

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh (Berndt et al., 2023) dengan melakukan evaluasi YOLOv8-CNN untuk deteksi manusia dari citra udara nadir dalam aplikasi *search and rescue*, dengan dataset yang mencakup variasi *ground sample distance* hingga 5 cm dan augmentasi rotasi serta perubahan warna. Model mencapai akurasi tinggi meskipun tantangan visual signifikan, dan arsitektur nadir yang spesifik membantu memberi wawasan penerapan YOLOv8 pada objek manusia dalam skala kecil dan kondisi operasional nyata.

Studi oleh (Terven et al., 2023) menyajikan tinjauan komprehensif evolusi YOLO dari v1 hingga v8, mencakup perbandingan struktur *backbone*, mekanisme *anchor free*, serta peningkatan efisiensi dan akurasi. Analisis terhadap perkembangan tersebut menjadi landasan yang relevan untuk memahami karakteristik teknis YOLOv8, khususnya dalam konteks implementasinya untuk deteksi manusia secara *real time* dalam bidang forensik digital.

Investigasi dari (Reis et al., 2023) memperkenalkan modul *real time flying object detection* menggunakan YOLOv8, mencapai mAP50 hingga 99,1 % serta kecepatan inferensi sekitar 50 fps pada video 1080p. Parameter seperti kecepatan inferensi yang tinggi serta performa yang *robust* terhadap *occlusion* dan variasi ukuran objek memiliki relevansi tinggi dan aplikatif untuk deteksi manusia yang bergerak secara *real time*.

YOLOv8 secara konsisten menunjukkan performa yang lebih unggul dibanding YOLOv5 dalam mendeteksi manusia pada dataset sintetik EO/IR maupun citra visual biasa, dengan peningkatan signifikan pada nilai *Precision* dan *Recall* (Ma Muriyah et al., 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh (Sapkota et al., 2024) membandingkan algoritma YOLOv8 dengan Mask R-CNN dalam tugas segmentasi objek pada lingkungan kompleks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa YOLOv8 mampu menghasilkan nilai *precision* sebesar 0,90 dan *recall* sebesar 0,95 pada kondisi multi-objek, serta memiliki waktu inferensi yang lebih rendah, yaitu sekitar 7 hingga 10 milidetik. Penelitian tersebut mempertegas keunggulan YOLOv8 dalam merespons secara *real time* dan menghasilkan prediksi *bounding box* yang efisien, menjadikannya lebih unggul dibandingkan pendekatan segmentasi lainnya dalam konteks deteksi objek cepat dan akurat.

Penelitian sistem deteksi anomali berbasis pakaian menggunakan YOLOv8 dalam skenario CCTV, dengan metode pelatihan dan adaptasi terhadap kondisi pencahayaan dinamis yang relevan dengan kebutuhan forensik digital, meskipun berfokus pada keamanan area terbatas (B & Bajpai, 2024).

International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science (IRJMETS) menyajikan review mendetail penggunaan model deteksi objek (termasuk YOLO dan YOLOv8) dalam konteks analisis bukti forensik dan investigasi tempat kejadian perkara (*crime scene investigation*). Jurnal tersebut membahas secara sistematis bagaimana YOLO

dapat mempercepat dan meningkatkan akurasi identifikasi visual pada *crime scene*, serta potensi otomatisasi dalam analisis bukti digital. PDF lengkap tersedia dalam versi *open access* di IRJMETS 2024 Volume 6 Issue 4 “REVIEWING THE IMPACT OF YOLO ON FORENSIC EVIDENCE ANALYSIS” (Kolhatkar et al., 2024).

Ali Hassan Sodhro memperkenalkan varian YOLOv8 - IDS (*Intrusion Detection Systems*) untuk deteksi intrusi manusia, mengukur tingkat *confidence* 76,6% dan menjelaskan korelasi logaritmik antara luminansi rendah dan performa deteksi *real time*. Meskipun tidak menyebut eksplisit konteks forensik, hasilnya sangat berguna untuk menangani kondisi video di lingkungan nyata seperti forensik digital (Kannam et al., 2025).

