

# PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI DAN PENGHITUNGAN ORANG DALAM KERAMAIAAN DENGAN ANALISIS PERILAKU

Mustopa<sup>1</sup>, Dayu Ratma Wijaya<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Informatics, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

## Article Info

### Article history:

### Keywords:

Pemantauan Keramaian,  
YOLOv12n,  
DeepSORT  
Deteksi Objek  
Analisis Perilaku  
Pelacakan Real-time  
Penghitungan Orang

## ABSTRAK

Kemajuan pesat dalam teknologi visi komputer dan pembelajaran mendalam (deep learning) telah memungkinkan pengembangan sistem deteksi dan pelacakan objek secara real-time. Penelitian ini menyajikan pengembangan sistem untuk mendeteksi dan menghitung jumlah orang dalam keramaian menggunakan model deteksi objek YOLOv12n dan algoritma pelacakan DeepSORT. Sistem mampu mengidentifikasi individu dalam citra dan video, memberikan ID unik, serta menghitung secara akurat meskipun dalam kondisi occlusion dan perubahan sudut pandang kamera. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model ringan YOLOv12n memberikan performa deteksi yang cepat, sementara DeepSORT menjaga konsistensi pelacakan antar frame. Meskipun terdapat tantangan pada area yang padat dan objek yang saling menutupi, sistem ini menunjukkan akurasi yang memadai dan mendukung pemantauan keramaian serta analisis perilaku secara real-time. Sistem juga dilengkapi antarmuka interaktif yang memungkinkan penyesuaian nilai confidence dan threshold NMS secara dinamis. Temuan ini menunjukkan potensi besar dalam penerapan sistem untuk keamanan publik, manajemen acara, dan pengawasan cerdas.

## Corresponding Author:

Mustopa, Dayu Ratma Wijaya  
Prodi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

## 1. PENDAHULUAN

Dalam era digital saat ini, teknologi pengolahan citra dan visi komputer telah mengalami perkembangan pesat, membuka peluang besar dalam analisis lingkungan sekitar. Salah satu aplikasi yang berkembang signifikan adalah sistem deteksi dan penghitungan orang dalam keramaian. Sistem semacam ini menjadi krusial dalam berbagai sektor, mulai dari keamanan publik, manajemen lalu lintas pejalan kaki, pengelolaan acara besar, hingga pengawasan protokol kesehatan di tempat umum.

Permasalahan utama dalam pengawasan keramaian adalah kemampuan untuk secara akurat mendeteksi dan menghitung jumlah individu dalam suatu area, terutama dalam kondisi padat dan dinamis. Tantangan ini semakin kompleks dengan adanya kebutuhan untuk memahami pola pergerakan serta perilaku individu dalam kerumunan. Oleh karena itu, pendekatan berbasis deep learning seperti YOLO (You Only Look Once) dan algoritma pelacakan seperti DeepSORT menjadi kunci utama dalam membangun sistem yang andal dan efisien.

Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai penelitian telah menunjukkan keberhasilan metode deteksi dan pelacakan berbasis deep learning dalam mengatasi tantangan visibilitas rendah, sudut pandang kamera yang berubah-ubah, dan occlusion. Selain itu, integrasi antara deteksi objek real-time dan pelacakan berkelanjutan memungkinkan penghitungan yang lebih presisi serta analisis perilaku,

seperti deteksi kerumunan abnormal, pergerakan agresif, atau interaksi tidak wajar antar individu. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan akurasi sistem, tetapi juga membantu dalam pengambilan keputusan cepat berbasis data visual, terutama dalam situasi darurat atau dalam manajemen kerumunan yang dinamis dan tidak terprediksi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deteksi Objek dan Jaringan YOLO.

[1]Deteksi objek merupakan komponen fundamental dalam sistem visi komputer, terutama dalam aplikasi real-time seperti pemantauan keramaian. Salah satu pendekatan yang menonjol dalam dekade terakhir adalah YOLO (You Only Look Once), yang dikenal karena kemampuannya dalam mendeteksi objek secara cepat dan akurat.

Sejak diperkenalkan pertama kali oleh Redmon [2]. pada tahun 2016, YOLO telah mengalami berbagai pengembangan signifikan. Versi awalnya, YOLOv1, memperkenalkan pendekatan deteksi objek satu tahap yang memungkinkan prediksi bounding box dan kelas objek secara simultan dalam satu proses forward. Perkembangan selanjutnya melahirkan YOLOv2 hingga YOLOv8, dengan peningkatan pada arsitektur jaringan, strategi pelatihan, dan teknik augmentasi data.

