

IMPLEMENTASI ALGORITMA YOLO UNTUK DETEKSI JUMLAH PENGUNJUNG DIDALAM GEDUNG

Alnando Rizki Kurniawan, Zuly Burdiarso, Eka Ardhianto
Teknik Informatika, Universitas STIKUBANK Unisbank Semarang
Jalan Raya Tri Lomba Juang 1, Semarang, Indonesia
alnandorizki.kurniawan1999@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem deteksi jumlah pengunjung menggunakan algoritma YOLO (You Only Look Once). Latar belakang penelitian ini adalah meningkatnya kebutuhan akan sistem pemantauan yang efektif di tempat umum untuk menjamin keamanan dan kenyamanan pengunjung. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi, pengumpulan data, dan pengujian model YOLO dengan berbagai dataset. Pengujian dilakukan terhadap 10 dataset yang berbeda, menghasilkan rasio deteksi yang bervariasi antara 31,58% hingga 78,57%, dengan rata-rata deteksi mencapai 54,57%. Waktu deteksi berkisar antara 402 ms hingga 832 ms, menunjukkan bahwa algoritma ini cukup cepat dalam melakukan analisis secara real-time. Namun, terdapat tantangan dalam kondisi kepadatan tinggi dan saat objek saling tumpang tindih, yang dapat menurunkan akurasi deteksi. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kualitas dataset, penerapan teknik augmentasi data, serta eksplorasi model YOLO yang lebih baru, seperti YOLOv5 atau YOLOv7. Selain itu, optimalisasi parameter melalui proses fine-tuning juga dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem. Implementasi teknologi ini berpotensi digunakan dalam berbagai lingkungan, seperti pusat perbelanjaan, stasiun, bandara, gedung perkantoran, dan tempat umum lainnya untuk meningkatkan efisiensi serta keamanan. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat menjadi solusi cerdas dalam manajemen jumlah pengunjung secara otomatis, membantu pengelola tempat umum dalam mengambil keputusan berbasis data yang lebih akurat dan real-time.

Kata kunci : *algoritma YOLO, deteksi pengunjung, pemantauan, sistem keamanan, teknologi*

1. PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas di berbagai tempat umum, seperti pusat perbelanjaan, gedung perkantoran, dan fasilitas publik lainnya, telah menimbulkan berbagai tantangan dalam pengelolaan ruang dan layanan. Salah satu isu penting yang perlu diperhatikan adalah pengelolaan jumlah pengunjung, terutama ketika terjadi lonjakan aktivitas pada waktu tertentu. Dalam kondisi seperti ini, diperlukan upaya untuk memastikan keamanan, kenyamanan, dan efisiensi penggunaan ruang yang tersedia.

Metode tradisional dalam penghitungan jumlah pengunjung, seperti penggunaan sensor gerak atau pencatatan manual oleh petugas, sering kali tidak memadai. Ketidakakuratan dalam penghitungan dapat terjadi, terutama pada saat-saat puncak ketika banyak pengunjung memasuki atau meninggalkan gedung secara bersamaan. Keterbatasan ini dapat mengakibatkan keputusan yang kurang tepat dalam pengelolaan kapasitas gedung dan penyediaan layanan keamanan yang diperlukan. Oleh karena itu, ada kebutuhan mendesak untuk mengembangkan sistem yang lebih canggih dan otomatis yang dapat mendeteksi dan menghitung jumlah pengunjung secara real-time dengan akurasi yang lebih tinggi.

Salah satu solusi yang menjanjikan adalah penggunaan algoritma YOLO (You Only Look Once), yang merupakan metode berbasis deep learning yang memanfaatkan jaringan saraf konvolusional (Convolutional Neural Network/CNN). YOLO

memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi objek dalam gambar atau video dengan kecepatan dan akurasi yang tinggi. Keunggulan utama dari algoritma ini adalah kemampuannya untuk melakukan deteksi secara real-time, yang memungkinkan pengelola gedung untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dengan cepat dan efisien. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan YOLO dalam konteks penghitungan jumlah pengunjung dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi operasional.

