

People Counting untuk Kontrol Suhu Kereta menggunakan Metode You Only Look Once v5

People Counting for Train Temperature Control using You Only Look Once v5 Method

¹Fita Nova Wima Sari*, ²Wahyu Pribadi, ³Adiratna Ciptaningrum

^{1,2,3}Sarjana Terapan Perkeretaapian, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Madiun
Jl. Ring Road Barat, Winongo, Kec. Manguharjo, Kota Madiun, Jawa Timur, Indonesia

*e-mail: novafita60@gmail.com

(received: 15 May 2024, revised: 21 June 2024, accepted: 29 July 2024)

Abstrak

AC (Air Conditioner) merupakan sistem pendingin ruangan yang digunakan dimanapun salah satunya pada kereta api. AC juga merupakan faktor utama tingkat kenyamanan dari penumpang kereta. Namun, AC kereta saat ini hanya dapat dikontrol manual dari kabin masinis sehingga banyak sedikitnya penumpang tidak memengaruhi suhu AC. Terlebih lagi, AC menyerap 30% daya dari total daya di kereta. Maka dari itu, penelitian ini disusun dengan tujuan dapat menghitung jumlah penumpang melalui konsep *People Counting* menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) guna sistem kontrol suhu kereta. Penelitian ini dibangun menggunakan 1 kelas objek yaitu person dan algoritma YOLOv5, dimana metode tersebut merupakan metode deteksi objek dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penelitian ini dirancang dengan bahasa pemrograman Python dengan platform Google Colaboratory dan MQTT untuk protokol penyimpanan data hasil deteksi penumpang. Dataset yang digunakan adalah penumpang dalam kereta sebanyak 1300 gambar. Model hasil *training* dan validasi memperoleh mAP 99.63%, presisi 95%, recall 100%, F1 score 97.5%, dan *average IoU* 79.96%. Kemudian, model diujikan dan memperoleh mAP 99.35%, presisi 95%, *recall* 99%, dan *F1 score* 97%. Penelitian ini menghasilkan performa sistem yang cukup baik dalam mendeteksi dan menghitung penumpang pada kereta.

Kata kunci: air conditioner, *people counting*, *you only look once v5*, sarana perkeretaapian

Abstract

AC (Air Conditioner) is an air conditioning system that is used anywhere, one of them on the train. Air conditioning is also a major factor in the comfort level of train passengers. However, train air conditioning currently can only be controlled manually from the driver's cabin so that the number of passengers does not affect the air conditioning temperature. What's more, the air conditioner absorbs 30% of the total power in the train. Therefore, this research was compiled with the aim of being able to calculate the number of passengers through the concept of *people counting* using the *You Only Look Once* (YOLO) method for the train's temperature control system. This research was built using 1 object class, namely person and the YOLOv5 algorithm, where this method is an object detection method with a high degree of accuracy. This research was designed using the Python programming language with the Google Colaboratory platform and MQTT for the data storage protocol for passenger detection results. The dataset used is passengers in the train as many as 1300 images. The training and validation results model obtained a 99.63% mAP, 95% precision, 100% recall, 97.5% F1 score, and 79.96% average IoU. Then, the model was tested and obtained 99.35% mAP, 95% precision, 99% recall, and 97% F1 score. This research resulted in a fairly good system performance in detecting and counting passengers on trains.

Keywords: AC, *people counting*, *you only look once v5*, railways facilities

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

1 Pendahuluan

Sistem pendingin atau *Air Conditioner* (AC) merupakan teknologi yang saat ini digunakan dan dibutuhkan dimanapun, baik rumah, perkantoran, hingga transportasi. AC mulai banyak dikembangkan dalam sisi fitur maupun bentuk. Upaya pengembangan ini guna mendapatkan suhu AC yang optimal sehingga tubuh manusia merasa nyaman. Sumber utama beban pendinginan adalah dari radiasi matahari langsung, konduksi termal kereta, penumpang, dan awak kereta. [1]

Penumpang merupakan faktor terbesar yang mempengaruhi beban pendinginan pada kereta [2]. Banyak sedikitnya jumlah penumpang dalam satu kereta menyebabkan perbedaan suhu yang dirasakan oleh penumpang. Pada suhu yang sama dengan jumlah penumpang yang sedikit, tentunya akan membuat penumpang merasakan hawa sangat dingin dan begitu pula sebaliknya. Suhu udara berubah-ubah atau tidak stabil tersebut membuat mereka tidak nyaman. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem kontrol suhu berdasarkan jumlah penumpang yang ada dalam satu kereta tersebut.

Selain itu, sistem pendinginan pada kereta sudah menggunakan sistem dengan kapasistas bebas pendinginan sebesar 40,000 kcal/h dengan daya sebesar 18.7 kW yang setidaknya menyerap kurang lebih 30% dari daya total kereta. Terlebih lagi, AC yang digunakan pada kereta saat ini masih pada sistem konvensional, dimana kereta dalam kondisi apapun AC tetap menyala dan menyemburkan pendinginan yang sama. Tentunya, hal tersebut kurang efisien dalam penggunaan daya AC kereta. Sehingga perlu adanya kontrol suhu tersebut dapat menghemat sistem daya yang ada di kereta.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah penumpang adalah *people counting*. Dalam mengembangkan *people counting* digunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) v5. Sistem pendeteksi metode YOLOv5 terbukti lebih cepat dan akurat untuk mendeteksi objek pada gambar atau citra sehingga paling sesuai jika diterapkan untuk *real time* pendeteksian objek pada video (Dadang Iskandar Mulyana dan M Ainur Rofik, 2022). YOLOv5 merupakan versi terbaru dari pemrograman YOLO yang sebelumnya [3].