[3]YOLOv5, yang dikembangkan oleh Ultralytics, membawa berbagai inovasi yang meningkatkan performa deteksi objek. Beberapa fitur utama dari YOLOv5 meliputi arsitektur modular, AutoAnchor, dan augmentasi data seperti mosaic dan mixup. Dalam berbagai studi, YOLOv5 menunjukkan kinerja yang kompetitif dalam hal kecepatan dan akurasi, menjadikannya pilihan populer untuk aplikasi deteksi objek real-time.

[4]YOLOv8 beberapa peningkatan signifikan, seperti deteksi tanpa anchor (anchor-free), kepala terpisah (decoupled head), dan kerangka kerja terpadu yang mendukung berbagai tugas visi komputer seperti deteksi objek, segmentasi instance, dan klasifikasi citra dalam satu model. Studi menunjukkan bahwa YOLOv8 mencapai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan pendahulunya, dengan kecepatan inferensi yang tetap kompetitif.

[5]YOLOv12 (2025) , versi terbaru dari seri YOLO, mengintegrasikan mekanisme atensi sambil tetap menjaga efisiensi waktu nyata. Versi ini memperkenalkan A2, Residual-Efficient Layer Aggregation Networks (R-ELAN), dan FlashAttention, serta menggunakan kerangka kerja hibrida CNN-Transformer. Inovasi-inovasi ini meningkatkan efisiensi komputasi dan mengoptimalkan keseimbangan antara latensi dan akurasi, melampaui performa detektor objek berbasis CNN maupun transformer

### 2.2 Algoritma Pelacakan DeepSORT

[6]Pelacakan objek merupakan komponen krusial dalam sistem visi komputer, terutama dalam aplikasi seperti pemantauan keramaian, analisis perilaku, dan penghitungan jumlah orang. Salah satu algoritma pelacakan yang menonjol dalam beberapa tahun terakhir adalah DeepSORT (Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric). Algoritma ini dikenal karena kemampuannya dalam melacak objek secara real-time dengan akurasi tinggi, bahkan dalam kondisi keramaian yang padat .

[7]DeepSORT merupakan pengembangan dari algoritma SORT (Simple Online and Realtime Tracking) dengan penambahan fitur representasi visual menggunakan jaringan neural. Arsitektur DeepSORT terdiri dari beberapa komponen utama: deteksi objek menggunakan model seperti YOLO, ekstraksi fitur visual dari setiap objek yang terdeteksi, asosiasi data menggunakan algoritma seperti Hungarian Algorithm, dan prediksi posisi menggunakan Kalman Filter. Dengan kombinasi komponen-komponen ini, DeepSORT mampu melacak objek secara konsisten dalam video, bahkan ketika terjadi occlusion atau perubahan tampilan objek .

[8]Integrasi DeepSORT dengan model deteksi objek seperti YOLO telah menjadi pendekatan populer dalam pelacakan objek real-time. YOLO bertanggung jawab atas deteksi objek dalam setiap frame, sementara DeepSORT mengelola pelacakan objek dari waktu ke waktu. Kombinasi ini memungkinkan sistem untuk mendeteksi dan melacak objek secara efisien dalam berbagai kondisi.

## 2. 3 Penghitungan Objek dan Evaluasi Akurasi

[9]Penghitungan objek, khususnya individu dalam keramaian, merupakan tugas penting dalam berbagai aplikasi, termasuk manajemen kerumunan, analisis lalu lintas pejalan kaki, dan perencanaan ruang publik. Teknologi visi komputer telah memungkinkan pengembangan sistem yang mampu menghitung jumlah individu secara otomatis dan akurat.