Namun, meskipun banyak penelitian yang telah dilakukan, masih terdapat kesenjangan dalam penerapan algoritma ini di lingkungan dengan kepadatan tinggi. Beberapa studi menunjukkan bahwa akurasi deteksi dapat menurun secara signifikan ketika objek yang terdeteksi berada dalam kondisi berdesakan. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi dan mengembangkan metode yang dapat meningkatkan akurasi deteksi dalam situasi tersebut.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem yang mampu menghitung jumlah pengunjung secara akurat menggunakan algoritma YOLO. Sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengelolaan ruang dan peningkatan kualitas layanan di tempat umum.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian sebelumnya meneliti deteksi jumlah pengunjung dan penggunaan masker menggunakan algoritma YOLOv3 yang diimplementasikan pada Raspberry Pi. Sistem ini dilengkapi dengan fitur notifikasi peringatan saat jumlah pengunjung melebihi kapasitas atau saat ada individu yang tidak memakai masker. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma YOLOv3 mampu mendeteksi manusia dan masker dengan tingkat akurasi (mAP) sebesar 77,92%. Simpulan dari penelitian ini adalah bahwa sistem berbasis YOLOv3 efektif digunakan untuk membantu pengelolaan kapasitas dan penerapan protokol kesehatan di pusat perbelanjaan.[1] Penelitian selanjutnya memanfaatkan YOLOv3 untuk mendeteksi kendaraan di jalur satu arah (SSA) di Kota Bogor menggunakan rekaman CCTV dari Dinas Perhubungan. Sistem ini mampu mendeteksi berbagai jenis kendaraan, seperti motor, mobil pribadi, dan kendaraan berat, secara real-time. Hasil menunjukkan bahwa algoritma YOLOv3 memberikan deteksi objek yang cepat dan akurat, dengan tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan metode sebelumnya, seperti Faster R-CNN. Simpulan dari penelitian ini adalah bahwa YOLOv3 cocok untuk aplikasi pemantauan lalu lintas yang memerlukan efisiensi waktu tinggi.[2] Penelitian berikutnya membahas penerapan YOLO untuk mendeteksi makanan khas Palembang, menggunakan dataset sebanyak 31 jenis makanan dengan total 1955 gambar untuk pelatihan. Penelitian ini menunjukkan bahwa YOLO mampu mengenali makanan khas dengan tingkat akurasi rata-rata yang cukup tinggi, yaitu hingga 85% untuk beberapa jenis makanan. Simpulan dari penelitian ini adalah bahwa YOLO dapat diandalkan untuk aplikasi deteksi objek spesifik dengan hasil yang memuaskan dalam berbagai kategori makanan.[3] Penelitian berikutnya penelitian ini menggunakan SSD untuk menghitung jumlah pengunjung di perpustakaan Universitas Muhammadiyah Kudus. Hasilnya menunjukkan akurasi deteksi 98% untuk pengunjung masuk, 95% untuk pengunjung keluar, dan 96% untuk jumlah pengunjung di dalam ruangan. Simpulan penelitian ini adalah SSD mampu memberikan hasil yang andal untuk penghitungan pengunjung dalam kondisi keramaian yang tinggi.[4]

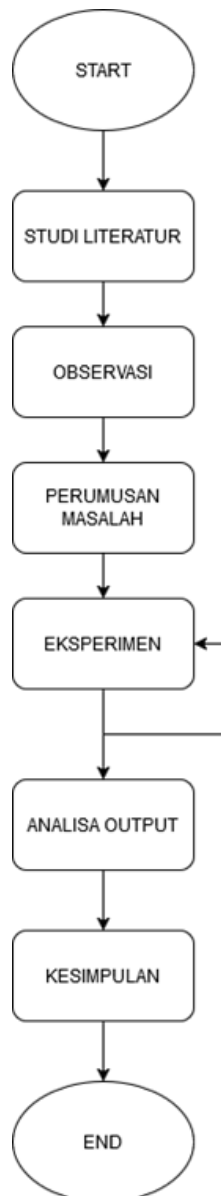
Penelitian selanjutnya menerapkan YOLOv3 untuk mendeteksi kotoran seperti kerikil pada proses produksi beras. Proses pelatihan model berhasil menurunkan nilai loss dari 1,89 menjadi 0,16 setelah 15.000 iterasi, dengan rata-rata akurasi sebesar 86,11%. Simpulan penelitian adalah YOLOv3 dapat diandalkan untuk deteksi objek dalam kontrol kualitas produksi.[5] Penelitian Berikutnya Penelitian ini memanfaatkan SSD (Single Shot Detector) dengan MobileNet untuk menghitung pengunjung toko retail menggunakan rekaman CCTV. Penelitian ini menemukan pola tren dan seasonality yang mendukung analisis performa toko retail. Tingkat konversi dihitung berdasarkan data pengunjung dan

transaksi, menghasilkan informasi penting terkait efektivitas strategi pemasaran. Simpulannya, SSD dapat digunakan untuk analisis tren dan mendukung pengambilan keputusan bisnis retail.[6] Penelitian selanjutnya ini membandingkan dua metode, YOLO dan Haar Cascade Classifier, untuk mendeteksi jumlah pengunjung dan penggunaan masker. Hasil pengujian menunjukkan bahwa YOLO memiliki tingkat keberhasilan 93,3% untuk mendeteksi jumlah pengunjung, lebih tinggi dibandingkan Haar Cascade Classifier yang mencapai 85,7%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa YOLO lebih unggul dalam akurasi pendeteksian pengunjung dan masker.[7]