Pada penelitian sebelumnya, [4] membahas mengenai *people counting* pada transportasi publik menggunakan metode YOLOv4. Penelitian ini menggunakan 3 skenario pelatihan dengan akurasi terbaik sebesar 72.68% dan 2 skenario pengujian dengan rata-rata akurasi sebesar 69% dan 62%.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat *object detection* dalam sistem kontrol suhu kereta berdasarkan jumlah penumpang yang terdeteksi melalui konsep *people counting*. Metode yang diusulkan menggunakan algoritma YOLOv5. Banyak sedikitnya penumpang yang terdeteksi akan memengaruhi kinerja AC. Sistem ini akan mempercepat pendinginan dalam suatu ruangan dengan *set point* suhu yang sama berdasarkan jumlah penumpang yang terdeteksi. Saat terdeteksi penumpang banyak, maka kalor yang diserap oleh AC juga akan semakin banyak sehingga dengan sistem ini harapannya sebelum penumpang merasa tidak nyaman, dilakukan percepatan dalam pendinginan kereta dengan *set point* suhu yang telah diatur. Pada akhirnya, nanti akan terdapat perbedaan kinerja AC saat terdeteksi jumlah penumpang banyak, sedikit, ataupun dalam keadaan kereta kosong. Dengan mengatur kinerja dari AC sedemikian rupa, maka harapannya konsumsi daya AC menjadi lebih efisien.

2 Tinjauan Literatur

Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan dan pengkajian terhadap penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Penelitian pertama yaitu *People Counting for Public Transportations Using You Only Look Once Method*, dimana pada jurnal ini membahas tentang sistem *people counting* menggunakan *image processing* YOLOv4 pada transportasi umum. Data hasil pelatihan didapatkan akurasi terbaik sebesar 72,68%. Sementara pada pengujian, pengujian dengan skenario pertama dengan dataset yang dilatih sendiri didapatkan akurasi sebesar 95%, sedangkan untuk skenario kedua dengan dataset resmi dari COCO dataset didapatkan akurasi sebesar 90%. [4]

Penelitian kedua adalah *Estimation of the Number of Passengers in a Bus Using Deep Learning*, membahas tentang penghitung jumlah penumpang pada bus menggunakan YOLOv3. Simulasi ini mengkombinasikan antara metode *deep learning* (YOLOv3) dan arsitektur CAE. Digunakan 2 metode karena pendeteksian dengan metode YOLOv3 saja tidak akurat dalam mendeteksi orang dikondisi

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

kerumunan sehingga diperlukan arsitektur CAE untuk mengukur kepadatan dalam bis. Pada hasil pengujian, didapatkan MAE (*Mean Absolute Error*) dan RMSE (*Root Mean Squared Error*) terkecil pada metode kombinasi dibandingkan metode tunggal. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua metode tersebut lebih efektif dan akurat dalam menghitung jumlah penumpang bis. [5]

Penelitian ketiga adalah “Implementasi Deteksi *Real Time* Klasifikasi Jenis Kendaraan di Indonesia Menggunakan Metode YOLOv5”, yang membahas tentang algoritma YOLOv5 yang digunakan untuk mendeteksi jenis kendaraan di jalan raya. Penulis menggunakan sekitar 1300 dataset berbentuk gambar yang diklasifikasikan dalam berbagi kelas kendaraan. Nilai akurasi yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 90%. [6]

Penelitian terakhir yaitu *Comparative Analysis of YOLOv3, YOLOv4 and YOLOv5 for Sign Language Detection*, yang membahas tentang perbandingan kinerja antara YOLOv3, YOLOv4, dan YOLOv5 dalam pendeteksian bahasa isyarat. Penelitian ini menggunakan dataset berupa 2000 gambar. Hasil simulasi YOLOv5 memiliki nilai akurasi, presisi, dan *recall* terbaik dibandingkan metode lainnya. Selain itu, ditemukan bahwa YOLOv3 membutuhkan waktu *running* paling rendah daripada lainnya. [3]

Suhu

Suhu adalah derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu dengan menggunakan termometer. Satuan suhu yang biasa digunakan adalah derajat celcius (°C). Suhu juga bisa diartikan sebagai suatu sifat fisika dari suatu benda yang menggambarkan energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul. Dengan suhu, manusia dapat mengetahui dan mengembangkan suatu informasi dan suhu diukur untuk digunakan di banyak kebutuhan seperti pertanian, farmasi, klimatologi, geofisika, dan lainnya.

Manusia tentunya memiliki beberapa variasi suhu tubuh mereka. Kondisi ini yang menjadikan apakah suhu tersebut sesuai dengan suhu tubuh mereka sehingga tubuh dapat mengenali nyaman tidaknya kondisi tersebut. Kondisi kenyamanan termal bagi manusia adalah sebagai berikut:

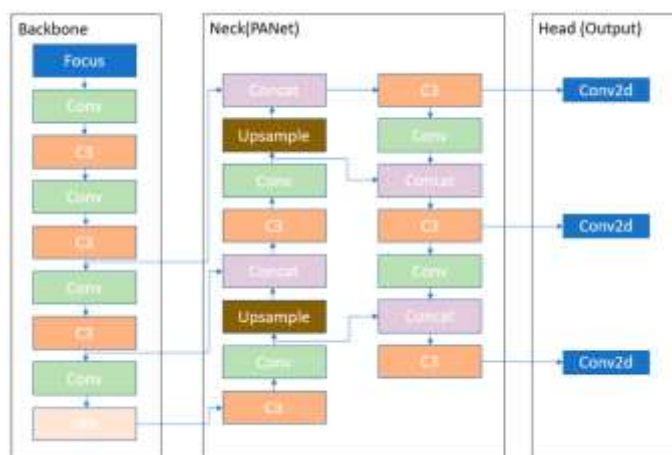
- Temperatur inti tubuh manusia: konstan 37°C
- Temperatur pada kulit manusia: bervariasi dari 20°C – 40°C
- Temperatur kulit > 45°C atau < 18°C akan menimbulkan efek buruk bagi tubuh.