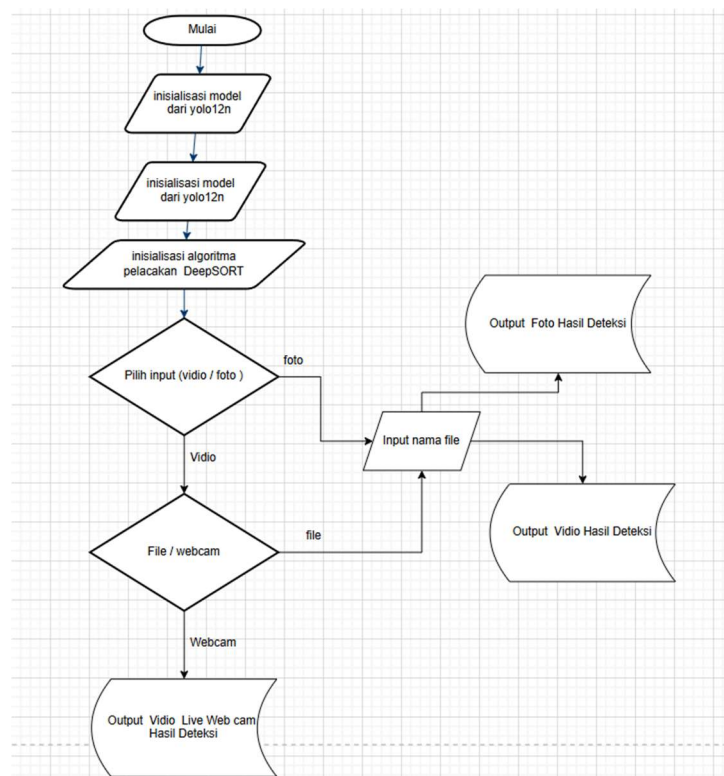
[10]Metode penghitungan objek umumnya dibagi menjadi dua pendekatan: deteksi dan regresi. Pendekatan deteksi melibatkan identifikasi individu secara eksplisit dalam gambar atau video, sementara pendekatan regresi memprediksi jumlah individu berdasarkan fitur visual secara keseluruhan. Model deteksi seperti YOLO sering digunakan dalam pendekatan deteksi, sedangkan model regresi memanfaatkan jaringan neural untuk mempelajari hubungan antara fitur visual dan jumlah individu .

[11]Evaluasi akurasi sistem penghitungan objek biasanya dilakukan menggunakan metrik seperti Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Metrik ini membantu dalam menilai seberapa dekat prediksi sistem dengan jumlah aktual individu, serta mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan

## 3. METODOLOGI

### A. Desain Eksperimen

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan menerapkan metode visi komputer berbasis deep learning untuk mendeteksi, melacak, dan menghitung jumlah individu dalam keramaian serta menganalisis perilaku mereka. Proses utama dalam penelitian ini meliputi:



Gambar 1. Flowchart Desain Eksperimen

## B. Arsitektur dan Implementasi Sistem

Penelitian ini menggunakan pendekatan *computer vision* berbasis deep learning dengan integrasi algoritma deteksi dan pelacakan objek. Arsitektur sistem terdiri dari lima komponen utama:

- Model Deteksi Objek Menggunakan YOLOv12n, varian ringan dari YOLO (You Only Look Once), untuk mendeteksi objek manusia dalam setiap frame.
- Algoritma Pelacakan DeepSORT digunakan untuk memberikan identitas unik dan melacak posisi objek dari frame ke frame.
- Penghitungan IndividuSistem melakukan re-identifikasi dan counting berdasarkan ID unik yang diberikan oleh DeepSORT.
- Visualisasi Hasil Output divisualisasikan dengan bounding box berwarna dan label ID untuk setiap objek terdeteksi.
- Pengaturan Interaktif Sistem dilengkapi kontrol untuk menyesuaikan confidence threshold dan NMS IoU threshold secara real-time

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Deteksi Gambar

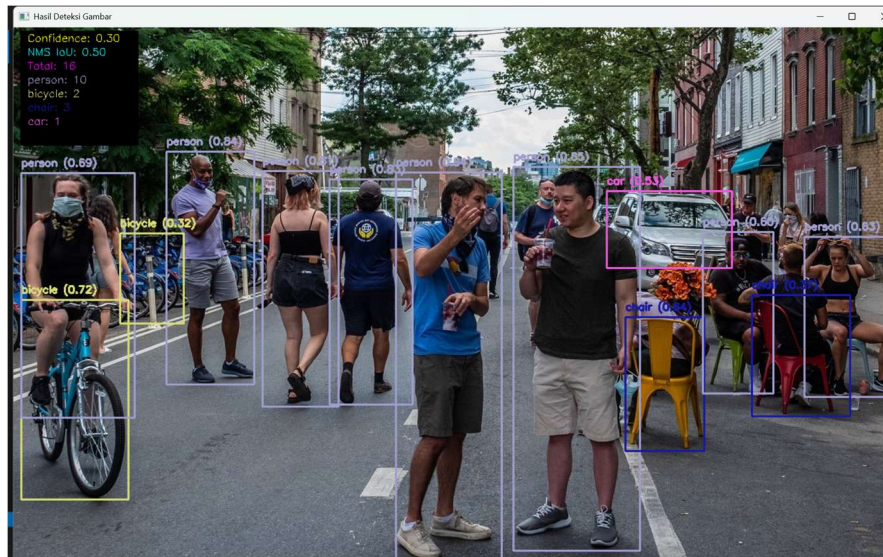
Pengujian pada input berupa gambar menunjukkan bahwa model mampu mengenali objek dan menghitung total deteksi tiap kelas. Setiap objek diberi kotak pembatas (bounding box) berwarna sesuai label kelas, dengan label dan confidence score yang ditampilkan secara overlay.



