

Laporan Praktikum 5 Kontrol Cerdas

Nama : Rafli May Sandy

NIM : 224308020

Kelas : TKA-6A

Akun Github (Tautan) : <https://github.com/raflimaysandy>

Student Lab Assistant : Rizky Putri Ramadhani (214308092)

1. Judul Percobaan

Human Pose Estimation Dengan YOLOv8

2. Tujuan Percobaan

Tujuan dari percobaan pada praktikum kali ini, sebagai berikut:

1. Mahasiswa dapat memahami Konsep dasar dari human pose estimation (HPE) dengan menggunakan YOLOv8 pose.
2. Mahasiswa dapat mengetahui cara melakukan inferensi pose pada gambar, video, dan kamera real-time.
3. Mahasiswa dapat mengetahui bagaimana cara menggunakan ultralytics YOLOv8 pose model untuk mendeteksi pose manusia

3. Landasan Teori

- YOLO adalah salah satu metode deteksi objek yang banyak digunakan dalam bidang visi komputer. YOLO memiliki berbagai macam versi, salah satunya yaitu YOLOv8 yang merupakan versi terbaru yang dikembangkan dengan menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN). Dibandingkan dengan versi sebelumnya, YOLOv8 menawarkan peningkatan dalam akurasi serta kecepatan dalam mendeteksi objek. Model ini bekerja dengan membagi gambar input menjadi grid, kemudian memprediksi bounding box dan kelas untuk setiap sel dalam grid. Selain itu, YOLOv8 dilengkapi dengan kemampuan deteksi multi-skala, sehingga lebih efektif dalam mengenali objek dengan ukuran yang beragam.
- Estimasi pose merupakan teknik yang memanfaatkan model pembelajaran mesin (ML) untuk memprediksi posisi tubuh manusia dalam gambar atau video dengan menentukan lokasi spasial dari sendi utama (titik kunci atau keypoints). Metode ini termasuk dalam bidang visi komputer yang bertujuan mendeteksi bentuk manusia dalam gambar atau video, sehingga dapat mengidentifikasi, misalnya, posisi siku seseorang dalam suatu gambar. Model estimasi pose menerima gambar hasil pemrosesan kamera sebagai input dan menghasilkan informasi mengenai titik kunci tubuh. Titik kunci yang terdeteksi diklasifikasikan berdasarkan ID bagian tubuh, dengan skor kepercayaan dalam rentang 0,0 hingga 1,0. Skor ini menunjukkan tingkat probabilitas bahwa titik kunci benar-benar berada di posisi yang diprediksi.
- MediaPipe merupakan framework yang dikembangkan oleh Google untuk membangun pipeline persepsi secara real-time. Dengan MediaPipe, pengembang dapat menggabungkan berbagai jenis data sensor, seperti video, audio, dan data lainnya, dalam satu platform yang efisien. Selain itu,

MediaPipe dirancang agar dapat berjalan di berbagai perangkat, mulai dari ponsel hingga komputer desktop. Salah satu penerapan MediaPipe yang paling dikenal adalah pada estimasi pose manusia menggunakan MediaPipe Pose. Metode ini menggabungkan estimasi pose 2D dengan model humanoid yang lebih kompleks serta metode optimasi untuk mengestimasi sudut sendi pada pose 3D. MediaPipe Pose membangun garis-garis pipa dan memproses data kognitif dalam bentuk video menggunakan pembelajaran mesin (machine learning- ML). Metode ini terbukti efektif dalam mengatasi masalah ambiguitas kedalaman pada estimasi pose 3D dan dapat berjalan secara real-time bahkan pada perangkat tanpa GPU.