Melalui Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM.17 Tahun 2011 tentang Standar, Tata Cara Pengujian dan Sertifikasi Kelayakan Gerbong, dinyatakan bahwa temperatur pada kereta yang dilengkapi dengan AC adalah 22 – 26°C dengan kecepatan udara maksimal 0,5 m/detik.

You Only Look Once (YOLO)

Algoritma *You Only Look Once* (YOLO) adalah algoritma pendeteksian objek *real-time* dengan tingkat akurasi yang tinggi. Cara kerja pendeteksian objek pada YOLO diadopsi dari Jaringan Saraf Tiruan (JST). Pada setiap *grid cell* akan memprediksi *bounding box* dan menghasilkan nilai per kelas. Pada setiap *bounding box* memiliki nama kelas, pusat koordinat x, pusat koordinat y, lebar sel (w), tinggi sel (h), dan nilai *confidence*. Nilai *confidence* ini akan menyatakan tingkat keakurasian pendeteksian.

Pertama, input citra akan diekstraksi awal hingga ukurannya menjadi 448x448x3. Selanjutnya citra akan dimasukkan ke dalam *backbone* YOLO hingga gambar diproses ekstraksi menjadi ukuran yang lebih kecil agar pengenalan objek lebih mudah. Dalam proses ekstraksi terdapat *convolutional layers* (*grid cell*) dan *pooling layers* (pemfilter *grid cell*). Hasil dari *features extractor*, akan dimasukkan dalam *neck* YOLO untuk digabungkan hasil fitur ekstraksinya dan melakukan skala citra sebelum dikirimkan ke *head*. Pada *neck*, mulai terdeteksi banyak *bounding box* yang muncul. Setelah dari *neck* YOLO, masuk ke *head* YOLO dimana didalamnya citra dideteksi masuk pada kelas objek mana berdasarkan hasil *bounding box*. Terakhir, YOLO menggunakan NMS (*Non-Maximum Suspension*) untuk membersihkan *bounding box* yang tidak terpakai. Hanya *bounding box* dengan nilai *confidence* tertinggi yang akan ada pada akhir hasil deteksi. *Bounding box* tersebut disebut sebagai kotak prediksi.



Gambar 1. Arsitektur YOLOv5

You Only Look Once (YOLO) v5

Algoritma YOLO memiliki beberapa versi, mulai dari YOLOv1, YOLOv2, YOLOv3, YOLOv4, hingga YOLOv5 dan masih terus berkembang saat ini. Penelitian ini akan menggunakan YOLOv5. Namun, sebelum membahas tentang YOLOv5, penting untuk mengetahui tentang YOLOv5 serta perbedaannya dengan YOLO versi sebelum. Tabel 1 merupakan tabel perbandingan arsitektur beberapa versi YOLO.

Tabel 1. Perbandingan arsitektur YOLO versi 1 sampai dengan versi 5

Versi	Backbone	Neck	Head
YOLOv1	Darknet	-	-
YOLOv2	Darknet 19	-	-
YOLOv3	Darknet-53	Feature Pyramid Network (FPN)	YOLO Layer
YOLOv4	CSP Darknet-53 (Cross Stage Partial Network)	SPP (Spatial Pyramid Pooling) dan PANet (Path Aggregation Network)	YOLO Layer
YOLOv5	CSP Darknet-53	PANet	YOLO Layer

Arsitektur YOLOv5 menggunakan *backbone* Cross Stage Partial Network (CSPNet) pada Darknet atau biasa disebut CSP Darknet53 sama seperti yang digunakan pada YOLOv4 guna mengekstraksi fitur. CSP Darknet53 merupakan arsitektur penggabungan antara Dense Network (penggabungan kotak prediksi objek dengan output secara bersamaan) dengan Darknet53. Berbeda dengan Darknet53 yang dimiliki YOLOv3, CSP Darknet53 melakukan pemrosesan input lebih mendalam, meningkatkan akurasi, dan membantu menjaga kehalusan fitur sebelum dimasukkan ke lapisan yang lebih mendalam.

Selanjutnya, gambar diteruskan melalui *neck* Path Aggregation Network (PANet) guna memfusi fitur. PANet akan menggabungkan hasil ekstraksi fitur dari *backbone*. PANet mengadopsi cara kerja Feature Pyramid Network (FPN) yang menggabungkan dari butiran terkecil ke terbesar sehingga meningkatkan akurasi lokasi objek. Bedanya dengan FPN, PANet memiliki lapisan singkat dibandingkan FPN.

Langkah terakhir adalah pada *head* YOLO layer guna menghasilkan output prediksi. Pada *head* terdapat 3 keluaran fitur berdasarkan hasil *multi-layer detector* untuk membantu meningkatkan prediksi objek kecil hingga besar secara efisien.