Gambar 2. Hasil Deteksi Objek Pada Input Gambar



Dari gambar tersebut, model berhasil mendeteksi beberapa kelas objek seperti person, bus, dan secara akurat

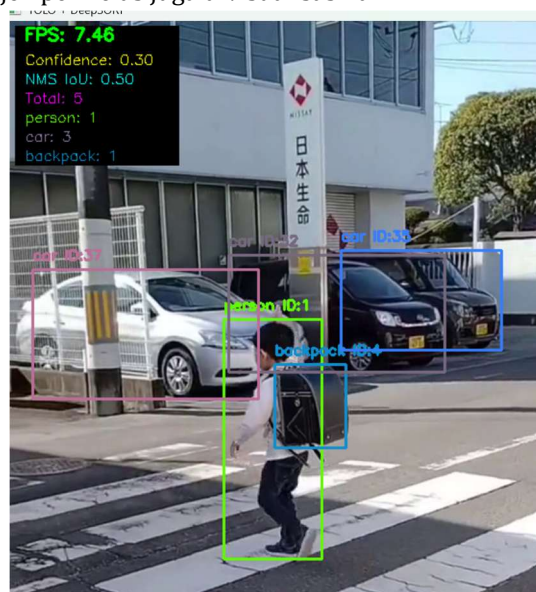


Gambar 3. Hasil Deteksi Objek Pada Input Gambar Dengan Lebih Banyak Objek

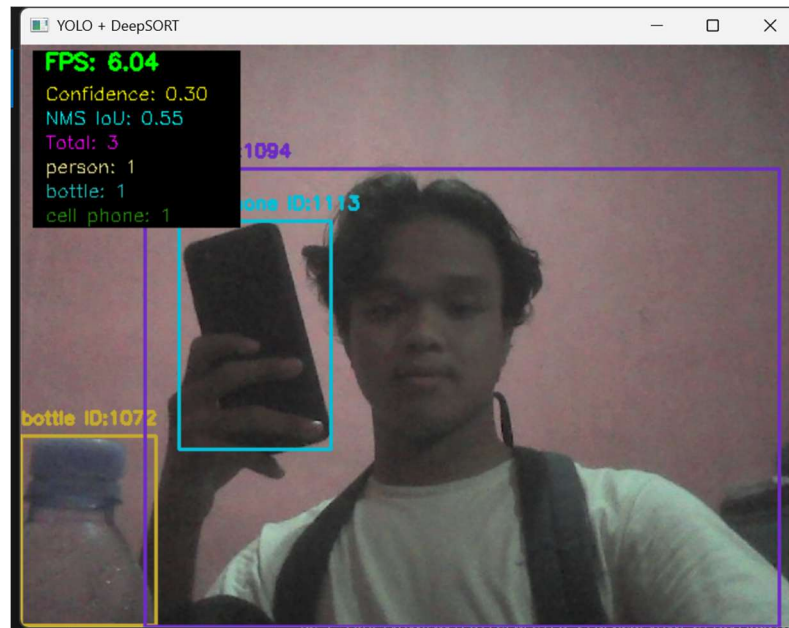
Model berhasil mendeteksi 16 objek Meskipun banyak objek terlihat secara visual, tidak semua berhasil terdeteksi karena keterbatasan model ringan (YOLOv12n), kondisi occlusion (terhalang), dan kemungkinan nilai confidence yang rendah. Hal ini menunjukkan pentingnya pemilihan model yang sesuai serta pengaturan threshold yang optimal dalam proses deteksi objek.

#### 4.2 Hasil Deteksi Video dan Pelacakan Objek

integrasi YOLOv12n dengan DeepSORT memungkinkan sistem tidak hanya mendeteksi, tetapi juga melacak objek secara konsisten antar-frame dalam video. DeepSORT memberikan ID unik untuk tiap objek, sehingga sistem dapat memantau pergerakan objek secara akurat. Setiap objek ditampilkan dengan ID, label, dan warna berbeda. Tambahan informasi seperti FPS, threshold, dan jumlah objek per kelas juga divisualisasikan.



