

Laporan Praktikum Kontrol Cerdas Week 6

Nama : Reza Gusti Eka Prasetya
NIM : 224308044
Kelas : TKA-6B
Akun Github : <https://github.com/RezaGusti00>
Student Lab Assistant : Mas ali

1. Judul Percobaan: *Canny Edge Detection & Lane Detection with Instance Segmentation*

2. Tujuan Percobaan:

Tujuan dari percobaan *Human Pose Estimation* dengan YOLOv8 sebagai berikut:

- Memahami konsep *Canny Edge Detection* sebagai metode dasar deteksi tepi.
- Menggunakan *Instance Segmentation* untuk deteksi jalur rel kereta (*Lane Detection*).
- Menggunakan dataset *Rail Segmentation* dari kaggle untuk eksperimen.
- Menggabungkan metode *Canny Edge Detection* dengan *Instance Segmentation* untuk meningkatkan deteksi jalur.

3. Landasan Teori:

Deteksi tepi merupakan salah satu teknik dasar dalam pengolahan citra digital yang digunakan untuk mengekstraksi informasi struktur dan bentuk dari suatu gambar. Salah satu metode deteksi tepi yang paling populer adalah Canny Edge Detection yang dikembangkan oleh John F. Canny pada tahun 1986. Algoritma ini dirancang untuk memenuhi tiga kriteria utama, yaitu deteksi tepi yang baik, penempatan yang tepat, dan respons minimal terhadap noise (Taqq dkk., 2024). Proses kerja dari algoritma Canny terdiri dari beberapa tahapan utama. Pertama, gambar dikonversi ke dalam skala abu-abu dan kemudian dilakukan proses penghalusan menggunakan filter Gaussian untuk mengurangi noise yang dapat mengganggu proses deteksi tepi. Selanjutnya, dilakukan perhitungan gradien intensitas menggunakan operator Sobel untuk menghitung

perubahan intensitas piksel dalam arah horizontal dan vertikal sehingga memungkinkan algoritma untuk mengenali area transisi atau perubahan kontras dalam gambar. Setelah itu, diterapkan *Non-Maximum Suppression* untuk menghilangkan piksel yang bukan merupakan bagian dari tepi utama, sehingga hanya menyisakan piksel yang berada di sepanjang tepi nyata. Terakhir, algoritma menggunakan *Hysteresis Thresholding* yang memanfaatkan dua ambang batas untuk mendeteksi dan menghubungkan tepi yang lemah dan kuat. Jika piksel memiliki nilai gradien di atas ambang batas tinggi, maka piksel tersebut dianggap sebagai bagian dari tepi yang kuat. Jika nilai gradien berada di antara ambang tinggi dan rendah, piksel tersebut akan dianggap sebagai bagian dari tepi lemah dan hanya akan dihubungkan jika memiliki koneksi dengan tepi kuat. Kombinasi dari proses ini memungkinkan algoritma Canny untuk mendeteksi tepi dengan presisi tinggi dan respons minimal terhadap noise, sehingga sering digunakan dalam berbagai aplikasi pengolahan citra termasuk deteksi objek, pengenalan pola, dan sistem pengawasan keamanan (Taqy dkk., 2024).

Selain deteksi tepi, teknik *Instance Segmentation* menjadi salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengolahan citra untuk memisahkan dan mengidentifikasi objek individual dalam suatu gambar. Instance Segmentation tidak hanya memungkinkan identifikasi lokasi objek, tetapi juga mampu memisahkan setiap instance dari objek yang sama dalam satu gambar. Dalam konteks deteksi jalur rel kereta atau *Lane Detection*, *Instance Segmentation* memainkan peran penting dalam mengenali dan memisahkan jalur rel dari elemen lainnya di lingkungan sekitar seperti kendaraan atau rintangan lainnya. Teknik ini bekerja dengan cara membagi citra menjadi beberapa segmen berdasarkan kemiripan fitur, seperti warna, tekstur, atau pola tepi. Salah satu pendekatan yang efektif untuk deteksi jalur adalah dengan menggunakan kombinasi metode *Canny Edge Detection* dan *Hough Transform*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Javeed dkk., 2023), proses deteksi jalur diawali dengan pra-pemrosesan gambar melalui konversi ke skala abu-abu dan penerapan Gaussian Blur untuk mengurangi noise. Selanjutnya, algoritma Canny digunakan untuk mengekstraksi tepi gambar dengan presisi tinggi.