Studi oleh Nofrian Deny Hendrawan & Raenu Kolandaisamy membandingkan YOLOv8 dan YOLO - NAS untuk deteksi manusia dalam kondisi pencahayaan rendah, memperlihatkan kelebihan YOLOv8 dalam *precision* dan *recall* saat lingkungan gelap (Hendrawan & Kolandaisamy, 2023).

Jurnal dari Xu membahas penggunaan YOLOv8 dalam deteksi aktivitas manusia dengan penekanan pada pengoptimalan fungsi *loss* seperti DIoU (*Distance IoU*) dan CioU (*Complete IoU*). Penulis menjelaskan bahwa DIoU dan CioU mempercepat konvergensi model dan meningkatkan akurasi *bounding box*, sehingga dapat meningkatkan metrik seperti *F1-Score* dan *mAP@0.5* komponen penting dalam evaluasi performa yang akan dilakukan dalam penelitian ini (Xu et al., 2025).

B. Perkembangan YOLO

Algoritma You Only Look Once (YOLO) telah menjadi salah satu pendekatan paling signifikan dalam bidang *object detection* karena kemampuannya mendeteksi dan mengklasifikasi objek secara *real time* dengan efisiensi tinggi. Algoritma YOLO pertama kali dikembangkan oleh Joseph Redmon pada tahun 2016 dengan memproses gambar secara keseluruhan (*global context*) dalam satu tahap inferensi, berbeda dengan metode dua tahap seperti R-CNN atau Fast R-CNN yang memisahkan proses region proposal dan klasifikasi.

1. YOLOv1 - Revolusi *Single Stage Detection*

YOLOv1 merupakan versi pertama dari algoritma YOLO yang memperkenalkan pendekatan deteksi objek berbasis grid, di mana citra dibagi menjadi beberapa sel grid, dan setiap sel bertanggung jawab untuk memprediksi *bounding box* serta probabilitas kelas. Keunggulan utama dari YOLOv1 terletak pada kecepatan inferensinya yang tinggi, meskipun tingkat akurasi terhadap objek berukuran kecil masih menjadi kendala (Redmon et al., 2016).

2. YOLOv2 (YOLO9000) - Penyempurnaan Akurasi dan Resolusi

YOLOv2 dikembangkan pada tahun 2017 mengalami peningkatan performa melalui penerapan *Batch Normalization*, penggunaan *Anchor Boxes*, serta integrasi arsitektur Darknet-19. Model ini juga dilatih secara multi-label dengan menggabungkan dataset ImageNet dan COCO, sehingga mampu mengenali lebih dari 9000 kelas objek (Redmon & Farhadi, 2017).

3. YOLOv3 - Deteksi Multi skala dan *Backbone* Darknet 53

YOLOv3 memperkenalkan Darknet 53 sebagai *backbone* yang lebih dalam dan lebih kuat. Selain itu, YOLOv3 mampu melakukan deteksi objek pada tiga skala berbeda, meningkatkan kemampuan deteksi terhadap objek kecil (Ehsani et al., 2018).

4. YOLOv4 - Kombinasi Teknik Modern

YOLOv4 dikembangkan oleh Alexey Bochkovskiy pada tahun 2020 dengan memanfaatkan berbagai teknik modern seperti *Cross Stage Partial Networks* (CSPNet), *Mish activation*, SPP, dan *DropBlock*. Kombinasi ini membuat YOLOv4 sangat stabil dan unggul dalam mAP serta kecepatan (Bochkovskiy et al., 2020).

5. YOLOv5 - Kemudahan Akses Berbasis PyTorch

YOLOv5 meskipun bukan versi resmi yang dikembangkan oleh Joseph Redmon, berhasil memperoleh popularitas luas berkat pengembangan oleh Ultralytics menggunakan framework PyTorch yang lebih fleksibel dan ramah pengguna. Model ini dirancang dengan arsitektur yang modular, ringan, serta efisien, sehingga mendukung proses pelatihan ulang (*fine-tuning*) dan implementasi praktis dalam berbagai skenario deteksi objek (Ultralytics, n.d.).

