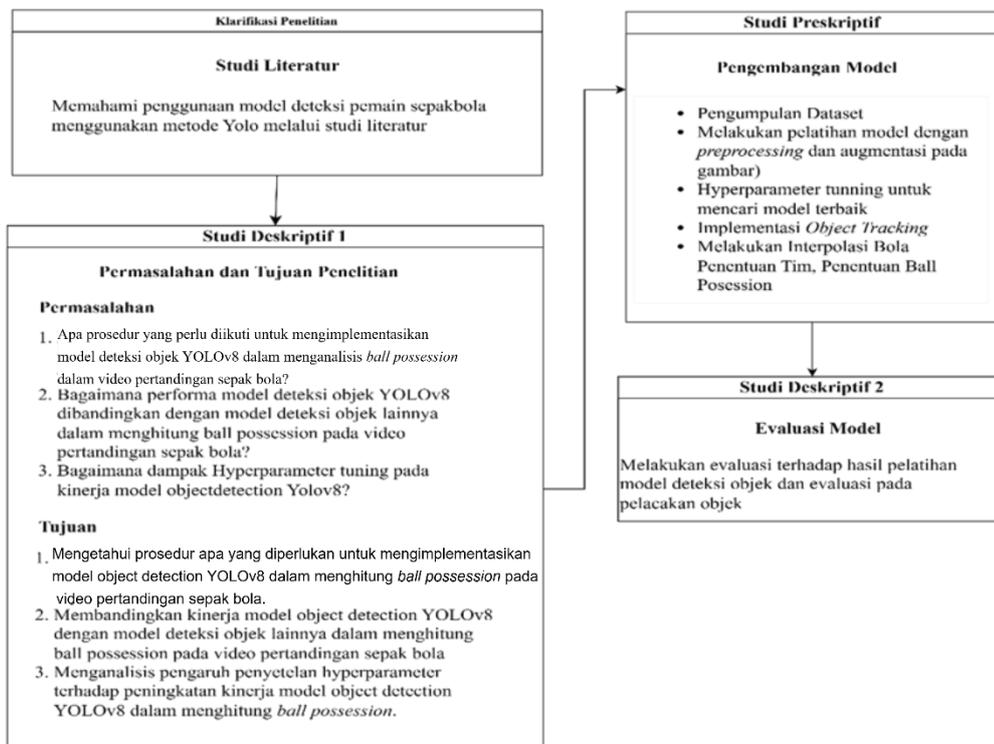


# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah serangkaian langkah atau prosedur yang telah direncanakan untuk penelitian yang dilakukan. Fokus penelitian ini untuk mengembangkan sebuah model YOLOv8 untuk menghitung *ball possession* pada suatu tim sepak bola dalam pertandingan sepak bola. Oleh karena itu, metode desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Design Research Methodology* (DRM). Langkah-langkah dalam metode penelitian ini meliputi studi literatur, studi deskriptif 1, studi preskriptif, dan studi deskriptif 2 (Wynn dan Clarkson, 2024). Dikarenakan penelitian ini menggunakan metode DRM, maka rangkaian alur pada penelitian bisa dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

### 3.1.1 Klarifikasi Penelitian

Tahap pertama penelitian ini adalah melakukan tinjauan pustaka. Hal ini bertujuan untuk memahami permasalahan yang berkaitan dengan deteksi pemain sepak bola menggunakan model YOLOv8. Referensi untuk analisis teori didapat dari berbagai jurnal dan buku untuk mendapatkan pemahaman lebih dalam mengenai perhitungan *ball possession* pemain sepak bola, metode penelitian yang akan digunakan, hingga pengimplementasian model YOLOv8.

### 3.1.2 Studi Deskriptif 1

Pada langkah selanjutnya, penelitian menggambarkan dan menjelaskan permasalahan yang ditemukan serta tujuan penelitian berdasarkan tinjauan literatur yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil dari analisis masalah ini digunakan sebagai landasan untuk merancang solusi terhadap tantangan penelitian yang ditetapkan sebagai tujuan akhir dari penelitian tersebut.

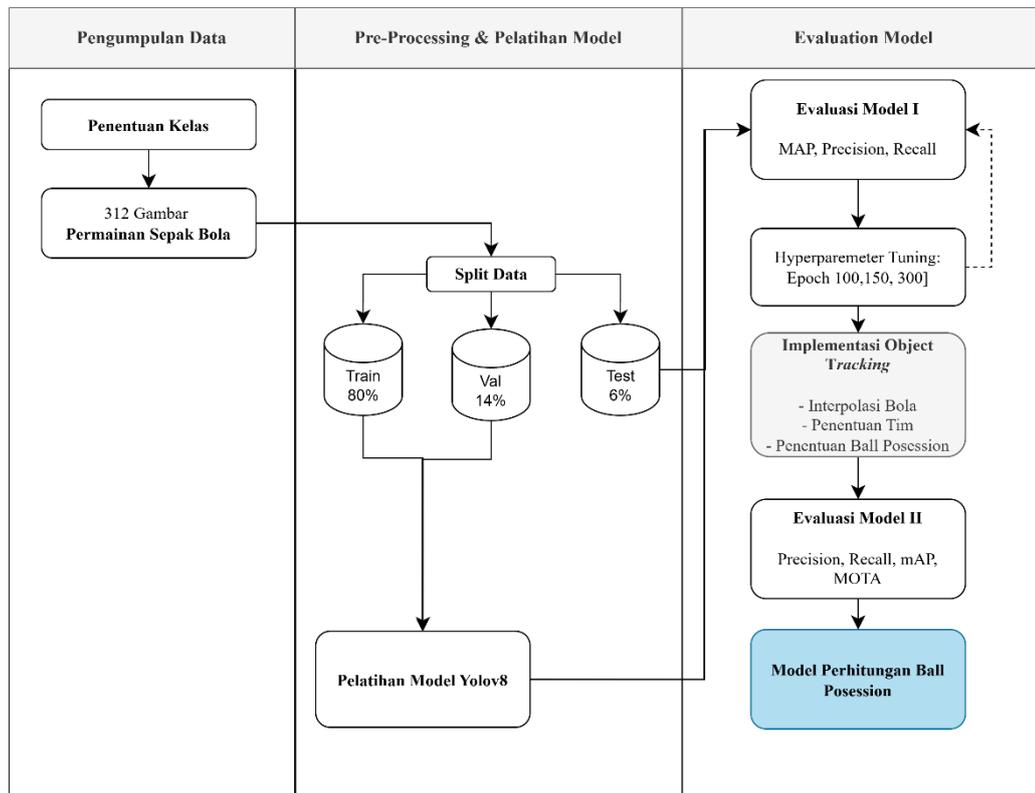
### 3.1.3 Studi Preskriptif

Pada tahap ini, dilakukan pengembangan model untuk mendeteksi pemain sepak bola sehingga mendapatkan jumlah *ball possession* kedua tim dengan menggunakan model YOLOv8. Tahapan pengembangan model ini didasarkan pada studi literatur sebelumnya dengan beberapa modifikasi untuk menyesuaikan dengan data gambar pertandingan sepak bola yang akan dianalisis. Setelahnya, model yang telah dikembangkan akan evaluasi menggunakan beberapa matrik penelitian seperti *Presisi*, *Recall*, dan *mAP*.

#### 3.1.3.1 Pengembangan Model

Dalam pengembangan model deteksi pemain sepak bola guna melacak gerak pemain maka terdapat beberapa tahapan didalamnya. Model yang akan digunakan menggunakan algoritma YOLOv8, dimana algoritma ini bertujuan untuk mendeteksi pemain dan untuk melacaknya atau mengenali tiap pemain maka digunakan algoritma *ByteTrack*. Pengembangan model dibagi menjadi beberapa tahap yakni pengumpulan data, kemudian melalui tahap *preprocessing* dan pelatihan model, kemudian setelah mendapat model terbaik, maka model akan

diimplementasikan dengan *object tracking* untuk mendapat hasil dari penelitian. Alur dari pengembangan model ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Prosedur Pengembangan Model Deteksi Pemain Sepak bola

### 3.1.3.2 Pengumpulan Data

Tahapan pertama pada penelitian ini adalah pengumpulan data dengan menentukan kelas-kelas yang dapat mempengaruhi perhitungan *ball possession* pada pertandingan sepak bola. Terdapat empat kelas yang sudah ditentukan yakni *player*, *ball*, *referee*, dan *goalkeeper*. Selanjutnya dataset yang digunakan pada penelitian ini dikembangkan oleh Roboflow dan pernah digunakan pada penelitian Athilakshmi dkk., (2023). Besar persentase pada train dipilih 80% sebab sedikitnya jumlah gambar pada dataset. *Dataset* ini berisi 312 gambar klip dari pertandingan sepak bola. Dalam dataset tersebut sudah terdapat anotasi atau angka koordinat di mana setiap pemain berada pada gambar. Dataset ini akan dipanggil ke dalam pemodelan menggunakan API yang sudah disiapkan dan disesuaikan dengan model YOLOv8.

### 3.1.3.3 Preprocessing & Pelatihan Model YOLOv8

#### a. Pelatihan Model

Setelah pengumpulan data, proses selanjutnya adalah pelatihan model atau *model training* yang merupakan proses untuk melatih model yang telah dibangun. YOLOv8m dipilih dalam penelitian ini karena jika dilihat pada state of the art algoritma YOLOv8 ini memiliki performa yang baik dibandingkan dengan algoritma lainnya dan pada penelitian (Panja dkk., 2024) penggunaan YOLOv8m mampu mendapatkan hasil yang paling tinggi pada klasifikasi dengan berbagai kondisi pada gambar dibandingkan versi YOLOv8 lainnya. Pada tahap ini model disusun oleh data latih atau *training set* kemudian divalidasi menggunakan data validasi. Jumlah *batch size* yang dipakai pada penelitian ini sebesar 8, karena nilai tersebut cocok untuk dataset yang jumlahnya sedikit atau kecil (Lou, dkk., 2023). Pada penelitian (Pawłowski, dkk., 2024) disebutkan bahwa model akan berjalan secara efisien jika dimensi pada gambar sebesar 640x640, sehingga pada penelitian ini dilakukan preprocessing data dengan mengubah semua ukuran dimensi pada gambar sebesar 640x640. Dilakukan juga augmentasi data dengan cara melakukan *flip secara horizontal* hal ini dilakukan untuk menambahkan variasi data sehingga model bisa belajar secara optimal (Zendehdel dkk., 2023). Learning rate yang dipilih sebesar 0.0001 karena pada penelitian Zhang, dkk., (2020) dengan pemilihan besar learning rate seperti itu cocok dengan *object detection*. Pada proses pembangunan model seperti augmentasi data, preprocessing data berupa resize, penentuan learning rate dan pemilihan model YOLOv8m merupakan pembaharuan dari penelitian sebelumnya yakni Shankara. V dkk., (2024) dan video youtube terbaru tentang *object detection* pada sepak bola dari semenjak penelitian ini dibuat.

#### b. Hyperparameter Tuning

Pada pelatihan model dilakukan *hyperparameter tuning* dengan tujuan untuk mencari komposisi parameter yang terbaik dalam pelatihan model ini. Parameter yang akan dilakukan *hyperparameter tuning* adalah jumlah *epoch* sebab semakin tingginya nilai *epoch* maka model akan semakin baik. Pada penelitian Alsaadi dan El Abbadi (2019) menyebutkan bahwa semakin banyak *epoch* maka model akan semakin baik dan menunjukkan bahwa penggunaan 100 *epoch* menghasilkan

model yang bagus, namun dengan penggunaan 150 *epoch* hasilnya akan semakin baik tapi memakan waktu yang lama. Dalam proses pengembangan model, pengaturan *hyperparameter* merupakan langkah krusial untuk mencapai kinerja optimal. Sehingga pada eksperimen ini menggunakan jumlah *epoch* sebanyak 100, dan 150, dan 300. Penggunaan jumlah *epoch* 300 untuk memastikan bahwa model terjadi peningkatan secara performa atau tidak. Dengan mengubah-ubah nilai *epoch*, peneliti berharap dapat mengamati bagaimana perubahan jumlah iterasi pelatihan mempengaruhi kinerja model.