Message Queuing Telemetry Transport

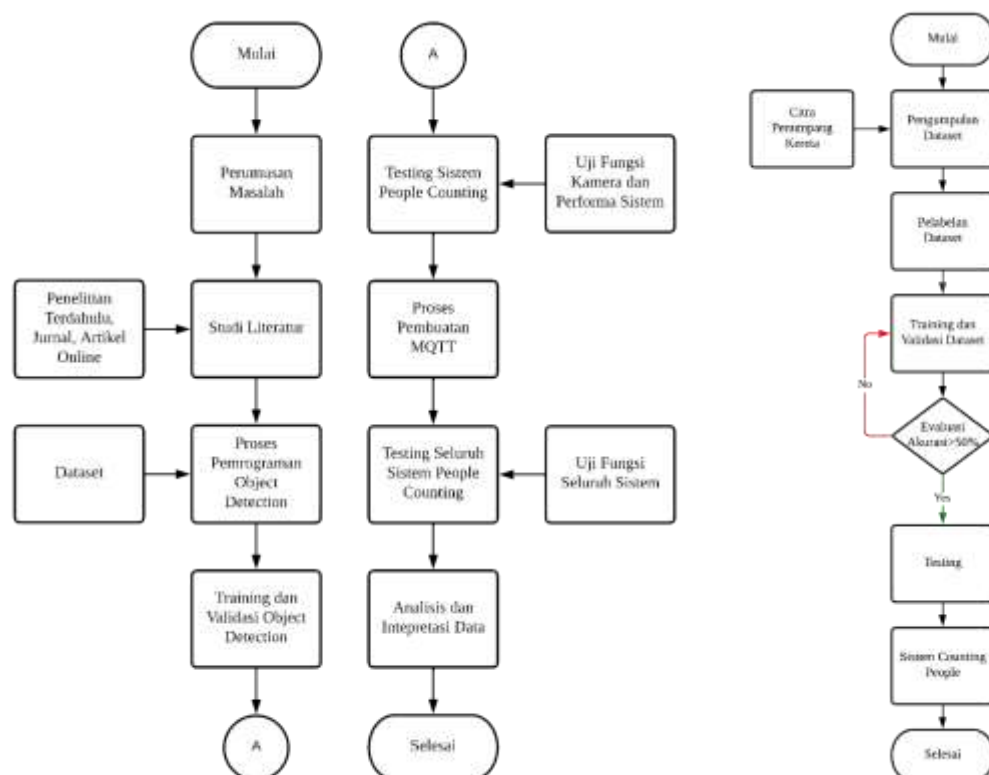
Message Queuing Telemetry Transport atau MQTT merupakan protokol komunikasi Internet of Things (IoT) yang dapat *monitoring* sistem jarak jauh melalui aplikasi pada perangkat elektronik seperti telepon seluler ataupun laptop. MQTT menggunakan prinsip *publish/subscribe* dari berbagai perangkat atau program yang dihubungkan melalui suatu *broker*. MQTT memiliki keunggulan yaitu protokol pesan sangat ringan (*lightweight*) dan *low latency*. MQTT meminimalkan jumlah *bytes*

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

sebuah jalur dan penggunaan daya yang rendah. Pada aplikasi MQTT *mobile*, terdapat hasil pengolahan data suatu program atau perangkat yang tersambung *broker* sehingga data tersebut dapat dipantau dan disimpan.

3 Metode Penelitian

Pada penelitian ini digunakan jenis penelitian dan pengembangan dengan mengembangkan sistem AC pada kereta yang saat ini menggunakan metode YOLOv5 dalam pendeteksian objek dengan kelas “person” pada kereta. Gambar 2 merupakan tahapan penelitian, pengolahan, dan analisis data yang akan digunakan untuk menyelesaikan sistem *people counting*.



Gambar 2. Diagram alur penelitian dan pemrograman

Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan menggunakan laptop dengan spesifikasi seperti pada Tabel 2 dan spesifikasi *software* pada Tabel 3.

Tabel 2. Spesifikasi *hardware*

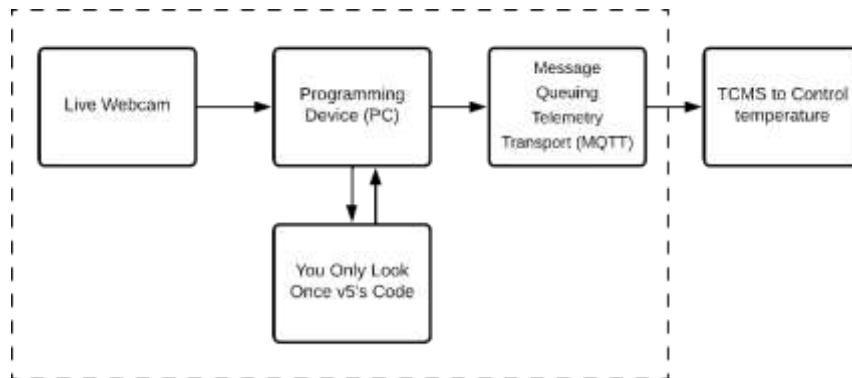
Aspek	Spesifikasi
Processor	Intel® Core™ i5-10210U CPU @1.60GHz 2.10 GHz
RAM	8.00 GB
Storage	512 GB SSD NVME
Graphics Card	Intel UHD Graphics 620
Operating System	Windows 10 Home Single Language