Penelitian berikutnya ini mengembangkan sistem deteksi objek bola dan gawang untuk robot sepakbola humanoid menggunakan metode Darknet YOLO. Algoritma YOLOv3 Tiny digunakan untuk melatih dan menguji sistem dengan dataset 200 gambar. Hasil pengujian menunjukkan performa tinggi dengan akurasi 97%, precision 99%, recall 96%, dan F1-score 97%. Simpulannya, metode Darknet YOLO sangat efektif untuk aplikasi robotika dalam pendeteksian objek secara real-time.[8] Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi, pelacakan, dan penghitungan kendaraan berbasis YOLOv3 untuk pemetaan slot parkir di mall. Sistem ini mendeteksi dua jenis kendaraan (mobil dan sepeda motor) dengan akurasi deteksi 85% dan akurasi penghitungan 77,55%. Simpulan penelitian adalah algoritma YOLOv3 cocok untuk mendukung pengelolaan parkir secara otomatis dan real-time, meskipun akurasi dapat ditingkatkan dengan kualitas dataset yang lebih baik.[9]. Penelitian ini merupakan tinjauan literatur sistematis tentang metode YOLO dalam deteksi objek. Hasil tinjauan ini menunjukkan kelebihan utama YOLO berupa kecepatan tinggi dan akurasi real-time, serta tantangan dalam deteksi objek kecil dan tumpang tindih. Penelitian ini memberikan wawasan komprehensif mengenai penerapan YOLO, kelebihan, kekurangan, dan potensi pengembangannya di berbagai bidang aplikasi seperti keamanan, kendaraan otonom, dan analisis video[10].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi jumlah pengunjung menggunakan library YOLO. Sebelum memulai penelitian, dilakukan analisa kebutuhan untuk menentukan perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung, serta data yang diperlukan. Perangkat keras yang digunakan mencakup prosesor AMD Ryzen 5 5600H, memori 16 GB, VGA NVIDIA GTX 1650, dan penyimpanan sebesar 1 TB. Perangkat lunak yang digunakan meliputi sistem operasi Windows 11, serta Visual Studio dan Python sebagai alat pengembangan. Data yang digunakan adalah gambar pengunjung yang diambil dari gedung dengan kondisi beragam.



Gambar 1. Alur penelitian

Penelitian diawali dengan studi literatur untuk memahami teori dasar dan penelitian terdahulu. Tahap berikutnya adalah observasi, di mana data awal dikumpulkan dari lapangan untuk memahami permasalahan yang akan diselesaikan. Pada tahap eksperimen, dataset dibuat, dilatih, dan diuji menggunakan model YOLO untuk mendeteksi pengunjung. Hasil pengujian dianalisis melalui evaluasi rasio deteksi untuk menilai keakuratan model dalam mendeteksi objek dibandingkan jumlah deteksi yang seharusnya dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Dataset

Dataset yang digunakan berisi gambar objek person yang dikumpulkan dari foto langsung dengan keadaan mall atau pusat perbelanjaan pada saat itu, kemudian dikelompokkan sesuai kategori (person).

4.2. Pelabelan Dataset

```

# Bounding Box
x1, y1, x2, y2 = box.xyxy[0]
x1, y1, x2, y2 = int(x1), int(y1), int(x2), int(y2)

# Kepercayaan
conf = math.ceil((box.conf[0] * 100)) / 100

# Nama Kelas
cls = int(box.cls[0])
kelasSaatIni = namaKelas[cls]
  
```

Gambar 2 Kode Pelabelan

Proses labeling dilakukan dengan menggunakan alat anotasi yang memungkinkan pengguna untuk menggambar bounding box di sekitar objek yang relevan dan memberikan label yang sesuai. Hal ini memastikan bahwa model dapat belajar dari data yang terstruktur dengan baik. Dataset yang telah dilabeli kemudian digunakan untuk melatih model deteksi objek.