### 3.1.3.4 Implementasi Objek Tracking

Setelah mendapatkan model terbaik tahap selanjutnya adalah melakukan pendekatan algoritma pelacakan *ByteTrack*. Algoritma *ByteTrack* pada penelitian sebelumnya V, dkk. (2024) telah teruji dan mampu melacak objek pada pertandingan sepak bola dengan kelas player, ball, referee, dan goalkeeper. Pada penelitian V, dkk. (2024) disebutkan juga bahwa penggunaan YOLOv8 dengan *ByteTrack* mampu membuat model menjadi lebih baik. Implementasi *ByteTrack* dimulai dengan mengintegrasikan hasil deteksi YOLOv8 ke dalam sistem pelacakan. Hasil deteksi dari setiap *frame* diolah untuk menentukan identitas dan posisi dari objek yang terdeteksi.

#### a. Interpolasi Posisi Bola

Dalam deteksi objek, khususnya dalam konteks yang melibatkan objek dengan skala ukuran yang kecil, tantangan signifikan muncul, terutama terkait seberapa baik model dapat mendeteksinya. Pada Penelitian Xianbao dkk. (2021) disebutkan bahwa objek yang memiliki skala ukuran kecil akan mengalami kesulitan ketika dilakukan deteksi sehingga diperlukannya interpolasi. Dalam konteks penelitian ini, bola sepak yang ukurannya relatif kecil dibandingkan dengan objek lain seperti pemain, sering kali menghadapi masalah serupa. Oleh karena itu, interpolasi posisi bola menjadi langkah penting untuk memastikan bahwa posisi bola dapat diprediksi dengan lebih akurat ketika tidak terdeteksi secara jelas oleh model deteksi objek. Proses interpolasi ini membantu mengisi celah-celah deteksi dengan mengestimasi posisi bola berdasarkan data yang tersedia dari *frame*

sebelumnya dan sesudahnya, sehingga diharapkan performa model dalam melacak dan menganalisis pergerakan bola selama pertandingan (Cenitta dkk., 2021). Penerapan interpolasi bola secara *backfill dan forwardfill* merupakan pembaharuan dari penelitian sebelumnya.

#### **b. Penentuan Tim Pemain**

Pengelompokan pemain ke dalam dua tim berdasarkan warna jersey merupakan langkah krusial dalam analisis pertandingan sepak bola. Sehingga perlu dilakukan pengelompokan menjadi 2 tim, dimana dibedakan dengan cara menggunakan informasi visual (warna jersey) dengan melakukan implementasi *K-Means Clustering*. Pada penelitian Basar dkk. (2020) *K-Means Clustering* telah terbukti efektif dalam mengklasifikasikan objek berdasarkan warna seragam yang dikenakan oleh pemain. Dengan menerapkan metode *K-Means Clustering*, proses pengelompokan pemain dapat dilakukan secara otomatis dengan mengidentifikasi kelompok warna pada gambar, yaitu warna jersey masing-masing tim.

#### **c. Penentuan *Ball Possession***

Pada tahap ini akan dilakukan pengukuran jarak antara bola dengan pemain menggunakan rumus *euclidean distance*. Penggunaan euclidian distance ini merujuk pada penelitian Dilanka, dkk. (2020) yang menggunakan rumus ini untuk menghitung jarak terdekat dari dua objek dan pada penelitian V. Shankara, dkk. (2024) yang menggunakan rumus ini untuk menghitung jarak terdekat antara bola dengan pemain sepak bola. Sehingga pemain yang jaraknya paling dekat dengan bola dianggap menguasai bola. Dengan menerapkan pendekatan ini, penugasan *ball possession* dapat diharapkan lebih akurat dan objektif, memberikan wawasan yang lebih mendalam terhadap dinamika permainan di lapangan. Serta dilakukan penentuan jarak maksimal yang ditolelir oleh euclidian distance sebesar 40 pixel sama pada penelitian V. Shankara, dkk. (2024).

$$d = \sqrt{[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]} \quad (1)$$

$(x_2 - x_1)$  = Jarak satu titik koordinat

$(y_2 - y_1)$  = Jarak satu titik koordinat yang lain

Terdapat juga cara perhitungan ball possession yang bisa dilakukan selain menggunakan cara ini yakni pada penelitian (Sarkar dkk., 2019) yang menggunakan jumlah *passing* atau operan untuk menghitung *ball possession*, namun hal ini tidak sesuai dengan definisi dari *ball possession* itu sendiri yakni seberapa lama sebuah tim dapat mempertahankan bola dalam penguasaan mereka selama pertandingan (Ferioli, dkk., 2020) sehingga metode ini tidak mampu untuk menggambarkan secara penuh kondisi ball possession.