Tabel 3. Spesifikasi *software*

Aspek	Software
Bahasa Pemrograman	Python versi 3.9.1
Software Labeling Data	Roboflow
Software Training dan Testing Data	Google Colaboratory
Software Penampil dan Penyimpanan Data	MQTT

Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 3, dimana *live webcam* pada laptop adalah kamera yang digunakan dalam pengambilan data pergerakan penumpang pada kereta secara *real time*. Penggunaan *live webcam* pada laptop dipilih karena program algoritma YOLOv5 berada pada laptop tersebut dan program belum dapat dikonfigurasi dengan kamera lain, seperti IP cam, CCTV, dan lain sebagainya. Data diatur untuk dikirimkan setiap 30 menit sekali pada protokol IoT. Sistem penampilan dan penyimpanan data tersebut akan menggunakan MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). Pemilihan protokol MQTT karena MQTT termasuk protokol komunikasi ringan yang banyak digunakan. MQTT dapat terhubung dengan Google Colab dengan mudah. Selain itu, data dapat di-*monitoring* jarak jauh dengan mudah melalui perangkat seperti laptop dan telepon seluler.



Gambar 3. Diagram blok sistem

Perancangan Desain Sistem

Penempatan kamera laptop berada pada ketinggian 1.8 hingga 2 meter dari lantai kereta. pada penelitian ini dipilih ketinggian 2 meter dari lantai kereta sebab dengan ketinggian tersebut dapat menjangkau setengah dari panjang kereta. Hal tersebut tentunya berpengaruh pada jangkauan deteksi penumpang yang ada. Karena hanya dapat menjangkau setengah dari panjang kereta, maka dibutuhkan 2 kamera untuk mendeteksi keseluruhan area pada kereta. Berikut merupakan perhitungan jangkauan kamera beserta desain penempatannya yang ditunjukkan pada Gambar 4.

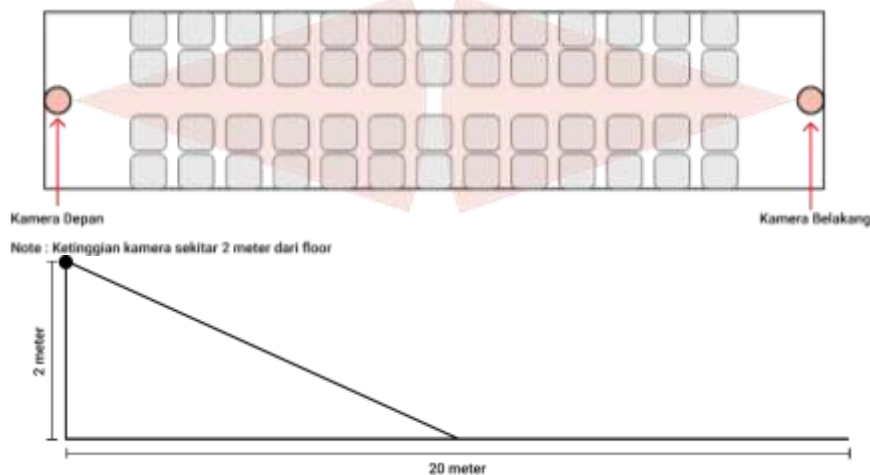
$$\text{Jangkauan kamera} = \sqrt{(\text{tinggi kamera})^2 + \left(\frac{\text{panjang gerbong}}{2}\right)^2} \quad (3.1)$$

$$\text{Jangkauan kamera} = \sqrt{(2 \text{ meter})^2 + \left(\frac{20 \text{ meter}}{2}\right)^2}$$

$$\text{Jangkauan kamera} = \sqrt{(2 \text{ meter})^2 + (10 \text{ meter})^2}$$

$$\text{Jangkauan kamera} = \sqrt{4 + 100}$$

$$\text{Jangkauan kamera} = \sqrt{104} \approx 10,2 \text{ meter}$$



Gambar 4. Desain penempatan kamera

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

4 Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai proses dari pembuatan sistem deteksi “person” serta sistem AC pada kereta api yang dilakukan. Proses pembuatan ini meliputi hasil *training* deteksi kelas “person”, hasil *testing* model *people counting*, dan hasil *testing* keseluruhan sistem *people counting*. Tujuan dari *testing* tersebut adalah untuk mengetahui performa model dari hasil *training* ketika diujikan pada gambar yang memiliki keadaan berbeda dan secara *real time*. Acuan penilaian yang digunakan pada *testing* adalah nilai akurasi yang didapatkan.

4.1. Pelabelan Dataset

Kelas yang digunakan pada penelitian ini adalah “person”. Hasil dari pelabelan ini berupa data dengan kode kelas, koordinat pusat label (x dan y), lebar (*width*), dan tinggi (*height*) dari setiap citra. Dataset yang diambil pada penelitian kali ini sejumlah 1300 gambar berupa gambar penumpang kereta. Dataset juga diberikan perlakuan *pre-processing* sebelum diolah dalam program. Namun, pada penelitian ini *augmentasi* tidak diterapkan karena dataset sudah sesuai. Gambar 5 merupakan proses pelabelan citra dengan kelas “person”.