- Python adalah bahasa pemrograman yang populer. Python sering dimanfaatkan dalam pengembangan web, perangkat lunak, penelitian, dan system scripting. Python dapat digunakan untuk 39 menangani data besar dan melakukan operasi matematika yang kompleks. Python bekerja di berbagai platform seperti Windows, Mac, Linux, Raspberry Pi, dan lain-lain. Python dirancang untuk mudah dibaca, yaitu memiliki sintaks yang sederhana dan menggunakan bahasa Inggris.
- NumPy (Numerical Python) merupakan library Python yang fokus pada scientific computing. NumPy memiliki kemampuan untuk membentuk objek N-dimensional array, yang mirip dengan list pada Python. Struktur data NumPy lebih membutuhkan ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan list lainnya tetapi mempunyai performa yang lebih cepat

4. Analisis dan Diskusi

Analisis:

Dalam percobaan pada minggu ke-5 ini, saya melakukan percobaan mendeteksi pose manusia dengan menggunakan YOLOv8 pose. Dalam percobaan ini saya menggunakan Human Pose Estimation (HPE) yang merupakan teknik dalam computer vision yang digunakan untuk mendeteksi titik-titik utama tubuh manusia seperti kepala, bahu, siku, lutut, dan pergelangan tangan. Dalam proses pembuatan, program dibagi menjadi 3 program yang mana pada program pertama untuk mendeteksi human pose pada sebuah gambar, lalu pada program kedua mendeteksi human pose pada sebuah video, dan yang ketiga untuk mendeteksi human pose secara real-time. Berdasarkan hasil dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan YOLOv8 menghasilkan nilai akurasi pada deteksi pose cukup tinggi dan sangat kompetitif dibandingkan dengan metode lain seperti OpenPose atau MediaPipe. Karena YOLOv8 secara langsung mendeteksi keypoints tubuh dalam satu tahap, sehingga lebih cepat dibandingkan metode dua tahap seperti OpenPose, selain itu YOLOv8 memiliki real-time performance yang cocok untuk aplikasi yang membutuhkan deteksi pose secara langsung karena optimasi dalam arsitektur YOLO. Namun ketika model ini bekerja di kondisi pencahayaan yang rendah dapat menurunkan akurasi deteksi pose dikarenakan dengan kurangnya cahaya dapat membuat model kesulitan mendeteksi pose dengan presisi tinggi.

Diskusi:

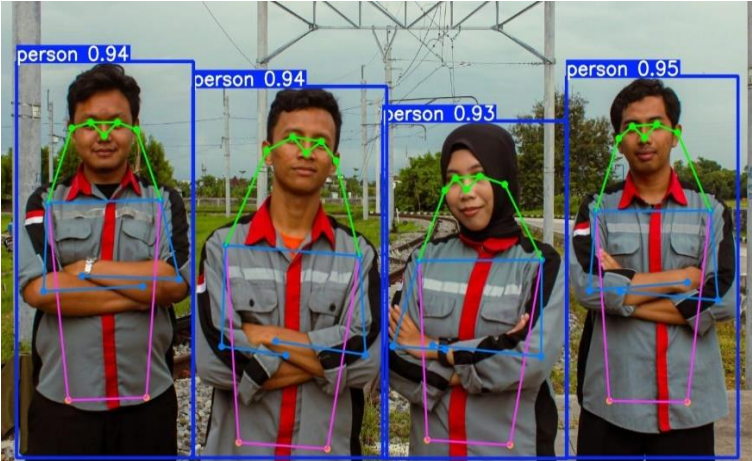
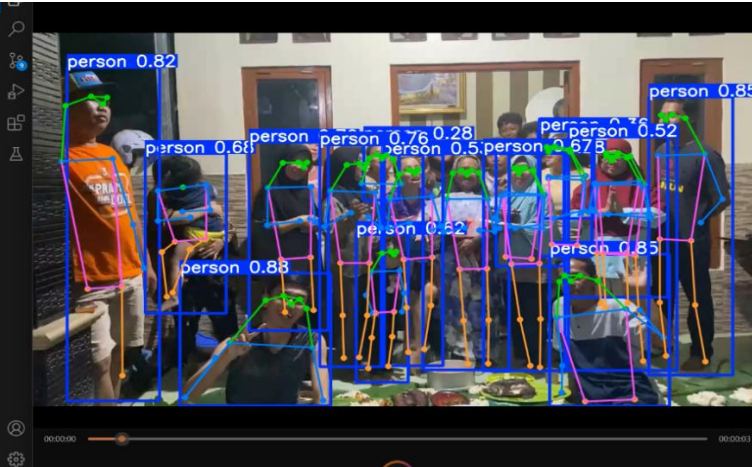
1. YOLOv8 pose dapat diterapkan dalam robotika dan otomasi industri karena dapat meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan interaksi antara manusia dan mesin. YOLOv8 dapat diterapkan sebagai autonomous robotika navigation yang membantu robot memahami lingkungan berdasarkan pose manusia atau objek. Selain itu YOLOv8 juga dapat diterapkan sebagai quality control & inspection yang digunakan untuk Mendeteksi postur pekerja atau posisi objek dalam jalur produksi sehingga dapat mengurangi resiko cedera.
2. Ada beberapa tantangan yang perlu diatasi terutama pada saat mendeteksi pose manusia secara real-time:
 - Performa komputasi: Pose estimation membutuhkan banyak komputasi, terutama dalam real-time processing.
 - Pencahayaan & Kondisi lingkungan: Pencahayaan yang buruk atau kondisi ekstrem bisa mengurangi akurasi dari sistem deteksi pose manusia tersebut.
 - Akurasi dan Kecepatan: Model yang lebih akurat sering kali lebih lambat, sedangkan model cepat dapat memungkinkan berkurangnya nilai akurasi.