6. YOLOv6 dan YOLOv7-Optimalisasi Industri

YOLOv6 dan YOLOv7 memperkenalkan sejumlah inovasi yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan industri. Secara khusus, YOLOv7 mengimplementasikan teknik *Re-parameterization Planning* dan *Extended*

Efficient Layer Aggregation Network (E-LAN), serta menunjukkan kinerja tinggi pada pengujian benchmark COCO tanpa memerlukan perangkat keras dengan spesifikasi tinggi (Wang et al., 2023).

7. YOLOv8 - *Anchor Free* dan Arsitektur Modern

YOLOv8 merupakan versi terbaru dari Ultralytics dengan mengadopsi pendekatan *anchor free* dan *decoupled head* yang memisahkan tugas klasifikasi dan regresi *bounding box*. Arsitektur baru menggunakan *backbone* C2f, serta fungsi *loss Distribution Focal Loss* (DFL) dan CIOU Loss untuk stabilitas dan akurasi tinggi (Ultralytics, n.d.).

C. Visualisasi GUI

Visualisasi dalam aplikasi deteksi objek merupakan aspek krusial yang menentukan sejauh mana informasi hasil inferensi dapat dipahami dan dianalisis oleh pengguna. Kehadiran antarmuka pengguna grafis (*Graphical User Interface/GUI*) memungkinkan pengguna tidak hanya untuk melihat hasil deteksi secara *real time*, namun juga untuk berinteraksi dengan aplikasi secara efisien. Salah satu studi yang menyoroti hal ini adalah penelitian yang dilakukan oleh (J. Sun et al., 2022), yang mengembangkan perangkat lunak JustDeepIt, yakni platform *open source* untuk analisis citra berbasis *deep learning* yang mengintegrasikan deteksi objek, segmentasi instance, dan deteksi objek salien ke dalam satu sistem GUI interaktif. GUI ini dibangun menggunakan FastAPI dan menyediakan fitur visualisasi *bounding box*, *kontrol* parameter pelatihan, serta laporan hasil inferensi secara otomatis. Penelitian ini menegaskan bahwa sistem GUI yang

terintegrasi dapat menyederhanakan proses analisis visual tanpa memerlukan intervensi kode yang kompleks, sekaligus meningkatkan aksesibilitas pengguna non teknis terhadap teknologi deteksi objek berbasis *deep learning*.

Studi lain yang relevan dikemukakan oleh (Daneshvar & Wang, 2024) yang menginvestigasi penerapan model YOLO mutakhir dalam mendeteksi elemen GUI itu sendiri, seperti tombol, ikon, dan teks, dalam konteks pengujian perangkat lunak berbasis antarmuka visual. Penelitian ini menunjukkan bahwa deteksi objek dalam lingkungan GUI memiliki tantangan unik, seperti objek yang sangat berdekatan dan berjumlah banyak dalam satu tampilan. Oleh karena itu, penyajian hasil deteksi melalui visualisasi *bounding box* dan *confidence score* secara *real time* menjadi sangat penting untuk memastikan ketepatan interpretasi hasil. Visualisasi yang akurat berperan penting dalam proses validasi sistem, terutama dalam konteks pengembangan dan pengujian perangkat lunak berbasis *AI* (*Artificial Intelligence*).

Penelitian oleh (F. Sun et al., 2025) memperkenalkan antarmuka pengguna berbasis PyQt5 yang digunakan untuk mengintegrasikan model deteksi objek YOLOv8 dalam konteks deteksi kendaraan di lingkungan dengan latar yang kompleks secara *real time*. GUI tersebut memungkinkan pengguna memasukkan input berupa video atau citra, menampilkan hasil deteksi dengan *bounding box*, serta menyesuaikan parameter model secara dinamis melalui elemen visual interaktif. Hasilnya, antarmuka ini tidak

hanya menampilkan hasil inferensi secara responsif, tetapi juga memberikan kemudahan pengoperasian bagi pengguna non teknis dalam mengontrol dan memantau proses deteksi langsung.