Gambar 5. Proses pelabelan dataset

4.2. Hasil Training dan Validasi Dataset 2

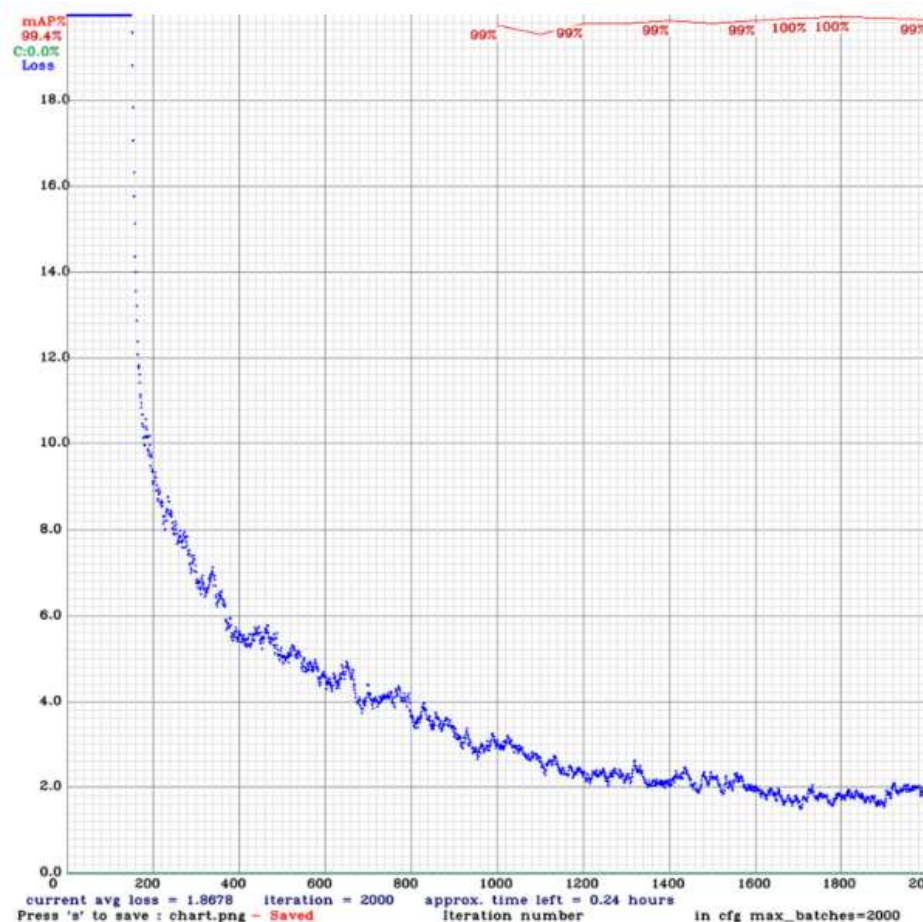
Training dan validasi model menggunakan dataset yang sudah dilabeli sebelumnya. Model telah dilatih menggunakan 912 gambar dan model divalidasi dengan 256 gambar. Terdapat beberapa parameter konfigurasi sistem yang diatur pada proses *training* dan validasi. Tabel 4 merupakan pengaturan parameter konfigurasi sistem yang digunakan pada proses *training* dan validasi model. Output dari proses *training* dan validasi berupa *weights file* yang digunakan pada *testing* model.

Tabel 4. Parameter konfigurasi

Parameter Konfigurasi Sistem	Nilai
<i>Batch size</i>	64
<i>Sub divisions</i>	64
<i>Channels</i>	3
<i>Learning rate</i>	0.001
<i>Max batches</i>	2000
<i>Width x height</i>	416 x 416

Training menggunakan *threshold* = 0.5, model memperoleh mAP (*mean Average Precision*) terbaik sebesar 0.9963 atau 99.63%, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Selain mAP, parameter performa lain dari hasil *training* seperti *precision*, *recall*, F1-score, dan IoU. Berikut merupakan

Tabel 5 yang menunjukkan parameter performa *training* dan validasi dalam pendeteksian objek menggunakan metode YOLOv5.



Gambar 6. Grafik *training* dataset

Tabel 5. Performa *training* dan validasi sistem YOLOv5

mAP	Precision	Recall	F1-score	Average IoU	Average Loss
99.63%	95%	100%	97%	79.96%	± 1.9

Selain itu, pada proses *training* dan validasi juga didapatkan *confusion matrix* sebagai nilai yang menunjukkan seberapa baik kinerja sistem. Dari *matrix* ini, dapat dihitung dan dievaluasi nilai performa kinerja sistem berdasarkan nilai *True Positive*, *False Positive*, dan *False Negative*. Hasil *confusion matrix* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. *Confusion matrix training* dan validasi sistem YOLOv5

True Positive (TP)	False Positive (FP)	False Negative (FN)
473	24	2

4.3. Hasil Testing Dataset

Testing model dilakukan menggunakan dua cara, yaitu secara *real time* dan *non real time*. *Testing* secara *real time* dilakukan menggunakan *live webcam*, baik *capture* otomatis maupun *live webcam video*. Gambar 7 merupakan gambar hasil *testing* secara *real time* sistem YOLOv5. *Testing non real time* dilakukan dengan menggunakan potongan gambar *test* yang diambil secara acak dari penumpang kereta. Model akan diuji dengan 132 gambar. Gambar 8 merupakan gambar hasil *testing* secara *real time* dan *non real time* sistem YOLOv5.