Setelah tepi diekstraksi, dilakukan proses deteksi garis menggunakan metode Hough Transform, dimana garis yang terdeteksi akan dihubungkan untuk membentuk jalur yang dikenali sebagai jalur rel atau jalan (Javeed dkk., 2023). Teknik ini memungkinkan sistem untuk mengenali perbedaan antara jalur kanan dan kiri serta memisahkan elemen jalan dengan elemen lainnya secara efektif.

Penggabungan metode *Canny Edge Detection* dan *Instance Segmentation* telah terbukti meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam deteksi jalur. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ismail dkk. (2020)(Wu dkk., 2020), kombinasi antara metode *Canny* dan *Instance Segmentation* digunakan dalam sistem deteksi jalur otomatis untuk kendaraan otonom dan sistem pemantauan jalur rel kereta. Metode Canny digunakan untuk mendeteksi dan menandai tepi jalur dengan presisi tinggi, sementara Instance Segmentation digunakan untuk membedakan jalur dari elemen lain seperti kendaraan atau rintangan. Kombinasi ini memungkinkan sistem untuk mengenali jalur meskipun dalam kondisi lingkungan yang sulit seperti pencahayaan rendah, bayangan, atau permukaan jalan yang rusak (Ismail, dkk., 2020). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknik ini mampu meningkatkan keakuratan sistem deteksi jalur hingga lebih dari 90%, bahkan dalam kondisi lingkungan yang dinamis. Selain itu, Instance Segmentation memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi dan melacak jalur secara real-time, sehingga meningkatkan efisiensi dalam proses pengambilan keputusan pada sistem pengendalian kendaraan otonom.

Dalam konteks deteksi jalur rel kereta, penggabungan metode *Canny Edge Detection* dan *Instance Segmentation* juga telah diterapkan dalam sistem inspeksi berbasis penglihatan komputer (*computer vision*). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Gamma Akbar Sya'bana (2021), penggunaan kamera drone untuk mendeteksi jalur rel kereta menunjukkan hasil yang sangat akurat dalam mengukur lebar jalur rel dan mendeteksi adanya kerusakan pada struktur rel. Proses deteksi jalur diawali dengan pengambilan citra dari ketinggian tertentu, diikuti dengan penerapan algoritma Canny untuk mengekstraksi tepi jalur dan *Hough Transform* untuk membentuk garis jalur. *Instance*

Segmentation kemudian digunakan untuk membedakan antara jalur rel dan elemen lain di sekitar jalur seperti batu atau rumput. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ketinggian 7 meter, tingkat akurasi sistem mencapai 98,78%, sedangkan pada ketinggian 15 meter tingkat akurasi mencapai 97,41% (Gamma Akbar Sya'bana, 2021). Penggunaan metode Canny dan Instance Segmentation memungkinkan sistem untuk menyesuaikan deteksi jalur secara otomatis berdasarkan perubahan kondisi lingkungan dan posisi kamera, sehingga meningkatkan ketahanan dan keakuratan sistem dalam berbagai kondisi pengambilan gambar.

Dengan demikian, penggabungan metode *Canny Edge Detection* dan *Instance Segmentation* dalam sistem deteksi jalur telah menunjukkan hasil yang sangat detail dalam meningkatkan kecepatan dan keakuratan proses deteksi. Metode *Canny Edge Detection* memberikan keunggulan dalam mengekstraksi tepi dengan presisi tinggi, sementara *Instance Segmentation* memungkinkan sistem untuk membedakan elemen jalur dari elemen lain di lingkungan sekitar secara efektif. Kombinasi dari kedua metode ini menjadikan sistem deteksi jalur lebih adaptif, akurat, dan tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan, sehingga cocok untuk diterapkan pada sistem kendaraan otonom, pengawasan jalur rel kereta, dan sistem keselamatan transportasi lainnya.