4.3. Pelatihan Model

Dataset yang telah dilabeli digunakan untuk melatih model YOLO, yang diinisialisasi dengan bobot pra-latih. Pelatihan dilakukan dengan membagi data menjadi data pelatihan dan pengujian, serta mengevaluasi kinerja berdasarkan keakuratan deteksi dan rasio kepercayaan.

4.4. Eksperimen

Eksperimen dilakukan menggunakan program Python. Program dimulai dengan mengimpor library seperti torch, numpy, cv2, math, dan tkinter. Kemudian, pengguna memilih gambar melalui dialog yang disediakan oleh tkinter. Gambar tersebut dibaca menggunakan OpenCV, dan jika terjadi kesalahan seperti file tidak ditemukan atau format tidak didukung, program akan memberikan notifikasi. Model YOLO pra-latih (yolov8l.pt) dimuat, dan daftar kelas objek yang dapat dideteksi didefinisikan, termasuk "person", "car", dan "bicycle". Setelah itu, gambar diproses menggunakan model YOLO untuk mendeteksi objek, dan hasil deteksi disimpan dalam variabel results. Variabel penghitung diinisialisasi untuk menghitung jumlah orang yang terdeteksi dan total kepercayaan deteksi. Pengguna diminta untuk memasukkan jumlah orang sebenarnya (ground truth) dan nilai threshold kepercayaan. Program melakukan iterasi pada hasil deteksi; jika objek yang terdeteksi adalah "person" dan kepercayaan melebihi threshold, maka penghitung jumlah orang dan total kepercayaan akan diperbarui. Bounding box digambar di sekitar objek yang terdeteksi, dan informasi kepercayaan ditampilkan. Program kemudian menghitung rata-rata kepercayaan dan rasio deteksi. Dimana total kepercayaan adalah jumlah dari semua nilai

kepercayaan yang diperoleh, total orang terlihat adalah jumlah total orang yang terdeteksi dalam analisis. Dan rasio deteksi jumlah objek terdeteksi: Ini adalah jumlah objek yang terdeteksi oleh model dengan kepercayaan di atas threshold yang ditentukan (misalnya, jumlah orang yang terdeteksi dengan kepercayaan lebih dari threshold). total deteksi: Ini adalah jumlah total deteksi yang dilakukan oleh model, termasuk deteksi yang benar dan salah.

$$\text{Rata-rata kepercayaan} = \frac{\text{total kepercayaan}}{\text{total orang terlihat}} \quad (1)$$

Dimana :

Total Kepercayaan adalah jumlah dari semua nilai kepercayaan yang diperoleh.

Total Orang Terlihat adalah jumlah total orang yang terdeteksi dalam analisis.

$$\text{Rasio Deteksi} = \frac{\text{jumlah objek terdeteksi}}{\text{total deteksi}} \times 100 \quad (2)$$

Dimana :

Jumlah Objek Terdeteksi: Ini adalah jumlah objek yang terdeteksi oleh model dengan kepercayaan di atas threshold yang ditentukan (misalnya, jumlah orang yang terdeteksi dengan kepercayaan lebih dari threshold).

Total Deteksi: Ini adalah jumlah total deteksi yang dilakukan oleh model, termasuk deteksi yang benar dan salah.

4.5. Analisa Output

Program menampilkan jumlah orang terdeteksi, rata-rata kepercayaan, dan rasio deteksi pada gambar. Teks hasil ditampilkan di posisi yang telah ditentukan di gambar.



Gambar 3. Alur penelitian

Setiap individu terdeteksi dengan bounding box berwarna magenta, menunjukkan lokasi dan identitas mereka. Total objek yang terdeteksi ditampilkan di bagian atas gambar, mencerminkan efektivitas sistem pelabelan dalam pengenalan wajah dan klasifikasi individu.

Tabel 1. Hasil Deteksi

Dataset	Rasio Deteksi	Waktu
Dataset_1	71,43 %	402
Dataset_2	52,17 %	502
Dataset_3	73,33 %	584
Dataset_4	47,37 %	799
Dataset_5	40,00 %	814
Dataset_6	44,4 %	819
Dataset_7	50,00 %	820
Dataset_8	31,58%	832
Dataset_9	40,00 %	665
Dataset_10	78,57%	665
Rata-rata	53,74%	665,5

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi yang menggunakan algoritma YOLO berhasil menghitung jumlah pengunjung. Dataset_10 memiliki rasio deteksi tertinggi sebesar 78,57% dengan waktu deteksi 665 ms (mili-seconds), dan Dataset_8 memiliki rasio deteksi terendah sebesar 31,58% dengan waktu deteksi 832 ms (mili-seconds).