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>



Gambar 7. Hasil *testing real time* sistem YOLOv5



Gambar 8. Hasil *testing non real time* sistem YOLOv5

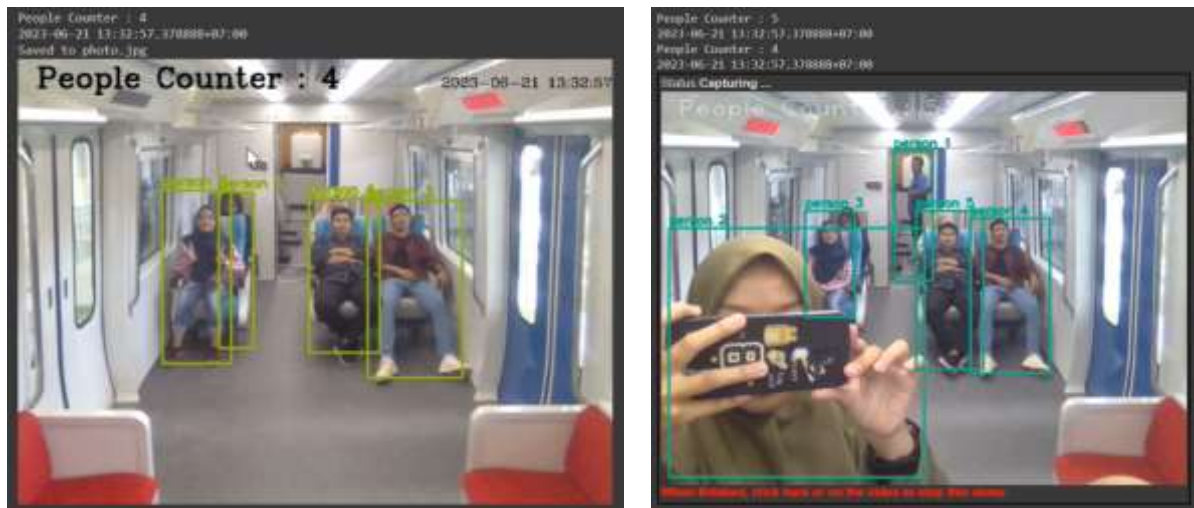
Hasilnya, akurasi rata-rata sistem dalam mendeteksi objek adalah sebesar 81.4% dengan akurasi tertinggi didapatkan 100%. Faktor yang sangat memengaruhi keberhasilan sistem deteksi ini adalah posisi duduk penumpang dan seberapa jauh posisi penumpang tersebut dari kamera deteksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model YOLOv5 memberikan akurasi yang cukup tinggi ketika mendeteksi penumpang kereta. Namun, meski demikian masih terdapat penumpang yang tidak terdeteksi dikarenakan dataset yang kurang presisi. Kurang presisinya dataset disebabkan oleh pengambilan data yang *real time* saat kereta berjalan.

4.4. Hasil Testing Sistem People Counting

Testing sistem merupakan pengujian yang dilakukan sistem secara keseluruhan, artinya pengujian ini sudah menggunakan algoritma YOLOv5 yang sudah memenuhi performa yang diinginkan sebelumnya dan ditambah dengan program *people counting* beserta protokol IoT MQTT. Sistem akan menghitung banyaknya objek kelas “person” yang ada pada *frame* dan hasil perhitungan objek akan dikirimkan pada perangkat setiap 30 menit sehingga dapat di-*monitoring* secara *real time* dan jarak jauh. *Testing* sistem ini sama seperti *testing* sebelumnya, dimana dibagi menjadi dua cara, yaitu secara *real time* dan *non real time*. Gambar 9 merupakan gambar hasil testing sistem secara *real*

time sistem YOLOv5. Gambar 10 merupakan gambar hasil *testing* secara *non real time* sistem *people counter*.

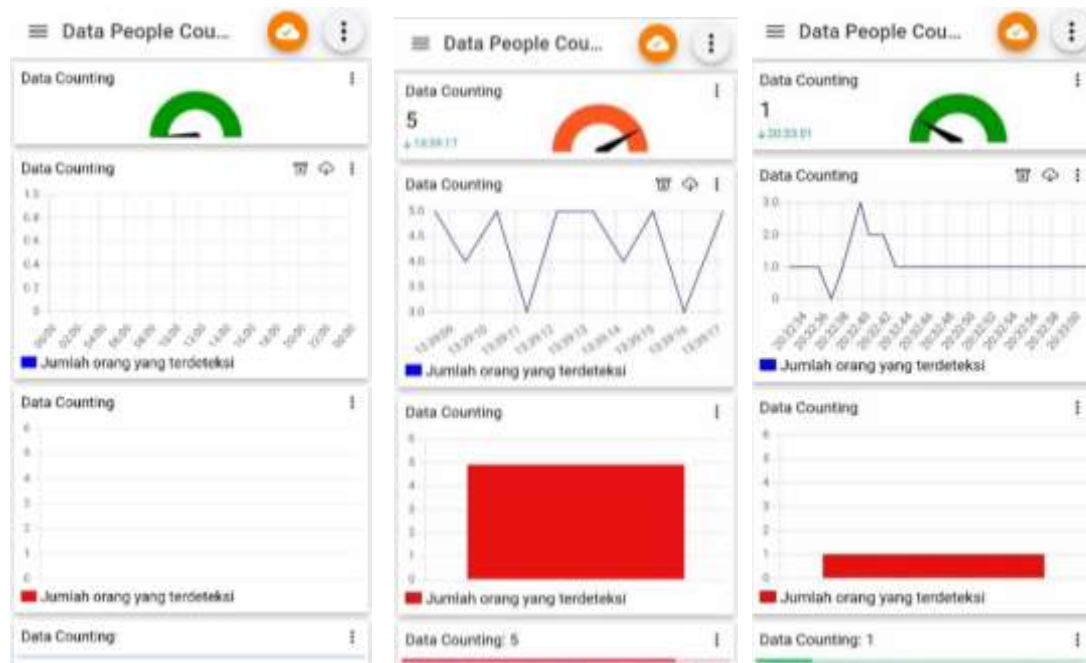


Gambar 9. Hasil *testing real time* sistem *people counter*



Gambar 10. Hasil *Testing Non Real Time* Sistem *People Counter*

MQTT pada sistem ini digunakan sebagai alat *monitoring* data *people counting*. Data diperoleh langsung dari program yang dikirimkan setiap 30 menit sekali. Pengiriman data diatur 30 menit sekali karena perpindahan penumpang kereta yang tidak signifikan, penumpang kereta cenderung hanya duduk ditempatnya saat berada di dalam kereta. MQTT yang menunjukkan data hasil perhitungan jumlah penumpang dari pengujian sistem diatas dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. MQTT sistem *people counter*

5 Kesimpulan

Algoritma YOLOv5 digunakan dalam mendeteksi penumpang dan hasil deteksi tersebut dihitung dengan sistem *people counting*. Berdasarkan hasil *training*, validasi, dan *testing* model, algoritma YOLOv5 cukup baik dalam mendeteksi dan menghitung penumpang pada kereta dengan kelas “person” yang dilatih sendiri pada penelitian ini. Pada proses *training* dan validasi memiliki mAP sebesar 99.63% dengan presisi 95%, *recall* 100%, dan *average IoU* 79.24%. Pada proses *testing* memiliki mAP sebesar 99.35% dengan presisi 95%, dan *recall* 99%. Jumlah penumpang hasil deteksi YOLOv5 di kereta digunakan untuk mengatur *set point* persentase *air flow*. *Range* jumlah penumpang akan memengaruhi persentase *air flow* dari AC kereta. Jika tidak ada penumpang yang terdeteksi, maka *air flow* yang bekerja adalah 0% atau dapat diasumsikan AC dalam keadaan mati. Sedangkan jika ada penumpang di *range* 1-12 orang, maka AC akan menghembuskan udara sebesar 20% (0.1 m/s) dengan suhu *set point* 26°C; dan seterusnya.

Referensi

- [1] K. Azhar, I. Santoso dan Y. Soetrisno, “Implementasi deep learning menggunakan Metode convolutional neural network dan Algoritma Yolo Dalam Sistem Pendeteksi Uang Kertas Rupiah Bagi Penyandang low vision,” *TRANSIENT*, Vol. %1 dari %210, No.3, p. 502, 2021.
- [2] M. S. Coronel C, “*Database Systems: Design, Implementation, & Management*. Cengage Learning,” 2016.
- [3] A. Sahla, “Comparative Analysis of YOLOv3, YOLOv4 and YOLOv5 for Sign Language Detection,” *IJARIE*, vol. 7, pp. 2395-2398, 2021.
- [4] T. Kusuma, K. Usman dan S. Saidah, “People Counting For Public Transportations Using You Only Look Once Method,” *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, Vol. %1 dari %22, No.1, pp. 2723-3871, 2021.
- [5] Y. W. Hsu, Y. Chen dan j. Perng, “Article Estimation of the Number of Passengers in a Bus Using Deep Learning,” 2020.
- [6] D. Mulyana dan M. Rofik, “Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5,” *Jurnal Pendidikan Tambusai*, Vol. %1 dari %26,

- No.3, pp. 13971-13982, 2022.
- [7] H. Tohari, Analisis Serta Perancangan Sistem Informasi Melalui Pendekatan UML, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2014.
 - [8] Kusriani dan A. Kristanto, Tuntunan Praktis Membangun Sistem Informasi Akuntansi dengan Visual Basic dan SQL Server, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2009.
 - [9] A. Kadir, Pengenalan Sistem Informasi Edisi Revisi, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2013.
 - [10] F. Ilmijayanti dan D. I. K. Dewi, "Persepsi Pengguna Taman Tematik Kota Bandung Terhadap Aksesibilitas Dan Pemanfaatannya," *RUANG, Volume 1, Nomor 1, 2015* ISSN: 2356-0088, p. 23, 2015.
 - [11] T. Hidayat dan F. Restu, "Design Development Of Railway Air Conditioning System by PT. INKA (PERSERO)," *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, vol. 19, pp. 13-36, 2017.
 - [12] U. Nepal dan H. Eslamiat, "Comparing YOLOv3, YOLOv4 and YOLOv5 for Autonomous Landing Spot Detection in Faulty UAVs".
 - [13] K. Geraldly dan C. Lubis, "Pendeteksian Dan Pengenalan Jenis Mobil Menggunakan Algoritma You Only Look Once dan Convolutional Neural Network," *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*.
 - [14] D. Thuan, "Evolution of Yolo Algorithm And Yolov5: The State-of-The-Art Object Detection Algorithm".
 - [15] W. Novtian, B. Suyitno dan R. Hermawan, "Optimasi Sistem Pengkondisian Udara pada Kereta Rel Listrik," *Jurnal Teknik Mesin*, 2017.
 - [16] G. Johanssen, "Human-Machine Interaction," *EOLSS*, vol. 21.
 - [17] Nife, Nadia, Chtourou dan Mohammed, "Improved Detection and Tracking of Objects Based on a Modified Deep Learning Model (YOLOv5)," *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, vol. 17, p. 19, 2023.
 - [18] A. Khalfaoi, A. Badri dan I. E. Mourabit, "An improved YOLOv5 for real-time human detection in," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 32, pp. 1078-1086, 2023.