

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam industri pertanian, identifikasi dan penghitungan jumlah buah pada pohon merupakan salah satu bagian penting dalam proses panen. Informasi mengenai jumlah buah yang dihasilkan dapat membantu petani dan pedagang dalam penentuan harga jual yang adil. Namun, proses penghitungan manual sering kali tidak akurat dan memakan waktu yang lama, sehingga dapat menyebabkan kerugian bagi kedua belah pihak.

Dengan perkembangan teknologi di bidang *computer vision* dan *machine learning*, metode deteksi objek berbasis *deep learning* menjadi solusi yang menjanjikan untuk mengatasi permasalahan ini. Terdapat beberapa algoritma *deep learning* yang sering digunakan untuk deteksi objek, di antaranya adalah *Faster R-CNN*, *YOLO (You Only Look Once)*, dan *SSD (Single Shot Detector)*.

Faster R-CNN merupakan algoritma deteksi objek yang terdiri dari dua tahap, yaitu tahap region proposal dan tahap klasifikasi. Algoritma ini memiliki akurasi yang tinggi dalam mendeteksi objek, namun membutuhkan waktu komputasi yang relatif lebih lama dibandingkan algoritma deteksi objek satu tahap seperti *YOLO* dan *SSD*.

Di sisi lain, *YOLO* memiliki keunggulan dalam hal kecepatan proses deteksi yang lebih tinggi dibandingkan algoritma deteksi objek lainnya. Penelitian

sebelumnya telah mengembangkan model deteksi buah jeruk menggunakan YOLOv4 dengan dataset COCO, namun performa model tersebut masih dapat ditingkatkan melalui modifikasi arsitektur atau pemilihan hyperparameter yang tepat. YOLO sendiri sudah ada versi pengembangan dari YOLOv4 tersebut menjadi YOLOv7 yang memiliki beberapa perubahan dalam arsitektur dan metode training.

SSD juga merupakan algoritma deteksi objek satu tahap yang memiliki kecepatan deteksi yang tinggi. Berbeda dengan YOLO yang menggunakan satu ukuran grid untuk deteksi objek, SSD menggunakan beberapa ukuran grid yang berbeda untuk mendeteksi objek dengan skala yang bervariasi. Hal ini memungkinkan SSD untuk mendeteksi objek dengan lebih akurat, terutama untuk objek dengan ukuran yang kecil.

Ketiga algoritma ini tentunya membutuhkan data untuk bisa melakukan tugas deteksi. Untuk menyediakan data terhadap algoritma, COCO dataset merupakan salah satu penyedia dataset berbentuk gambar yang didalamnya terdiri dari gambar natural dari *scene* yang kompleks yang berisi banyak objek yang salah satunya adalah buah jeruk sehingga bisa digunakan sebagai penyedia data latihan untuk ketiga model deteksi objek.

Berdasarkan informasi terkait permasalahan dalam industri jeruk dan teknologi deteksi objek yang ada saat ini, dibutuhkan model deteksi yang efektif untuk skenario deteksi buah jeruk pada pohon. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan dua tugas utama yaitu klasifikasi biner untuk membedakan objek buah jeruk dari latar belakang yang kompleks (daun,

ranting, dan objek lainnya), dan penghitungan jumlah total buah jeruk yang terdeteksi dalam satu sisi citra tunggal pohon jeruk. Untuk mencapai tujuan ini, penelitian akan melakukan evaluasi komparatif terhadap tiga arsitektur deteksi objek yang representatif: Faster R-CNN, YOLOv7, dan SSD. Ketiga model ini dipilih untuk memberikan perbandingan yang komprehensif dari berbagai jenis detektor objek.

Faster R-CNN dipilih sebagai perwakilan dari *two-stage detector*, yang dikenal memiliki presisi tinggi dalam lokalisasi objek, menjadikannya *baseline* yang kuat untuk akurasi.

YOLOv7 merepresentasikan *state-of-the-art one-stage detector* yang menawarkan keseimbangan optimal antara kecepatan dan akurasi, yang sangat relevan untuk aplikasi real-time.

SSD dipilih karena pendekatannya yang unik dalam menggunakan *multi-scale feature maps*, yang secara teoretis efektif untuk mendeteksi objek dengan ukuran bervariasi, sebuah tantangan umum dalam citra buah di pohon.

Dengan membandingkan ketiga model ini pada tugas spesifik deteksi dan penghitungan jeruk, penelitian ini akan mengidentifikasi arsitektur yang paling efektif dan efisien, tidak hanya dari segi akurasi deteksi (mAP) tetapi juga dari metrik yang berorientasi pada aplikasi seperti *precision* dan *recall*, yang secara langsung memengaruhi akurasi penghitungan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem deteksi objek berbasis deep learning yang dapat

diimplementasikan pada masalah-masalah nyata di bidang pertanian. Dengan membandingkan performa dari tiga algoritma deteksi objek yang berbeda, yaitu Faster R-CNN, YOLOv7, dan SSD, penelitian ini dapat memberikan wawasan yang lebih komprehensif mengenai kelebihan dan kekurangan masing-masing algoritma dalam konteks deteksi dan penghitungan jeruk pada citra tunggal pohon jeruk. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya terkait aplikasi deep learning untuk deteksi objek di bidang pertanian.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, terdapat beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi, yaitu:

- 1) Proses penghitungan jumlah buah jeruk pada pohon secara manual sering kali tidak akurat dan memakan waktu yang lama, sehingga dapat menyebabkan kerugian bagi petani dan pedagang
- 2) Meskipun penelitian sebelumnya telah mengembangkan model deteksi buah jeruk menggunakan YOLOv4 (Dinataputra et al., 2024), performa model tersebut masih dapat ditingkatkan melalui modifikasi arsitektur atau pemilihan *hyperparameter* yang tepat
- 3) Belum ada perbandingan yang komprehensif antara kinerja model deteksi objek Faster R-CNN, YOLOv7, dan SSD khususnya dalam konteks deteksi dan penghitungan jeruk pada citra tunggal sisi pohon jeruk

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan membandingkan kinerja tiga model deteksi untuk penghitungan jeruk pada citra tunggal pohon jeruk, yaitu model Faster R-CNN, model YOLOv7, dan model SSD.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini akan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

- 1) Tugas deteksi objek dalam penelitian ini didefinisikan sebagai masalah klasifikasi biner, di mana model hanya akan dilatih untuk mendeteksi satu kelas, yaitu 'jeruk'.
- 2) Fokus evaluasi adalah pada akurasi penghitungan jumlah total buah jeruk dalam satu citra uji.
- 3) Evaluasi kinerja utama akan ditekankan pada metrik Precision, Recall, dan F1-Score karena relevansinya yang tinggi terhadap akurasi penghitungan, sementara mAP akan digunakan sebagai metrik evaluasi standar pendukung.
- 4) Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dataset COCO, serta dataset buah jeruk yang dikumpulkan dari perkebunan di Desa Belantih, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli.
- 5) Penelitian ini tidak mencakup integrasi model deteksi objek ke dalam aplikasi atau sistem yang siap digunakan oleh petani dan pedagang jeruk, namun hanya terbatas pada pengembangan dan perbandingan kinerja model.
- 6) Proses deteksi dilakukan dengan data uji foto pada kondisi cahaya yang cukup sehingga bisa melihat kapabilitas dari ketiga model objek deteksi pada kondisi ideal.

Dengan adanya pembatasan masalah ini, diharapkan penelitian dapat berfokus pada tujuan utama yaitu membandingkan kinerja tiga model deteksi objek buah jeruk, sehingga dapat memberikan rekomendasi solusi terbaik untuk membantu proses panen jeruk.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana prosedur klasifikasi biner dan penghitungan jumlah buah jeruk pada citra tunggal sisi pohon jeruk menggunakan algoritma Faster R-CNN, YOLOv7, dan SSD?
- 2) Bagaimana performansi dari klasifikasi biner dan penghitungan buah jeruk pada 1 citra pohon jeruk dari model Faster R-CNN, YOLOv7, dan SSD berdasarkan analisa *train loss* dan *validation loss*, *precision*, *recall*, *F1-Score*, mAP, dan latensi deteksi citra?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengembangkan model deteksi objek berbasis Faster R-CNN, YOLOv7, dan SSD untuk mendeteksi serta menghitung buah jeruk pada citra tunggal sisi pohon.

- 2) Membandingkan kinerja antara model deteksi objek berbasis Faster R-CNN, YOLOv7, dan SSD dalam hal akurasi penghitungan berdasarkan analisa *train loss* dan *validation loss*, *precision*, *recall*, *F1-Score*, mAP, dan latensi deteksi citra.

Dengan tercapainya tujuan-tujuan tersebut, diharapkan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi solusi terbaik untuk membantu petani dan pedagang jeruk dalam proses panen, serta menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya terkait pengembangan model deteksi objek berbasis deep learning.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- 1) Bagi Petani dan Pedagang Jeruk
 - a) Membantu meningkatkan akurasi dalam proses penghitungan jumlah buah jeruk pada pohon, sehingga dapat mengurangi kerugian yang disebabkan oleh kesalahan perhitungan.
 - b) Memberikan solusi teknologi yang dapat mempercepat proses penghitungan buah jeruk, sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga.
- 2) Bagi Pengembang Sistem Berbasis Computer Vision
 - a) Menyediakan referensi perbandingan kinerja antara model deteksi objek berbasis Faster R-CNN, YOLOv7, dan SSD khususnya dalam

konteks konteks deteksi dan penghitungan jeruk pada citra tunggal sisi pohon jeruk.

3) Bagi Akademisi

- a) Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang computer vision, khususnya terkait metode deteksi objek berbasis deep learning.
- b) Menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya yang ingin mengembangkan atau membandingkan model deteksi objek untuk aplikasi di bidang pertanian atau perkebunan.

Dengan manfaat-manfaat tersebut, diharapkan hasil penelitian ini dapat berdampak positif bagi petani dan pedagang jeruk, serta memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi computer vision yang dapat diimplementasikan pada masalah-masalah nyata di industri pertanian.