### 3.2 Studi Deskriptif 2

Setelah dilakukan pembangunan model dilakukan evaluasi terhadap model yang sudah didapat. Hal ini berguna untuk menarik kesimpulan dari model yang dibangun. Hasil model yang telah dibangun dilakukan evaluasi pada data validasi hal ini digunakan untuk menemukan konfigurasi hyperparameter yang paling optimal tanpa melihat data *test*. Setelah mendapatkan model terbaik selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap data tes dengan begitu hasil dari evaluasi tidak akan bias karena model tidak melihat atau mempelajari data tes. Parameter yang digunakan serupa dengan penelitian V, dkk. (2024) yaitu mencari nilai dari *precision*, *recall*, *mAP* serta terdapat parameter perhitungan tambahan untuk mengevaluasi kinerja *object tracking* yaitu MOTA sama seperti pada penelitian terdahulu Dilanka, dkk., (2020). Mota merupakan metrics yang biasa digunakan dalam mengukur performan *object tracking* (Weng dkk., 2020)

### 3.3 Instrumen Penelitian

Alat yang digunakan untuk pengumpulan data pada penelitian ini atau bisa disebut instrumen penelitian berupa *precision*, *recall*, *mAP*, dan MOTA yang digunakan untuk membantu dalam proses pelatihan model. Berikut merupakan rumus perhitungan dari *precision*, *recall*, *mAP*, dan MOTA.

#### 1. *Precision*

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

#### 2. *Recall*

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

#### 3. *mAP*

$$RAP = \sum_{k=0}^{k=n-1} [Recall(k) - Recall(k+1)] * Precision(k) \quad (4)$$

$$mAP = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{k=n-1} APk \quad (5)$$

#### 4. MOTA

$$MOTA = 1 - \frac{\Sigma t(FNt + FPt + IDt)}{\Sigma GTt} \quad (6)$$

#### 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam mendukung kesuksesan penelitian, diperlukan sarana dan prasarana berupa *software* dan *hardware* yang digunakan untuk mengumpulkan data, menjalankan program, dan sebagai dokumentasi penelitian. Sarana penelitian mencakup bahan literatur, penelitian terkait, dan data yang akan dianalisis. Dalam penelitian ini, alat penelitian yang digunakan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak dengan spesifikasi yang disebutkan pada Tabel 3.1 dan 3.2:

Tabel 3.1

Konfigurasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Penelitian

Konfigurasi		Keterangan
<i>Hardware</i>	Processor	Ryzen 7 5820U
	RAM	16 GB
	GPU	AMD Radeon
<i>Software</i>	Sistem operasi	Windows 11
	Python	3.10
	IDE	Visual Studio Code, Colab

Tabel 3.2  
Daftar *Library*

<b>Library</b>	<b>Modul</b>
Roboflow	Dataset
Ultralytics	Model YOLOv8
Matplotlib	Visualisasi
Cv2 (opencv)	Pemrosesan Gambar
Numpy	Pengolahan Data
Pandas	Pengolahan Data
Motmetrics	Metrik Pelacakan
Sklearn	<i>Clustering</i>

### 3.5 Analisis Data

Setelah mendapatkan hasil dari tiap percobaan pelatihan yang dilakukan terhadap model dengan evaluasi. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola, tren, dan temuan yang signifikan yang dapat menjelaskan kinerja model. Pada analisis data dilakukan perbandingan kinerja model pada berbagai konfigurasi hyperparameter serta melakukan identifikasi konfigurasi mana yang menghasilkan hasil terbaik berdasarkan metrik evaluasi yang telah dipilih. Metrik-metrik mencakup, *precision*, *recall* dan mAP, serta terdapat matrik tambahan dalam mengevaluasi dari model yang telah diimplementasikan *object tracking* yaitu MOTA. Serta dilakukan visualisasi hasil data yang didapat untuk memahami kinerja model secara lebih intuitif.