peraturan yang diatur oleh Badminton World Federation (BWF) mencakup beberapa aspek penting. Seperti Servis harus dilakukan dari dalam area servis dengan raket berada di bawah pinggang, dan pemain tidak boleh menginjak garis servis saat melakukan servis, shuttlecock tidak boleh keluar dari garis yang sudah dibuat (Novri Gazali Romi Cendra 2020).

Dalam analisis permainan bulu tangkis tersebut, kesalahan-kesalahan yang sering terjadi seperti servis harus dilakukan dari dalam area servis dengan raket berada di bawah pinggang, dapat diatasi dengan pemanfaatan citra digital. Citra digital dalam penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kecurangan dan meminimalisir kesalahan pada permainan bulu tangkis. Nantinya dalam penelitian

ini objek citra yang digunakan adalah video, permainan bulu tangkis, dan pengolahan citra digital akan mendeteksi kecurangan dan kesalahan dalam permainan bulu tangkis dengan memanfaatkan video rekaman permainan bulu tangkis, dengan pengolahan citra digital akan menerapkan metode Single Shot Multibox Detector (SSD) untuk mendeteksi kondisi dan kesalahan dalam video. Metode ini memungkinkan analisis real-time terhadap tindakan pemain, sehingga pelanggaran seperti servis yang tidak sesuai atau kesalahan lainnya dapat teridentifikasi posisi secara akurat (Ferdiansyah, MR, Sari, MI, & Handayani, R. 2023).

Menurut regulasi dari Badminton World Federation (BWF), permainan bulu tangkis menggunakan sistem rally point dengan 21 poin per gim. Permainan terdiri dari 2 atau 3 gim (best of 3). Beberapa aturan penting meliputi:

1. Shuttlecock dinyatakan *in* jika jatuh di dalam garis lapangan lawan.
2. Pemain tidak boleh melakukan *double hit* atau memukul shuttlecock dua kali berturut-turut.
3. Saat servis, kaki tidak boleh menyentuh garis servis (foot fault).



Gambar 2.3 pemain badminton

2.4 Deteksi kecurangan Pada Permainan Badminton

Dalam pertandingan bulu tangkis yang berlangsung cepat, wasit dan hakim garis sering kali mengalami kesulitan untuk membuat keputusan yang akurat secara real-time. Kecepatan shuttlecock yang bisa mencapai lebih dari 300 km/jam serta pergerakan pemain yang dinamis menjadi tantangan tersendiri. Oleh karena itu, diperlukan sistem deteksi otomatis berbasis computer vision yang mampu membantu mendeteksi kejadian pelanggaran secara objektif dan real-time.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pendeteksi pelanggaran olahraga dengan teknologi *YOLO (You Only Look Once)*, *OpenPose*, dan *MediaPipe* untuk mendeteksi posisi tubuh pemain atau objek tertentu.

Namun, pendekatan menggunakan *SSD (Single Shot Multibox Detector)* sebagai detektor objek spesifik seperti shuttlecock, kaki pemain, dan garis

lapangan masih jarang digunakan secara terintegrasi untuk mendeteksi berbagai bentuk kecurangan dalam bulu tangkis.

Beberapa bentuk tindakan kecurangan atau pelanggaran dalam permainan bulu tangkis antara lain:

2.4.1. Foot Fault (Kesalahan Kaki saat Servis)

Kesalahan kaki terjadi ketika seseorang pemain melanggar posisi kakinya saat melakukan servis, seperti melangkahi atau melewati garis servis sebelum mengayunkan raket. Pelanggaran ini juga mencakup kesalahan posisi kaki yang tidak sesuai dengan ketentuan servis, contohnya kedua kaki tidak menempel pada permukaan lantai dengan stabil atau posisi kaki berada di luar zona servis yang ditetapkan.

2.4.2 Double Movement (Gerakan Ganda yang Tidak Alami)

Double movement merujuk pada kondisi ketika seorang pemain melakukan dua gerakan atau pergerakan berulang yang tidak efisien sebelum melakukan pukulan terhadap shuttlecock. Gerakan ini bisa berupa gerakan tipu daya (deception) yang disengaja untuk mengecoh lawan, atau bisa juga berupa kesalahan footwork yang mengindikasikan kurangnya efisiensi pergerakan pemain.

2.4.3 Foot On Line

Servis dalam bulu tangkis harus mematuhi beberapa aturan teknis oleh para pemain. Salah satu pelanggarannya dikenal sebagai larangan "Foot On Line". Larangan ini didefinisikan sebagai pelanggaran di mana kaki pemain menyentuh atau melewati garis servis saat melakukan servis. Menurut aturan resmi Federasi

Bulu Tangkis Dunia (BWF), saat shuttlecock dipukul, kedua kaki harus diam dan berada di belakang garis servis; oleh karena itu, jika ada bagian kaki yang menyentuh atau menginjak garis ini sebelum dan selama shuttlecock dipukul, maka akan dianggap sebagai servis fault. "Foot On Line" umumnya terjadi secara tidak sengaja, terutama dalam permainan cepat. Namun, terkadang hal ini juga bisa menjadi bentuk kecurangan tersembunyi yang dilakukan untuk mendekatkan bola ke net agar shuttlecock ditempatkan lebih tajam dan menyulitkan lawan.