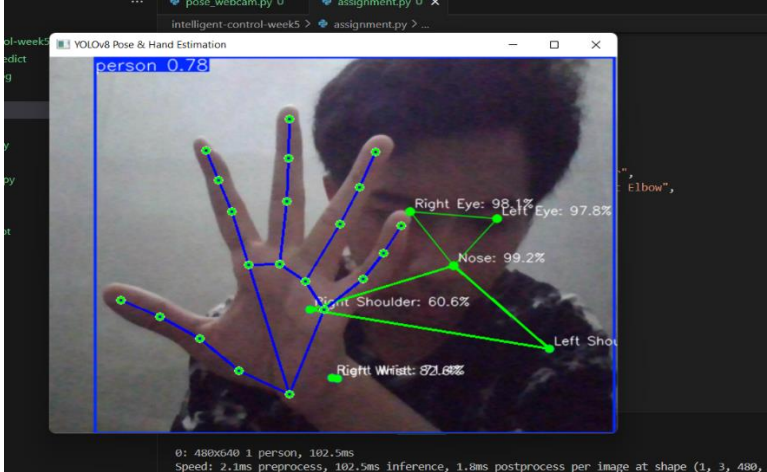
3. Agar dapat meningkatkan akurasi deteksi pose penting untuk memperkaya dataset dengan berbagai variasi pose, pencahayaan, dan sudut pandang, dengan cara sebagai berikut:
 - Dataset yang beragam: Dengan menggunakan dataset yang memiliki berbagai variasi postur, sudut kamera, dan lingkungan dapat meningkatkan generalisasi model.
 - Dataset yang beresolusi tinggi: Dengan menggunakan gambar resolusi tinggi dapat meningkatkan akurasi, namun membutuhkan lebih banyak komputasi.
 - Memperbaiki dataset: Dataset yang memiliki anotasi tidak akurat dapat menurunkan performa model.