Gambar 4. Hasil Deteksi Objek Pada Input Vidio



Gambar 5. Hasil Deteksi Objek Pada Input Vidio Dengan Webcam

### 4.3 Analisa hasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berbasis YOLOv12n dan DeepSORT mampu mendeteksi serta melacak objek dengan cukup baik dalam kondisi nyata. Objek seperti manusia terdeteksi dengan akurasi tinggi, namun beberapa objek lain tidak terdeteksi sepenuhnya akibat occlusion atau tingkat kepercayaan (confidence) yang rendah. Penggunaan model ringan seperti YOLOv12n memberikan kecepatan yang optimal meskipun terdapat kompromi pada tingkat akurasi, terutama dalam lingkungan kompleks atau ramai.

Integrasi dengan DeepSORT memungkinkan pelacakan identitas objek secara konsisten antar frame. Meskipun terjadi pergerakan cepat dan perubahan sudut kamera, ID objek tetap stabil dalam sebagian besar kasus. Hal ini membuktikan bahwa sistem ini dapat digunakan untuk pemantauan keramaian secara real-time, meskipun perlu penyempurnaan pada penanganan deteksi objek yang saling menutupi atau tumpang tindih.

## 5. Kesimpulan

Sistem deteksi dan pelacakan berbasis YOLOv12n dan DeepSORT berhasil mendeteksi serta menghitung individu dalam keramaian secara real-time dengan performa yang cukup baik. YOLOv12n memberikan kecepatan deteksi tinggi, sedangkan DeepSORT menjaga konsistensi identitas objek antar frame. Sistem juga mampu menampilkan visualisasi yang informatif dan interaktif. Meskipun akurasi menurun pada kondisi occlusion dan objek padat, sistem ini menunjukkan potensi kuat untuk diterapkan dalam pemantauan keramaian dan analisis perilaku. Peningkatan akurasi dan penanganan objek tumpang tindih menjadi fokus pengembangan selanjutnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] D. N. Nugroho and L. Anifah, "Perancangan Sistem Deteksi Objek Bola Dan Gawang Pada Robot Sepakbola Menggunakan Metode Darknet YOLO," 2023.
- [2] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection." [Online]. Available: <http://pjreddie.com/yolo/>
- [3] L. Susanti, N. K. Daulay, and B. Intan, "Sistem Absensi Mahasiswa Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma YOLOv5," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 10, no. 2, p. 640, Apr. 2023, doi: 10.30865/jurikom.v10i2.6032.
- [4] A. Yolov8 *et al.*, "Analisa Kemampuan Algoritma YOLOv8 Dalam Deteksi Objek Manusia Dengan Metode Modifikasi Arsitektur," 2023.
- [5] R. Sapkota *et al.*, "YOLOv10 to Its Genesis: A Decadal and Comprehensive Review of The You Only Look Once (YOLO) Series," Jun. 2024, doi: 10.1007/s10462-025-11253-3.
- [6] P. A. Cahyani, M. Mardiana, P. B. Wintoro, and M. A. Muhammad, "Sistem Perhitungan Kendaraan Menggunakan Algoritma YOLOv5 dan DeepSORT," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 10, no. 1, May 2024, doi: 10.28932/jutisi.v10i1.7519.
- [7] F. Hidayat, N. Billy, N. Russel Permana, and M. Evans Hariady, "Penerapan You Only Look Once dan DeepSORT untuk Deteksi Plat Nomor Kendaraan," *Jurnal Telematika*, vol. 19, no. 2.
- [8] E. Ektrada, L. Hakim, and S. P. Kristanto, "Sistem Tracking dan Counting Kendaraan Berbasis YOLO untuk Pemetaan Slot Parkir Kendaraan," *Software Development, Digital Business Intelligence, and Computer Engineering*, vol. 1, no. 02, pp. 55-60, Mar. 2023, doi: 10.57203/session.v1i02.2023.55-60.
- [9] F. Rofii, G. Priyandoko, M. I. Fanani, and A. Suraji, "Vehicle Counting Accuracy Improvement By Identity Sequences Detection Based on Yolov4 Deep Neural Networks," *TEKNIK*, vol. 42, no. 2, pp. 169-177, Aug. 2021, doi: 10.14710/teknik.v42i2.37019.
- [10] "ANALISIS PERHITUNGAN BIBIT IKAN GURAME MENGGUNAKAN WEBCAM DENGAN METODE YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE)."
- [11] D. Chicco, M. J. Warrens, and G. Jurman, "The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation," *PeerJ Comput Sci*, vol. 7, pp. 1-24, 2021, doi: 10.7717/PEERJ-CS.623.