2.4.4 High Service (servis tinggi)

Peraturan bulu tangkis memiliki batasan teknis yang harus dipatuhi setiap pemain saat melakukan servis. Salah satunya adalah tinggi servis. Pelanggaran aturan ini dikenal sebagai "servis tinggi". Istilah ini merujuk pada situasi di mana shuttlecock dipukul dari posisi yang terlalu tinggi, melebihi batas ketinggian yang diizinkan dalam peraturan resmi. Menurut peraturan Federasi Bulu Tangkis Dunia (BWF), sejak diperkenalkannya sistem "ketinggian servis tetap", pemain diwajibkan untuk memukul shuttlecock tidak lebih tinggi dari 1,15 meter dari permukaan lapangan saat melakukan servis. Memukul shuttlecock melebihi batas ini dianggap sebagai pelanggaran servis tinggi, atau "servis tinggi", dan servis tersebut dianggap sebagai kesalahan. Pelanggaran servis tinggi berdampak signifikan terhadap hasil pertandingan karena posisi pemukul yang lebih tinggi memungkinkan pemain melakukan pengembalian yang lebih tajam, lebih cepat, dan lebih sulit, yang dapat digunakan untuk mengecoh lawan atau mendapatkan keuntungan yang tidak adil.

2.5 Metode SSD (Single Shot Multibox Detector)

Metode Single Shot Multibox Detector (SSD) adalah metode deteksi objek yang efisien dan cepat. SSD dirancang untuk memberikan kecepatan tinggi dalam mendeteksi objek dengan menggabungkan prediksi bounding box dan klasifikasi objek dalam satu langkah. Hal ini menjadikannya sangat cocok untuk situasi yang memerlukan respons cepat, seperti dalam analisis pertandingan olahraga. Metode Single Shot Detection (SSD) merupakan salah satu algoritma yang efisien untuk tujuan ini, karena mampu memberikan hasil deteksi yang cepat dan akurat dengan komputasi yang relatif rendah (Althaf Adhari Rachman, & Ivan Maurits. 2023).

Pada penelitian ini metode Single Shot Multibox Detector (SSD) memiliki manfaat yang besar terutama dalam penerapan deteksi kecurangan pada pertandingan Badminton. SSD dirancang untuk memungkinkan deteksi objek cepat dengan menggabungkan prediksi kotak pembatas dan klasifikasi objek dalam satu langkah. Hal ini membuatnya sangat efisien untuk aplikasi waktu nyata seperti menganalisis pertandingan badminton. Kemampuan deteksi SSD yang cepat dan akurat memungkinkan sistem menganalisis video secara akurat dan memberikan umpan balik segera kepada wasit dan pemain mengenai pelanggaran. Selain itu, SSD memungkinkan untuk mendeteksi pola yang menunjukkan aktivitas penipuan, seperti layanan yang tidak tepat, dengan tingkat akurasi yang tinggi. Oleh karena itu, metode ini tidak hanya meningkatkan integritas permainan tetapi juga berkontribusi pada pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam konteks olahraga.

Cara kerja metode SSD :

1. Input Data

- Citra masukan berasal dari frame video pertandingan.
- Ukuran citra diubah menjadi 300×300 piksel sesuai standar SSD300.

2. Ekstraksi Fitur

- Citra diproses oleh VGG16 untuk menghasilkan *feature map* awal.
- *Extra feature layers* menghasilkan *feature map* tambahan untuk mendukung deteksi multi-skala.

3. Penerapan Default Boxes

- Pada setiap *cell* dari setiap *feature map*, SSD menempatkan sejumlah *default box* dengan rasio aspek berbeda.
- Skala default box dihitung secara linear dari s_{min} (misal 0.2) hingga s_{max} (misal 0.9).

4. Prediksi Lokasi dan Kelas

- SSD menghasilkan dua prediksi untuk setiap default box:
 - Offset posisi (dx, dy) dan ukuran (dw, dh).
 - Skor probabilitas untuk setiap kelas objek.

5. Seleksi Bounding Box

- NMS digunakan untuk membuang prediksi yang tumpang tindih.
- Hanya bounding box dengan confidence score ≥ 0.6 yang dipertahankan.

6. Output

- Objek yang terdeteksi diberi *bounding box* berwarna.
- Informasi objek dan probabilitas ditampilkan di atas bounding box.

2.6 Pengertian Python

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi (high-level programming language) yang bersifat interpreted, open-source, dan multi-paradigma. Python pertama kali dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1991 dan kini menjadi salah satu bahasa pemrograman paling populer, khususnya dalam bidang kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI), pembelajaran mesin (Machine Learning/ML), dan pengolahan citra (Computer Vision/CV).

Python dikenal sebagai bahasa yang sederhana, dinamis, dan efisien karena memiliki sintaksis mirip bahasa manusia sehingga mudah dipahami oleh pemula maupun peneliti profesional

Kelebihan Python dalam Computer Vision dan SSD

1. Sintaksis Sederhana Dan Mudah Dibaca

- Python dirancang dengan prinsip readability counts, sehingga alur kode lebih mudah dimengerti.
- Contoh sederhana (deteksi objek SSD dalam Python hanya membutuhkan beberapa baris kode).

2. Pustaka Lengkap dan kuat untuk Computer Vision Python memiliki banyak library

dan framework yang mendukung computer vision dan deep learning di antaranya:

- OpenCV (Open Source Computer Vision Library):

Untuk Image processing, object detection, dan tracking.

Contoh: membaca video pertandingan, memisahkan latar belakang, hingga visualisasi bounding box.

- TensorFlowdanKeras:

Framework *deep learning* untuk pelatihan model SSD (Single Shot Multibox Detector) secara *end-to-end*.

- PyTorch:

Digunakan untuk penelitian dan pengembangan model deteksi objek modern, termasuk varian SSD dan transfer learning.