

Laporan Praktikum Kontrol Cerdas

Nama : Kevin Bayu Pradana
NIM : 224308009
Kelas : TKA - 6A
Akun Github (Tautan) : <https://github.com/Kevinbyu84>
Student Lab Assistant : Rizky Putri Ramadhani

1. Judul Percobaan

Week 5: Human Pose Estimation dengan YOLOv8

2. Tujuan Percobaan

Tujuan dari praktikum “Human Pose Estimation dengan YOLOv8”, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami konsep Human Pose Estimation (HPE) menggunakan YOLOv8 Pose.
2. Menggunakan Ultralytics YOLOv8 Pose Model untuk mendeteksi pose manusia.
3. Melakukan inferensi pose pada gambar, video, dan kamera real-time.
4. Menggunakan GitHub untuk version control dan dokumentasi praktikum.

3. Landasan Teori

- **Human Pose Estimation (HPE)** adalah teknik dalam visi komputer yang bertujuan untuk mendeteksi dan melokalisasi posisi sendi atau keypoints pada tubuh manusia dari citra atau video. Metode ini banyak digunakan dalam aplikasi seperti pelacakan gerakan, interaksi manusia-komputer, analisis olahraga, dan rehabilitasi medis. Pendekatan utama dalam HPE dibagi menjadi dua kategori: berbasis gambar tunggal (single-image) dan berbasis urutan temporal (video). Metode ini juga dapat dibedakan menjadi model 2D dan 3D. Model berbasis deep learning, seperti Convolutional Neural Networks (CNNs) dan Transformer, telah menjadi standar dalam penelitian HPE karena kemampuan mereka untuk memproses data visual secara efektif.
- **Model Ultralytics YOLOv8 Pose Model** adalah versi terbaru dari arsitektur You Only Look Once (YOLO) yang dioptimalkan untuk tugas deteksi pose manusia. YOLOv8 memperkenalkan peningkatan pada arsitektur model dan efisiensi komputasi, memungkinkan deteksi real-time dengan akurasi tinggi. Model ini menggunakan pendekatan anchor-free yang menyederhanakan prediksi bounding box dan keypoints, sehingga lebih efisien dibandingkan versi sebelumnya. YOLOv8 Pose Model dirancang untuk mendeteksi hingga 17 keypoints utama pada tubuh manusia, yang mencakup sendi-sendi penting seperti siku, lutut, dan pergelangan tangan. Fleksibilitas dan kecepatan model ini membuatnya cocok untuk aplikasi seperti pemantauan kesehatan, olahraga, dan interaksi berbasis gerakan.
- **MediaPipe** adalah framework open-source yang dikembangkan oleh Google untuk membangun pipeline pemrosesan multimedia secara real-time. Framework ini mendukung berbagai aplikasi visi komputer, termasuk Human Pose Estimation, Face Detection, Hand Tracking, dan Object Detection. Keunggulan utama MediaPipe terletak pada efisiensinya dalam memproses data secara real-time di berbagai perangkat, termasuk perangkat mobile dan edge. MediaPipe Pose menggunakan kombinasi model berbasis deep learning untuk mendeteksi hingga 33 keypoints pada tubuh manusia, memungkinkan aplikasi dalam pelacakan aktivitas fisik, analisis postur, dan augmented reality.

4. Analisis dan Diskusi

Analisis Hasil:

- **Bagaimana akurasi deteksi pose dengan YOLOv8?**
YOLOv8 Pose memiliki akurasi tinggi dalam mendeteksi pose manusia karena menggunakan model berbasis CNN yang dioptimalkan untuk tugas deteksi objek dan estimasi pose. Dengan arsitektur yang efisien dan pembelajaran dari dataset yang luas seperti COCO-Keypoints, YOLOv8 dapat mencapai presisi tinggi dalam berbagai kondisi. Namun, akurasi bergantung pada kualitas dataset dan kompleksitas pose yang dideteksi.
- **Apakah model bekerja baik di kondisi pencahayaan rendah?**
Kinerja YOLOv8 Pose dalam pencahayaan rendah dapat menurun karena model bergantung pada fitur visual untuk mendeteksi keypoints tubuh. Jika kontras rendah atau ada noise dalam gambar, deteksi pose bisa kurang akurat. Namun, teknik seperti peningkatan kontras (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization - CLAHE) atau pemrosesan gambar tambahan dapat membantu meningkatkan hasil.
- **Bagaimana YOLOv8 dibandingkan dengan metode HPE lain seperti MediaPipe atau OpenPose?**
YOLOv8 Pose: Cepat dan efisien, dapat berjalan secara real-time dengan latensi rendah. Cocok untuk aplikasi di perangkat dengan sumber daya terbatas.
MediaPipe: Dikembangkan oleh Google, lebih ringan dan sangat dioptimalkan untuk perangkat seluler. Namun, dapat mengalami kesalahan dalam posisi kompleks.
OpenPose: Lebih akurat dalam estimasi multi-person pose dan mendukung deteksi pose yang lebih detail, tetapi membutuhkan lebih banyak sumber daya komputasi dibandingkan YOLOv8.

Diskusi:

- **Bagaimana YOLOv8 Pose dapat diterapkan dalam robotika dan otomatisasi industri?**
YOLOv8 Pose dapat digunakan dalam berbagai aplikasi robotika dan otomatisasi industri, seperti: Interaksi Robot dengan Manusia. Robot dapat mengenali gerakan manusia untuk tugas kolaboratif. Pengawasan dengan deteksi postur pekerja untuk mencegah kecelakaan di lingkungan industri. Memungkinkan pengendalian mesin berbasis gerakan tubuh tanpa kontak fisik.
- **Apa tantangan dalam mendeteksi pose manusia secara real-time?**
Model harus seimbang antara latensi rendah dan akurasi tinggi. Variasi pose tangan yang menutupi wajah atau postur kompleks bisa sulit dideteksi. Perbedaan kondisi lingkungan seperti pada pencahayaan rendah, sudut kamera yang tidak ideal, atau latar belakang kompleks dapat mempengaruhi hasil.
- **Bagaimana cara meningkatkan akurasi deteksi pose menggunakan dataset tambahan?**
Menambahkan variasi pencahayaan, rotasi, skala, dan latar belakang pada dataset pelatihan. Melatih model dengan dataset tambahan yang lebih sesuai dengan aplikasi spesifik (misalnya, pekerja industri vs atlet). Menggunakan dataset yang lebih spesifik untuk memperbaiki kesalahan deteksi pada kondisi unik. Menggabungkan visi komputer dengan sensor IMU atau LiDAR untuk meningkatkan akurasi estimasi pose dalam kondisi sulit.

5. Assignment

- **Modifikasi kode agar hanya menampilkan titik-titik sendi tertentu (misalnya: hanya tangan dan kaki).**
Dalam pengerjaan ini, kode awal yang menggunakan **YOLOv8 Pose** telah dimodifikasi menjadi **MediaPipe Hands** untuk mendeteksi dan menampilkan titik-titik sendi (landmark) pada tangan. Kode ini menangkap video secara real-time menggunakan kamera, memproses gambar dengan MediaPipe untuk mengenali hingga dua tangan, dan memvisualisasikan 21 titik landmark di setiap tangan beserta indeksnya. Dengan pendekatan ini, proses deteksi menjadi

lebih ringan dan efisien untuk perangkat dengan sumber daya terbatas, meskipun terbatas hanya pada deteksi tangan tanpa estimasi pose tubuh secara keseluruhan.

- **Gunakan dataset lain untuk meningkatkan performa model.**

Percobaan menggunakan beberapa dataset YOLOv8 seperti,
yolov8n-pose.pt (Nano): Model ini paling ringan dan cepat, cocok untuk perangkat dengan komputasi terbatas, tetapi akurasi lebih rendah pada pose kompleks.

yolov8s-pose.pt (Small): Memberikan keseimbangan antara kecepatan dan akurasi, cocok untuk aplikasi real-time dengan sumber daya menengah.