5. Assignment

Pada assignment ini, program dimodifikasi agar hanya menampilkan titik-titik sendi tertentu seperti tangan dan kaki. Pada program assignment ini menggunakan dua metode yaitu, metode YOLOv8 dan metode MediaPipe yang mana kedua metode tersebut memiliki peranan masing-masing. YOLOv8-Pose digunakan untuk mendeteksi pose tubuh secara keseluruhan dengan mendeteksi 17 keypoints utama pada tubuh manusia, seperti kepala, bahu, siku, pergelangan tangan, pinggul, lutut, dan pergelangan kaki. Namun, YOLOv8-Pose tidak memiliki deteksi tangan yang detail, karena hanya mendeteksi pergelangan tangan (wrist keypoints), bukan jari-jari tangan. Sehingga dibutuhkanlah MediaPipe yang berfungsi untuk mendeteksi dan menganalisis posisi tangan dan jari secara lebih detail dengan 21 keypoints per tangan. Ketika program dijalankan menghasilkan tampilan deteksi seluruh struktur tubuh dengan bagain tangan lebih detail. Pada setiap bagian-bagian dari tubuh yang terdeteksi diberikan keterangan bagian tubuh tersebut disamping titik keypoint beserta nilai akurasi yang dihasilkan. Selain itu pada program ini menggunakan dataset lain agar dapat meningkatkan performa dari model tersebut.

6. Data dan Output Hasil Pengamatan

N0	Variabel	Hasil Pengamatan
1	Inferensi pose pada gambar	
2	Inferensi pose pada video	

3	Inferensi real-time pose estimation dari kamera	 <p>person 0.91</p> <p>Right Eye: 98.6%, Left Eye: 99.2%, Right Ear: 88.2%, Left Ear: 88.2%, Nose: 99.4%, Right Shoulder: 94.3%, Left Shoulder: 94.3%, Right Wrist: 59.1%, Left Wrist: 60.1%</p> <p>Speed: 1.6ms preprocess, 84.8ms inference, 1.3ms postprocess per image</p>
No 1 2 3	4 Assignment	 <p>person 0.78</p> <p>Right Eye: 98.1%, Left Eye: 97.8%, Nose: 99.2%, Right Shoulder: 60.6%, Left Shoulder: 60.6%, Right Wrist: 82.6%</p> <p>0: 480x480 1 person, 102.5ms Speed: 2.1ms preprocess, 102.5ms inference, 1.8ms postprocess per image at shape (1, 3, 480, 480)</p>

7. Kesimpulan

Dari percobaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Percobaan deteksi human pose ini dilakukan dengan menggunakan YOLOv8-pose dan juga menggunakan Teknik Human Pose Estimation (HPE) yang digunakan untuk mendeteksi titik-titik utama tubuh manusia.
2. Pada percobaan ini terdiri dari 3 program, yaitu program pertama digunakan untuk mendeteksi pose manusia pada sebuah gambar. Program kedua digunakan untuk mendeteksi pose manusia pada sebuah video. Pada program ketiga digunakan untuk mendeteksi pose manusia secara real-time.
3. Hasil percobaan menunjukkan bahwa dengan menggunakan YOLOv8-pose untuk mendeteksi pose manusia menghasilkan akurasi yang cukup tinggi dan sangat kompetitif dibandingkan dengan metode lain seperti OpenPose atau MediaPipe. Namun ketika model ini bekerja di kondisi pencahayaan yang rendah dapat menurunkan akurasi deteksi pose manusia.

8. Saran

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang penulis ajukan, sebagai berikut:

1. Agar dapat meningkatkan akurasi dan performa deteksi pose dapat menambahkan variasi dataset dan juga Lakukan data augmentation saat training untuk mencakup berbagai kondisi pencahayaan.
2. Agar dapat meningkatkan optimasi performa sebaiknya gunakan model yang lebih ringan dan multi-threading seperti YOLOv8m-pose.pt atau yang lebih besar.

9. Daftar Pustaka

- Kusuma, I. G. A. H. V. (2024). *Pengembangan kursi roda otonom berbasis YOLOv8 untuk penghindaran obstacle*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
 - Maulana, M. D., Novamizanti, L., & Wibowo, S. A. (2024). *Evaluasi kinerja YOLOv8 dalam identifikasi kesegaran ikan dengan metode deteksi objek*. e-Proceeding of Engineering, **11**(4), 2864
-