4. Analisis dan Diskusi:

- Analisis

Pada praktikum minggu keenam ini percobaan yang dilakukan adalah membuat *Canny Edge Detection & Lane Detection with Instance Segmentation* untuk mendeteksi jalur kereta api. Deteksi jalur menggunakan metode *Instance Segmentation* terbukti memiliki performa yang lebih unggul dibandingkan dengan metode *Canny Edge Detection* dalam hal ketepatan dan kemampuan membedakan objek. Instance Segmentation mampu memisahkan dan mengklasifikasikan setiap elemen dalam gambar, termasuk jalur rel, kendaraan, dan rintangan lainnya, karena teknik ini tidak hanya mengenali tepi, tetapi juga memprediksi bentuk (*mask*) dari setiap instance secara individual. Kemampuan *Instance Segmentation* dalam

mengenali jalur tetap stabil meskipun dihadapkan pada kondisi lingkungan yang kompleks seperti bayangan, perubahan pencahayaan, dan tekstur jalan yang tidak merata. Sebaliknya, metode *Canny Edge Detection* hanya mengandalkan perubahan gradien intensitas dalam citra, sehingga sering kali menghasilkan deteksi palsu (*false positive*) ketika terdapat *noise* atau tekstur kompleks pada permukaan jalur. *Instance Segmentation* mampu mengatasi keterbatasan ini karena bekerja dengan mendeteksi fitur objek secara keseluruhan, bukan hanya tepi, sehingga memberikan hasil deteksi yang lebih akurat dan stabil.

Kombinasi antara metode *Canny Edge Detection* dan *Instance Segmentation* mampu meningkatkan akurasi dalam proses deteksi jalur. Metode *Canny* efektif dalam mengekstraksi tepi dengan presisi tinggi dan membedakan antara area tepi yang kuat dan lemah, sedangkan *Instance Segmentation* memungkinkan sistem untuk mengelompokkan dan membedakan jalur dari elemen lainnya di lingkungan sekitar. Kombinasi ini menciptakan sistem yang lebih adaptif dan akurat karena hasil deteksi tepi dari metode *Canny* diverifikasi oleh *Instance Segmentation*. Dengan proses ini, sistem mampu mendeteksi jalur dengan lebih stabil dan akurat, bahkan dalam kondisi lingkungan yang sulit seperti pencahayaan rendah, bayangan, atau permukaan jalur yang tidak merata. Proses deteksi diawali dengan penerapan metode *Canny* untuk mengekstraksi tepi jalur, diikuti dengan *Instance Segmentation* untuk memisahkan dan mengenali jalur dengan lebih akurat. Kombinasi ini juga meningkatkan kecepatan dan efisiensi dalam pengambilan keputusan karena *Instance Segmentation* mampu memperbaiki hasil deteksi yang tidak akurat dari metode *Canny*.

Perubahan parameter pada metode *Canny Edge Detection*, terutama pada nilai ambang batas (*threshold*), memiliki dampak yang signifikan terhadap hasil deteksi tepi dan jalur. Jika nilai ambang batas terlalu tinggi, algoritma *Canny* hanya akan mendeteksi tepi yang sangat kuat, sehingga banyak tepi yang lemah akan diabaikan dan menyebabkan jalur menjadi terputus atau tidak terdeteksi sepenuhnya. Sebaliknya, jika ambang batas terlalu rendah, algoritma *Canny* akan mendeteksi terlalu banyak tepi

termasuk noise atau artefak dalam gambar, yang menyebabkan hasil deteksi menjadi tidak stabil dan menghasilkan banyak false positive. Oleh karena itu, pemilihan nilai ambang batas yang tepat sangat penting untuk mendapatkan hasil deteksi yang optimal. Pengaturan parameter yang tepat pada metode *Canny* memungkinkan sistem untuk membedakan antara tepi yang relevan dan noise dengan lebih efektif, sehingga meningkatkan ketepatan dan stabilitas hasil deteksi jalur. Kombinasi metode *Canny* dengan *Instance Segmentation* memberikan keunggulan tambahan karena *Instance Segmentation* dapat memperbaiki deteksi tepi yang terputus atau salah dari hasil metode *Canny*, sehingga menciptakan sistem deteksi jalur yang lebih akurat dan adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

- Diskusi

Pada praktikum minggu keenam ini dalam percobaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *Canny Edge Detection* lebih cocok diterapkan dalam situasi yang membutuhkan deteksi tepi dengan kecepatan tinggi dan sumber daya komputasi yang terbatas. Metode ini sangat efektif untuk mendeteksi struktur tepi yang jelas dan kontras tinggi, seperti jalur lurus atau pola garis yang teratur pada permukaan jalan atau rel kereta. Karena algoritma Canny bekerja dengan menghitung perubahan gradien intensitas dalam gambar, metode ini sangat berguna pada citra dengan latar belakang sederhana dan minim noise. Selain itu, metode Canny lebih ringan secara komputasi dibandingkan dengan *Instance Segmentation*, sehingga dapat digunakan pada sistem real-time dengan keterbatasan perangkat keras atau pada sistem dengan kebutuhan daya rendah. Namun, dalam lingkungan yang kompleks seperti perubahan pencahayaan, bayangan, atau tekstur jalan yang tidak konsisten, performa metode Canny bisa menurun karena algoritma ini sensitif terhadap noise dan tekstur yang kompleks.

Peningkatan akurasi dalam deteksi jalur menggunakan YOLOv8-seg dapat dicapai melalui proses tuning parameter yang tepat. Parameter seperti *learning rate*, *batch size*, dan *epochs* memegang peranan penting

dalam meningkatkan performa model. Pengaturan learning rate yang terlalu tinggi dapat menyebabkan model sulit untuk konvergen, sedangkan learning rate yang terlalu rendah bisa memperlambat proses pelatihan. Batch size juga perlu disesuaikan untuk menjaga keseimbangan antara kecepatan pelatihan dan stabilitas konvergensi model. Selain itu, penyesuaian pada parameter *confidence threshold* dan IoU (*Intersection over Union*) threshold dapat meningkatkan ketelitian dalam mendeteksi jalur dengan memfilter prediksi yang kurang akurat atau prediksi dengan tingkat kepercayaan rendah. Peningkatan akurasi juga dapat dicapai dengan memperbesar ukuran dataset pelatihan, melakukan augmentasi data seperti rotasi dan flip, serta melakukan regularisasi untuk mengurangi overfitting pada model. Fine-tuning pada arsitektur YOLOv8-seg, seperti menyesuaikan jumlah layer atau konfigurasi anchor box, juga dapat meningkatkan sensitivitas model dalam mengenali pola jalur yang kompleks.

Penerapan metode ini dalam sistem navigasi kereta otomatis dapat meningkatkan keandalan dan ketepatan dalam pengenalan jalur, sehingga mendukung sistem pengendalian kereta yang lebih aman dan efisien. Kombinasi antara Canny Edge Detection dan Instance Segmentation memungkinkan sistem untuk mendeteksi jalur secara *real-time* dengan kecepatan dan akurasi tinggi. *Canny Edge Detection* dapat digunakan untuk memberikan respons cepat dalam mengenali tepi jalur, sedangkan Instance Segmentation dapat memperbaiki hasil deteksi dengan membedakan jalur dari elemen lain di sekitar jalur seperti kendaraan atau rintangan. Pada sistem navigasi kereta otomatis, hasil deteksi jalur ini dapat digunakan untuk mengatur kecepatan kereta, menghindari tabrakan, dan memastikan kereta tetap berada pada jalur yang benar. Selain itu, sistem dapat dilengkapi dengan algoritma pemrosesan citra tambahan untuk mengenali sinyal atau rambu di sepanjang jalur, sehingga memungkinkan sistem untuk menyesuaikan kecepatan atau melakukan pengereman secara otomatis. Dengan penggabungan metode deteksi jalur berbasis *Canny* dan *Instance Segmentation*, sistem navigasi kereta

otomatis dapat bekerja dengan lebih andal dalam berbagai kondisi lingkungan dan meningkatkan keselamatan serta efisiensi operasional.

5. Assignment :

Dalam praktikum minggu keenam ini

6. Data dan Output Hasil Pengamatan:

| No | Model | Kondisi | Output |
|----|-------|---------|--------|
| | | | |

7. Kesimpulan:

Berdasarkan praktikum dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

- Metode *Canny Edge Detection* efektif dalam mengekstraksi tepi dengan presisi tinggi, kontras yang jelas, lingkungan yang minim noise pada gambar dan cocok untuk sistem deteksi secara *Real-time* dengan cepat.
- Metode *Canny Edge Detection* memerlukan turning parameter yang optimal agar tidak kehilangan detailnya atau mendeteksi tepi palsu.
- *Instance Segmentation* memiliki keunggulan dalam mendeteksi dan memisahkan elemen individual dalam gambar, termasuk jalur rel dan benda di sekitarnya, dan metode ini juga memberikan hasil deteksi yang lebih stabil dan akurat dalam kondisi lingkungan yang kompleks.
- Metode *Instance Segmentation* membutuhkan dataset berlabel dan komputasi yang lebih intensif dan model yang kompleks.
- Kombinasi *Canny Edge Detection* dan *Instance Segmentation* dapat meningkatkan akurasi deteksi jalur jalan, di mana edge detection membantu memperkuat identifikasi tepi, sementara instance segmentation memberikan pemahaman struktural.

8. Saran:

Untuk meningkatkan efektivitas *Canny Edge Detection*, salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pengembangan algoritma adaptif yang secara otomatis menyesuaikan parameter threshold berdasarkan karakteristik gambar,

seperti kontras dan tingkat noise. Pendekatan berbasis machine learning dapat digunakan untuk memprediksi nilai threshold optimal, mengurangi ketergantungan pada tuning manual. Selain itu, integrasi dengan filter berbasis deep learning (seperti Denoising Autoencoders) sebelum proses edge detection dapat membantu mengurangi noise tanpa menghilangkan detail tepi yang penting. Untuk aplikasi real-time, optimasi komputasi melalui paralelisasi GPU atau penggunaan library seperti OpenCV dengan optimasi CUDA dapat mempercepat pemrosesan. Sementara itu, tantangan dalam Instance Segmentation, seperti kebutuhan dataset besar dan komputasi intensif, dapat diatasi dengan teknik transfer learning. Model pre-trained dapat diadaptasi untuk deteksi jalur jalan dengan fine-tuning pada dataset yang lebih kecil, mengurangi kebutuhan sumber daya. Untuk mempercepat inferensi, penggunaan model yang lebih ringan seperti EfficientNet-based architectures atau kuantisasi model dapat diterapkan. Selain itu, augmentasi data sintetis yang dapat membantu menambah variasi dataset tanpa biaya anotasi manual yang tinggi. Untuk integrasi dengan *Canny Edge Detection*, pendekatan hybrid dapat digunakan, di mana instance segmentation memberikan segmentasi kasar, sementara edge detection mempertajam batas objek, sehingga meningkatkan akurasi tanpa beban komputasi berlebih. Dengan strategi ini, kedua metode dapat saling melengkapi, menghasilkan sistem deteksi yang lebih robust dan efisien.

9. Daftar Pustaka:

- Gamma Akbar Sya'bana. (2021). *Inspeksi Jalur Rel Kereta Api Menggunakan Kamera RGB Drone* (Undergraduate Thesis). Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Ismail, M., Kalyan, M. V. S. P., Reddy, D. R. K., Reddy, P. Y. K., Gautam, P. T. S., & B., M. I. (2020). Design and development of automated lane detection using improved Canny edge detection method. *Psychology and Education*, 57(9), 1350-1358.
- Javeed, M. A., Ghaffar, M. A., Ashraf, M. A., Zubair, N., Metwally, A. S. M., Tag-Eldin, E. M., Bocchetta, P., Javed, M. S., & Jiang, X. (2023). Lane Line Detection and Object Scene Segmentation Using Otsu

Thresholding and the Fast Hough Transform for Intelligent Vehicles in Complex Road Conditions. *Electronics*, 12(5), 1079. <https://doi.org/10.3390/electronics12051079>

Taqy, M. A., Yahya, C. A., Hafizh, M. A., Nurakmalia, S., & Rosyani, P. (2024). *Implementasi dan Analisis Metode Deteksi Tepi Canny Menggunakan OpenCV*. 1(4).

Wulanningrum, R., Handayani, A. N., & Wibawa, A. P. (2024). Perbandingan Instance Segmentation Image Pada Yolo8. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 11(4), 753–760. <https://doi.org/10.25126/jtiik.1148288>