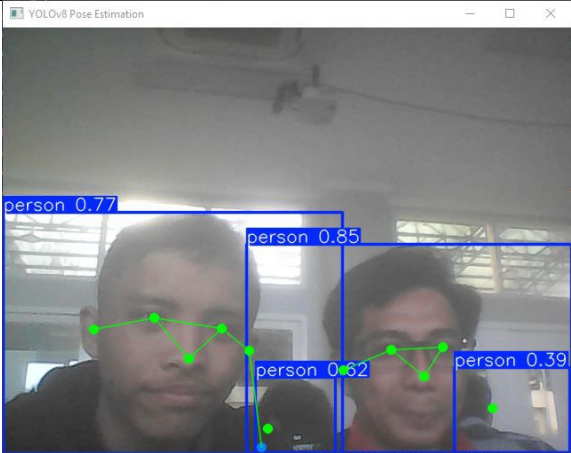
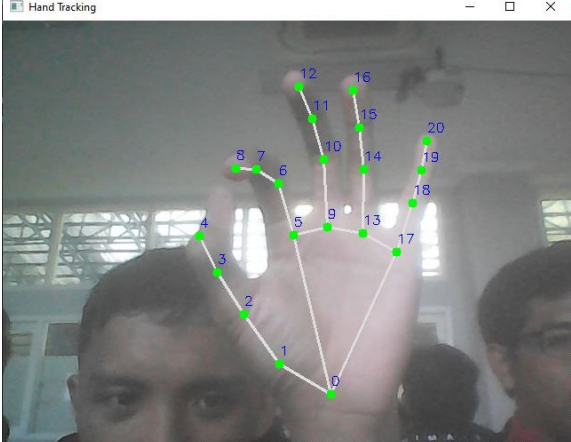
yolov8m-pose.pt (Medium): Memiliki akurasi lebih tinggi karena kapasitas model yang lebih besar, meskipun dengan kebutuhan komputasi yang lebih tinggi, cocok untuk lingkungan yang membutuhkan presisi tinggi.

- **Upload hasil eksperimen ke GitHub dan buat laporan analisis hasil.**

Hasil eksperimen telah diunggah ke GitHub berserta hasil pengamatan, analisis dan diskusi beserta laporan praktikum.

6. Data dan Output Hasil Pengamatan

Data dan hasil yang diperoleh selama percobaan.

| No | Variabel | Hasil Pengamatan |
|----|--|--|
| 1 | Hasil Pengujian Ultralytics YOLOv8 Pose Model pada Foto |  |
| 2 | Hasil Pengujian Ultralytics YOLOv8 Pose Model pada Kamera <i>Real-Time</i> |  |
| 3 | Hasil Pengujian MediaPipe Hands |  |

7. Kesimpulan

- Percobaan Human Pose Estimation menggunakan YOLOv8 berhasil mendeteksi pose manusia secara real-time dengan akurasi tinggi pada kondisi pencahayaan yang baik.
- Performa YOLOv8 Pose menurun pada lingkungan dengan pencahayaan rendah atau pose yang kompleks, yang menyebabkan beberapa keypoints sulit dideteksi secara akurat.
- MediaPipe Hands memberikan alternatif yang lebih ringan dan efisien untuk mendeteksi titik-titik sendi tangan secara spesifik, meskipun tidak mencakup seluruh pose tubuh.
- Pemanfaatan beberapa dataset seperti yolov8n-pose.pt, yolov8s-pose.pt, dan yolov8m-pose.pt menunjukkan perbedaan signifikan dalam keseimbangan antara kecepatan dan akurasi, dengan yolov8m-pose.pt memberikan hasil terbaik untuk pose yang kompleks.

8. Saran

- Untuk meningkatkan akurasi deteksi pose di berbagai kondisi, disarankan menggunakan dataset tambahan yang mencakup variasi pencahayaan, latar belakang, dan pose yang lebih beragam
- Direkomendasikan untuk mengeksplorasi model lain seperti OpenPose jika dibutuhkan akurasi lebih tinggi dalam skenario multi-person atau pose yang lebih kompleks.

9. Daftar Pustaka

1. Abadi, Bazarevsky, V., Grishchenko, I., Raveendran, K., Zhu, T., Kuminov, D., Ibragimov, S., & Grundmann, M. (2020). BlazePose: On-device real-time body pose tracking. *arXiv preprint arXiv:2006.10204*.
2. Jocher, G., Chaurasia, A., Qiu, J., & Ultralytics. (2023). YOLO by Ultralytics. <https://github.com/ultralytics/ultralytics>.
3. Lugaresi, C., Tang, J., Nash, H., McClanahan, C., et al. (2019). MediaPipe: A framework for building perception pipelines. *arXiv preprint arXiv:1906.08172*.