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem ini masih mampu memberikan perkiraan yang cukup akurat tentang jumlah pengunjung, meskipun ada perbedaan dalam rasio deteksi. Rasio deteksi rata-rata 53,74% dari seluruh dataset menunjukkan kapasitas algoritma YOLO untuk digunakan dalam aplikasi penghitungan pengunjung dalam berbagai situasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah berhasil menguji sistem deteksi berbasis algoritma YOLO menggunakan 10 dataset berbeda. Sistem mampu mendeteksi objek dengan baik, dengan rasio deteksi bervariasi antara 31,58% hingga 78,57%, yang menunjukkan keefektifan algoritma dalam mengenali pengunjung dalam berbagai kondisi. Rata-rata rasio deteksi yang dicapai adalah sebesar 54,57%, dengan waktu deteksi berkisar antara 402 ms hingga 832 ms. Dataset_10 menunjukkan rasio deteksi tertinggi, sementara Dataset_8 memiliki rasio terendah. Algoritma YOLO terbukti memiliki kinerja yang baik dalam deteksi objek secara real-time, meskipun terdapat tantangan dalam mendeteksi objek pada kondisi kepadatan tinggi dan saat objek saling tumpang tindih. Kecepatan dan efisiensi algoritma tetap menjadi keunggulan utama, menjadikannya pilihan yang solid untuk aplikasi deteksi.

Namun, penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan yang dapat diperbaiki di masa depan. Salah satu usulan perbaikan adalah meningkatkan kualitas dan kuantitas dataset, termasuk menambahkan variasi dalam kondisi pencahayaan, sudut pandang, dan kepadatan objek untuk mendukung peningkatan akurasi deteksi. Selain itu, penerapan teknik augmentasi data dapat memperkaya dataset dan meningkatkan kemampuan model dalam mengenali objek dalam berbagai kondisi. Pemanfaatan versi terbaru algoritma YOLO, seperti YOLOv11, dapat dipertimbangkan karena potensi peningkatan akurasi

dan kecepatan deteksi. Evaluasi berkala terhadap model juga perlu dilakukan, disertai fine-tuning parameter untuk mengoptimalkan performa dalam situasi kompleks. Selanjutnya, integrasi media seperti rekaman CCTV gedung yang merekam secara real-time dapat menjadi solusi untuk memperluas penerapan sistem, terutama pada area pintu masuk gedung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. W. A. Surbakti and R. Eka Putri, "Penghitung Pengunjung dan Deteksi Masker Menggunakan OpenCV dan YOLO," *CHIPSET*, vol. 3, no. 02, pp. 83–93, Oct. 2022, doi: 10.25077/chipset.3.02.83-93.2022.
- [2] F. Rachmawati and D. Widhyaestoeti, "Deteksi Jumlah Kendaraan di Jalur SSA Kota Bogor Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLO." [Online]. Available: <http://pkm.uika-bogor.ac.id/index.php/prosiding/index>
- [3] L. Rahma, H. Syaputra, A. H. Mirza, and S. D. Purnamasari, "Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once)," 2021.
- [4] M. Maghfurun, W. Cholid Wahyudin, A. Prihandono, and D. S. Negara, "SISTEM JUMLAH PENGUNJUNG DI PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KUDUS MENGGUNAKAN KAMERA SINGLE SHOT DETECTOR (SSD)," 2023.
- [5] N. Eka Budiyantha *et al.*, "Sistem Deteksi Kemurnian Beras berbasis Computer Vision dengan Pendekatan Algoritma YOLO," vol. 6, no. 1, 2021.
- [6] D. Diamanta and H. Toba, "Pendeteksian Citra Pengunjung Menggunakan Single Shot Detector untuk Analisis dan Prediksi Seasonality," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 7, no. 1, Apr. 2021, doi: 10.28932/jutisi.v7i1.3329.
- [7] A. M. Ubaidilah, A. F. Ibadillah, and M. M. Febriansyah, "Deteksi Jumlah Pengunjung Dan Penggunaan Masker Dengan Menggunakan Metode YOLO Dan Haar Cascade Classifier," *ZeroTerm*, vol. volume 05, 2023.
- [8] D. N. Nugroho and L. Anifah, "Perancangan Sistem Deteksi Objek Bola Dan Gawang Pada Robot Sepakbola Menggunakan Metode Darknet YOLO," 2023.
- [9] 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.
- [10] D. Nafis Alfarizi, R. Agung Pangestu, D. Aditya, M. Adi Setiawan, and P. Rosyani, "Penggunaan Metode YOLO Pada Deteksi Objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis," 2023. [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk>