

Aplikasi Computer Vision Untuk Deteksi Obyek Pada Pemantauan Ruang Parkir Otomatis Berbasis YOLO

Object Detection YOLO-Based Application For Parking Space Monitoring

Pras Seprianto¹, Muhammad Al Ghifari Syafdel^{2*}, Annisa Firasanti³, Andi Hasad⁴, Inna Ekawati⁵

^{1,2,3,4} Department of Electrical Engineering, ⁵Department of Informatics

Universitas Islam 45 Bekasi, Bekasi, Indonesia

prasseprianto31@gmail.com¹, ghifariisyafdel@gmail.com², annisa_firasanti@unismabekasi.ac.id³,

andi_hasad@unismabekasi.ac.id⁴, inna.ekawati@unismabekasi.ac.id⁵

Abstrak – Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang pesat di perkotaan menyebabkan ketidakseimbangan antara peningkatan jumlah kendaraan dengan ketersediaan lahan parkir, khususnya di daerah perkotaan. Kondisi tersebut menuntut penerapan solusi berbasis teknologi yang efisien, salah satunya melalui sistem pemantauan ruang parkir otomatis berbasis computer vision. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan performa algoritma deteksi objek YOLOv8 dengan menggunakan dua pustaka berbeda (pustaka N dan M) dalam mendeteksi objek mobil, serta menguji kemampuannya dalam membedakan objek mobil dengan objek lainnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, dimana nilai akurasi dan performa yang dapat dihitung dengan rumus TP, FP, FN, Precision, Recall dan mAP@50. Data uji diperoleh dari rekaman video CCTV yang diekstraksi menjadi rangkaian citra, kemudian dianalisis menggunakan kedua pustaka tersebut. Video yang sudah direkam selanjutnya di ekstrak per gambar untuk melakukan pengujian manual supaya dapat mengetahui objek apa saja yang berhasil di deteksi oleh YOLOv8 secara detail dan mengetahui pustaka yang terbaik antara N dan M. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pustaka M memiliki nilai Precision, Recall, mAP@0.5, dan mAP@0.5:0.95 yang lebih tinggi dibandingkan pustaka N, menandakan akurasi deteksi objek yang lebih baik. Meskipun pustaka N memiliki keunggulan dalam kecepatan pemrosesan (lebih cepat 5,6 milidetik per gambar), pustaka M tetap berada dalam kisaran waktu pemrosesan yang efisien, yaitu rata-rata 10,2 milidetik. Pada pengujian tambahan terhadap video yang berisi objek selain mobil, pustaka M menunjukkan performa yang sangat baik dengan nilai Precision sebesar 1.0 dan Recall sebesar 0.993 untuk kelas mobil. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa implementasi YOLOv8 menggunakan pustaka M memiliki kemampuan yang unggul dalam mendeteksi serta membedakan objek mobil secara akurat dan konsisten, sehingga berpotensi diterapkan secara efektif dalam sistem pemantauan ruang parkir otomatis.

Kata Kunci: YOLOv8, Object Detection, Computer vision, Parking Monitoring.

Abstract – The rapid growth of motor vehicles in urban areas has led to an imbalance between the increasing number of vehicles and the availability of parking spaces, particularly in densely populated cities. This condition necessitates the implementation of efficient technology-based solutions, one of which is an automated parking space monitoring system based on computer vision. This study aims to analyze and compare the performance of the YOLOv8 object detection algorithm using two different libraries (Library N and Library M) in detecting car objects, as well as to evaluate their capability in distinguishing cars from other objects. A quantitative research method was employed, where accuracy and performance metrics were calculated using True Positive (TP), False Positive (FP), False Negative (FN), Precision, Recall, and mean Average Precision (mAP@0.5). The test data were obtained from CCTV recordings that were extracted into image sequences and analyzed using both libraries. The extracted frames were also examined manually to identify the specific objects detected by YOLOv8 in detail and determine which library performed best between N and M. The results indicate that Library M achieved higher values in Precision, Recall, mAP@0.5, and mAP@0.5:0.95 compared to Library N, demonstrating superior

detection accuracy. Although Library N showed better processing speed (5.6 milliseconds faster per image), Library M remained within an efficient processing range, averaging 10.2 milliseconds per image. Further testing on videos containing non-car objects revealed that Library M maintained excellent performance, achieving a Precision of 1.0 and a Recall of 0.993 for the car class. In conclusion, the implementation of YOLOv8 using Library M exhibits superior capability in accurately and consistently detecting and distinguishing car objects, making it highly effective for use in automated parking space monitoring systems in urban environments.

Keywords: YOLOv8, Object Detection, Computer vision, Parking Monitoring.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di era digital berlangsung dengan sangat pesat, terutama dalam bidang elektronik seperti *smartphone*, komputer, dan laptop. Kemajuan ini tidak hanya berpengaruh pada kehidupan sehari-hari manusia, tetapi juga mendorong perkembangan perangkat lunak yang semakin beragam. Pertumbuhan kendaraan bermotor yang begitu pesat menyebabkan kondisi yang tidak seimbang antara pertumbuhan kendaraan dengan lahan parkir yang tersedia, terlihat bahwa semakin menyempitnya fasilitas tersebut dan sering terjadi pada kota-kota yang sudah padat akan penduduknya serta tinggi kepadatan bangunannya[1]. Berbagai sistem berbasis perangkat lunak kini dikembangkan untuk membantu aktivitas manusia, termasuk dalam manajemen parkir kendaraan.

Salah satu tantangan dalam sistem parkir adalah menentukan lahan parkir yang tersedia[2]. Area parkir umumnya menampung berbagai jenis kendaraan, baik kendaraan roda dua seperti sepeda dan motor, maupun kendaraan roda empat seperti mobil. Menurut Anastasia, ruang parkir yang tidak memadai dapat menciptakan kemacetan yang akan membuat pengguna fasilitas parkir frustrasi[3]. Saat ini, proses pemilihan lokasi parkir umumnya masih dilakukan secara manual melalui pengamatan langsung terhadap ketersediaan ruang parkir. Metode tersebut dinilai kurang efisien karena pengemudi harus mencari tempat kosong secara mandiri, sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan dan meningkatkan kepadatan lalu lintas di area parkir. Selain itu, pada beberapa sistem parkir berbayar, pengemudi diharuskan melakukan pembayaran sebelum memperoleh informasi mengenai ketersediaan tempat, yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan dan menurunkan efektivitas sistem parkir.

Dengan berkembangnya teknologi *computer vision*, sistem otomatis berbasis kecerdasan buatan kini dapat diterapkan untuk melakukan identifikasi ruang parkir kosong secara berkelanjutan[4]. Teknologi *computer vision* memungkinkan mesin untuk mengenali dan menginterpretasikan kondisi lingkungan sekitarnya secara visual, serupa dengan kemampuan penglihatan manusia[5][6].

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan dalam sistem pemantauan ruang parkir adalah pemrograman berbasis Python yang dikombinasikan dengan model deteksi objek seperti *You Only Look Once* (YOLO). Bahasa pemrograman Python memiliki keunggulan dalam pemrosesan citra digital serta kemampuannya untuk terintegrasi dengan berbagai teknologi kecerdasan buatan, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi kendaraan secara akurat di area parkir. Penerapan sistem berbasis *computer vision* ini memungkinkan proses pencarian tempat parkir dilakukan dengan lebih cepat dan efisien, memberikan kemudahan bagi pengguna, serta meningkatkan efektivitas pengelolaan lahan parkir[7]. Pendekatan berbasis pengolahan citra menggunakan algoritma deteksi objek seperti YOLO dinilai lebih efisien karena memungkinkan komputer mengenali kendaraan secara otomatis tanpa memerlukan pemasangan sensor fisik pada setiap slot parkir.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pemantauan ruang parkir otomatis berbasis *computer vision* dengan metode YOLO untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam manajemen area parkir.

2. Metode Penelitian

2.1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan tujuan untuk mengukur tingkat akurasi dan performa sistem deteksi objek pada ruang parkir menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO)[8]. Nilai performa dievaluasi melalui perhitungan *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN), *Precision*, *Recall*, dan *mean Average Precision* pada ambang batas 0,5 (mAP@50). Parameter-parameter tersebut digunakan sebagai indikator kuantitatif dalam menjawab rumusan masalah penelitian.

2.2. Pengumpulan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi empiris dari lingkungan penelitian terkait kondisi aktual area parkir. Data yang dikumpulkan meliputi jumlah ruang parkir yang tersedia, jumlah kendaraan yang terdeteksi memasuki area parkir, serta jumlah kendaraan yang terparkir pada periode tertentu. Informasi tersebut digunakan untuk memberikan representasi yang akurat mengenai tingkat keterisian lahan parkir berdasarkan hasil deteksi sistem berbasis *computer vision*.

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui rekaman video dari kamera CCTV yang dipasang di area parkir. Kamera berfungsi merekam aktivitas kendaraan yang masuk dan keluar dari area tersebut. Video hasil perekaman kemudian diekstraksi menjadi kumpulan gambar (*frame extraction*) untuk memungkinkan pengujian manual dan analisis hasil deteksi secara lebih detail. Proses ini dilakukan untuk mengidentifikasi objek yang berhasil dideteksi oleh algoritma YOLOv8 serta menentukan varian model yang memberikan pustaka terbaik antara N dan M.

Selain itu, pengumpulan data lapangan juga mencakup informasi mengenai jumlah kendaraan yang masuk, jumlah ruang parkir yang tersedia, serta jumlah kendaraan yang terparkir. Data tersebut digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian hasil deteksi sistem dengan kondisi aktual di lapangan.

Pengambilan data dalam penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi dari lapangan atau objek penelitian, khususnya mengenai jumlah ruang parkir yang tersedia dan jumlah kendaraan yang terdeteksi memasuki area parkir. Selain itu, data yang dikumpulkan juga mencakup jumlah kendaraan yang terparkir di area tersebut, sehingga dapat memberikan gambaran yang akurat mengenai ruang parkir berdasarkan hasil deteksi sistem.

2.3. Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan dengan menelusuri literatur terkait penerapan algoritma YOLO dalam bidang *computer vision*. YOLO merupakan salah satu algoritma deteksi objek yang populer karena kemampuannya melakukan deteksi secara cepat dan akurat dalam waktu nyata (*real-time*). Sejak versi pertama (YOLOv1) hingga versi terbaru (YOLOv8), berbagai peningkatan signifikan telah dilakukan, baik dari segi arsitektur jaringan maupun efisiensi komputasi[9].

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan penerapan YOLO di berbagai domain, seperti sistem keamanan, pengawasan lalu lintas, dan kendaraan otonom[9][10]. Kajian tersebut menjadi dasar dalam pemilihan metode YOLOv8 untuk pengembangan sistem deteksi kendaraan pada penelitian ini.

2.4. Perancangan Sistem

Sistem yang dikembangkan menggunakan pendekatan *computer vision* berbasis algoritma YOLO. Kamera CCTV yang dipasang di lokasi penelitian berfungsi sebagai sensor visual untuk merekam data video kendaraan[11]. Selanjutnya, data video dianalisis menggunakan algoritma

YOLO untuk mendeteksi objek kendaraan pada setiap *frame* video. Pendekatan ini memungkinkan sistem melakukan pemantauan ruang parkir secara otomatis dan efisien, serta mendukung pengelolaan area parkir yang lebih efektif. Selain itu, sistem mampu menyediakan informasi yang akurat dan real-time mengenai objek yang terdeteksi di dalam area pemantauan.

Proses pemrograman dan analisis dilakukan menggunakan lingkungan pengembangan PyCharm dengan bahasa pemrograman Python[12]. Sistem ini dirancang agar mampu mendeteksi keberadaan kendaraan secara otomatis tanpa memerlukan pemasangan sensor fisik pada setiap slot parkir.

2.5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja deteksi objek oleh algoritma YOLOv8. Dua varian model diuji, yaitu YOLOv8N (Nano) dan YOLOv8M (Medium), menggunakan data video dari CCTV yang sama. Tujuan pengujian ini adalah untuk membandingkan tingkat akurasi, kecepatan deteksi, serta kemampuan masing-masing model dalam mengenali objek kendaraan dan non-kendaraan.

Evaluasi dilakukan dengan menghitung parameter *Precision*, *Recall*, dan *mAP@50* berdasarkan hasil deteksi yang diperoleh dari tiap model. Hasil pengujian digunakan untuk menentukan model dengan performa terbaik serta menilai kemampuan sistem dalam melakukan pemantauan ruang parkir secara otomatis dan *real-time*.

2.6. Analisis Data

Analisis data dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah perbandingan hasil deteksi antara model YOLOv8N dan YOLOv8M untuk mengukur akurasi dan performa deteksi. Tahap kedua melibatkan evaluasi hasil pengujian guna menilai kemampuan sistem dalam membedakan antara objek kendaraan dan non-kendaraan. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem mampu memberikan hasil yang konsisten, akurat, dan relevan terhadap kebutuhan pemantauan ruang parkir.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengukuran Akurasi Dan Performa Sistem

Penelitian ini diawali dengan proses pengambilan video menggunakan kamera CCTV beresolusi 640×480 piksel yang dipasang di area parkir. Video tersebut merekam aktivitas kendaraan di area pantauan dan selanjutnya digunakan sebagai data masukan (input data) untuk sistem deteksi objek berbasis algoritma YOLOv8. Tujuan utama dari tahap ini adalah untuk mendeteksi keberadaan kendaraan yang memasuki area parkir serta melakukan analisis perbandingan kinerja antara dua model YOLOv8, yaitu YOLOv8n (Nano) dan YOLOv8m (Medium), dalam mendeteksi objek kendaraan.

Rekaman video berdurasi satu menit kemudian diekstraksi menjadi 300 *frame* gambar statis, sesuai dengan laju video 30 *frame* per second (fps). Seluruh *frame* hasil ekstraksi digunakan sebagai dataset validasi untuk mengukur tingkat akurasi dan performa sistem deteksi objek. Pengujian dilakukan dengan menjalankan program validasi yang telah dikembangkan menggunakan kedua varian pustaka YOLOv8 tersebut.

Hasil pengujian selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi kinerja masing-masing model berdasarkan parameter mean *Average Precision* (mAP), *Precision*, *Recall*, serta waktu pemrosesan per *frame*.

Tabel 1. Hasil Deteksi Objek Mobil

Kelas	TP		FP		FN	
	N	M	N	M	N	M
Mobil	875	900	0	0	25	0

Pengukuran akurasi dilakukan dengan menggunakan rumus *Precision*, *Recall* dan *mAP* sebagai berikut:

1. *Precision* (kecocokan bentuk objek)
 - a. $\frac{TP}{TP+FP} = \frac{875}{875+0} = 1$ Pustaka N
 - b. $\frac{TP}{TP+FP} = \frac{900}{900+0} = 1$ Pustaka M
2. *Recall* (kecocokan jumlah objek)
 - a. $\frac{TP}{TP+FN} = \frac{875}{875+25} = 0.972$ Pustaka N
 - b. $\frac{TP}{TP+FN} = \frac{900}{900+0} = 1$ Pustaka M
3. *mAP@0.5* (rata-rata *presicion* dan *Recall*)
 - a. $Recall \times Precision = 0.972 \times 1 = 0.972$ Pustaka N
 - b. $Recall \times Precision = 1 \times 1 = 1$ Pustaka M
4. *mAP@0.5:0.95* (rata-rata AP)
 - a. $mAP@0.5:0.95 = 0.972 - 0.05 = 0.922$
 - b. $mAP@0.5:0.95 = 1$

Tabel 2. Hasil Pengukuran Akurasi

Kelas	Gambar	GT (Objek)	<i>Precision</i>		<i>Recall</i>		<i>mAP@0.5</i>		<i>mAP@0.5:0.95</i>	
			N	M	N	M	N	M	N	M
Mobil	300	900	1	1	0,972	1	0,972	1	0,93	1

Pengukuran performa dilakukan dengan menggunakan program performa antara pustaka N dan M mencatat waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk memproses setiap tangkapan gambar yang diolah, dan hasilnya ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Pengukuran Performa

Pustaka	Pra-proses (md)	Proses (md)	Pasca-proses (md)
N	0,3	2,7	1,6
M	0,3	9,2	0,7

Waktu eksekusi digunakan sebagai indikator performa sistem, di mana semakin kecil nilai waktu yang dibutuhkan, maka semakin baik efisiensi program serta semakin rendah risiko keterlambatan dalam pemrosesan citra.

Pada tahap pra-proses, yang mencakup persiapan dan pemuatan data gambar, waktu yang dibutuhkan oleh pustaka YOLOv8n adalah 0,3 milidetik, sedangkan pustaka YOLOv8m juga memerlukan waktu 0,3 milidetik.

Pada tahap proses, yaitu saat sistem membaca dan menganalisis informasi objek dalam gambar, waktu eksekusi yang dicapai oleh pustaka YOLOv8n adalah 2,7 milidetik, sementara pustaka YOLOv8m membutuhkan waktu 9,2 milidetik.

Adapun pada tahap pasca-proses, yang meliputi pengumpulan hasil deteksi dan penyajian keluaran dalam bentuk jumlah objek serta skor kecocokan, pustaka YOLOv8n mencatat waktu 1,6 milidetik, sedangkan pustaka YOLOv8m membutuhkan waktu 0,7 milidetik.

3.2. Akurasi Klasifikasi YOLOv8M

Pengukuran akurasi klasifikasi dilakukan dengan menjalankan kembali program *computer vision* menggunakan video uji yang berbeda serta menerapkan pustaka dengan performa terbaik berdasarkan hasil pengujian sebelumnya, yaitu pustaka YOLOv8m. Pada tahap ini, sistem diuji untuk mendeteksi dua jenis objek, yaitu mobil dan orang, guna menilai kemampuan algoritma YOLOv8m dalam membedakan kedua objek tersebut.

Video uji berdurasi satu menit diproses melalui program deteksi, kemudian diekstraksi menjadi 300 *frame* gambar statis sebagai data uji. Hasil deteksi terhadap objek “mobil” dan “orang” ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Deteksi Orang Dan Mobil

Kelas	TP	FP	FN
	M	M	M
Orang	64	6	24
Mobil	927	0	6

Pengukuran akurasi sistem dilakukan dengan menggunakan tiga metrik evaluasi utama, yaitu *Precision*, *Recall*, dan mean *Average Precision* (mAP), yang masing-masing dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

1. *Precision* (kecocokan objek)
 - a. $\frac{TP}{TP+FP} = \frac{64}{64+6} = 0.914$ orang
 - b. $\frac{TP}{TP+FP} = \frac{927}{927+0} = 1$ mobil
2. *Recall* (kecocokan jumlah objek)
 - a. $\frac{TP}{TP+FN} = \frac{64}{64+24} = 0.727$ orang
 - b. $\frac{TP}{TP+FN} = \frac{927}{927+6} = 0.993$ mobil
3. mAP@50 (rata-rata *presicion* dan *Recall*)
 - a. $Recall \times Precision = 0.727 \times 0.914 = 0.664$ orang
 - b. $Recall \times Precision = 1 \times 0.993 = 0.993$ mobil
4. mAP@50:0.95 (rata-rata AP)
 - a. $mAP@0.5:0.95 = 0.664 - 0.05 = 0.594$
 - b. $mAP@0.5:0.95 = 0.993 - 0.05 = 0.943$

Tabel 5. Hasil Pengukuran Akurasi Orang dan Mobil

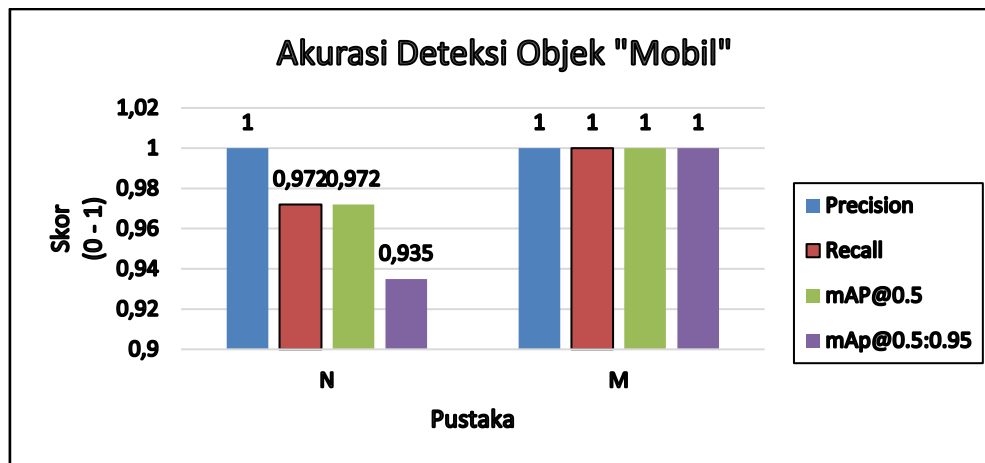
Kelas	Gambar	Objek	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<u>mAP@0.5</u>	<u>mAp@0.5:0.95</u>
Orang	70	88	0.914	0.727	0.664	0.594
Mobil	300	933	1	0.993	0.933	0.943

Berdasarkan Tabel 3.4, algoritma YOLOv8m menunjukkan performa yang sangat baik dalam membedakan antara objek mobil dan objek lainnya. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai *Precision* sebesar 1.000 dan *Recall* sebesar 0.993 pada kelas mobil, yang mengindikasikan bahwa model mampu mengenali objek mobil secara konsisten dan akurat.

Sebaliknya, performa deteksi pada kelas orang relatif lebih rendah, dengan nilai *Precision* sebesar 0.914 dan *Recall* sebesar 0.727, yang menunjukkan bahwa model masih mengalami kesulitan dalam mendeteksi objek manusia secara konsisten. Perbedaan ini juga terlihat pada nilai mean *Average Precision* (mAP), di mana kelas mobil memperoleh nilai 0.993 untuk mAP@0.5 dan 0.943 untuk mAP@0.5:0.95, sedangkan kelas orang hanya mencapai 0.664 dan 0.594.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa model YOLOv8m memiliki tingkat efektivitas yang sangat tinggi dalam mendeteksi objek mobil, namun masih memerlukan peningkatan dalam mendeteksi objek orang yang memiliki karakteristik visual lebih bervariasi dan kompleks.

3.3. Hasil Akurasi dan Performa Sistem



Gambar 1. Hasil Akurasi Deteksi Objek Mobil

Nilai skor memiliki rentang antara 0 hingga 1, yang merepresentasikan tingkat akurasi deteksi dari masing-masing pustaka. Semakin besar nilai skor dan semakin mendekati 1, maka hasil deteksi dianggap semakin akurat. Berdasarkan hasil pengukuran akurasi untuk jenis objek mobil, pustaka YOLOv8m (M) menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan pustaka YOLOv8n (N), ditunjukkan oleh nilai skor yang lebih tinggi pada berbagai metrik evaluasi.

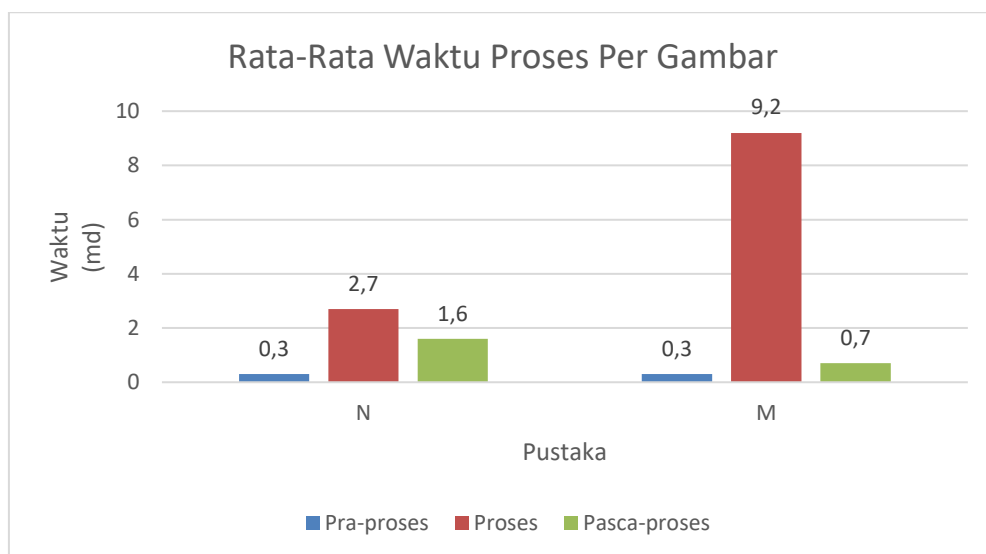


Gambar 2. Pustaka N Gagal Mendeteksi Objek Mobil



Gambar 3. Pustaka M Berhasil Mendeteksi Objek Mobil

Kedua gambar di atas (Gambar 2 dan Gambar 3) memperlihatkan hasil deteksi objek mobil pada area parkir yang dilakukan oleh dua pustaka berbeda dari algoritma YOLOv8. Pada Gambar 2 pustaka YOLOv8n (N) hanya mampu mendeteksi dua mobil, sementara satu mobil di sisi kanan tidak teridentifikasi. Akibatnya, sistem mencatat dua dari dua belas ruang parkir dalam kondisi terisi. Sebaliknya, Gambar 3 menunjukkan bahwa pustaka YOLOv8m (M) berhasil mendeteksi ketiga mobil dengan akurasi tinggi, menghasilkan jumlah ruang parkir terisi sebanyak tiga dari dua belas. Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa pustaka YOLOv8m (M) memiliki efektivitas deteksi yang lebih baik dalam mengenali seluruh kendaraan di area parkir.

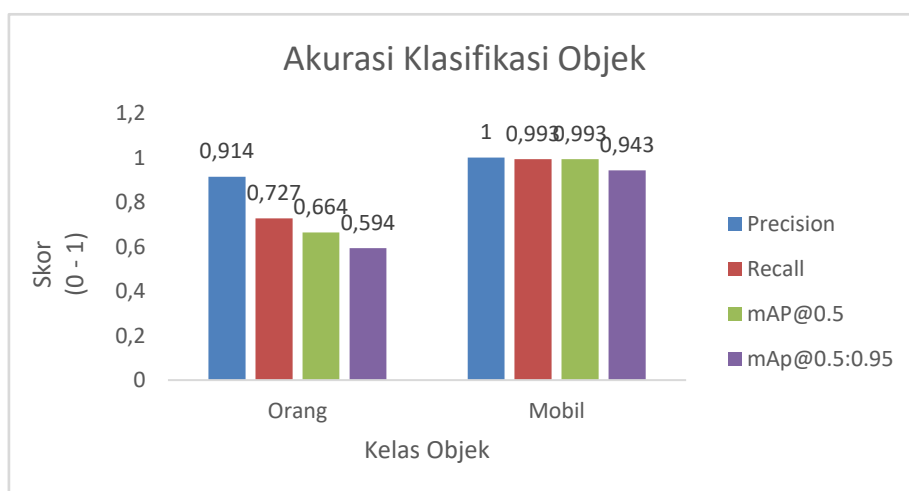


Gambar 4. Rata-Rata Waktu Proses Per Gambar

Waktu pemrosesan per gambar merepresentasikan tingkat kecepatan sistem dalam menjalankan proses deteksi pada program *computer vision*. Semakin kecil waktu yang dibutuhkan, maka semakin cepat dan efisien kinerja sistem tersebut. Kecepatan pemrosesan juga memengaruhi kemampuan sistem dalam mempertahankan akurasi deteksi, dengan mempertimbangkan batas waktu pemrosesan berdasarkan *frame rate* video yang digunakan. Pada video dengan kecepatan 30 *frame per second* (fps), sistem harus mampu memproses satu gambar dalam waktu maksimum 33 milidetik agar dapat berjalan secara *real-time*.

Berdasarkan hasil pengukuran (Gambar 4), pustaka YOLOv8n (N) memiliki rata-rata waktu pemrosesan sebesar 4,6 milidetik, sedangkan pustaka YOLOv8m (M) membutuhkan waktu rata-rata 10,2 milidetik. Dengan demikian, pustaka N terbukti lebih cepat dibandingkan pustaka M dengan selisih rata-rata sebesar 5,6 milidetik. Namun, mengacu pada batas waktu 33 milidetik per gambar, kedua pustaka masih berada dalam rentang pemrosesan yang layak untuk aplikasi deteksi *real-time*.

3.4. Hasil Akurasi Klasifikasi Objek



Gambar 5 Hasil Klasifikasi Objek

Grafik pada Gambar 5 memperlihatkan perbandingan nilai *Precision*, *Recall*, mAP@0.5, dan mAP@0.5:0.95 antara dua kelas objek, yaitu “orang” dan “mobil”. Berdasarkan hasil tersebut, deteksi terhadap objek mobil menunjukkan performa yang jauh lebih unggul dibandingkan objek orang pada seluruh metrik evaluasi. Nilai *Precision* dan *Recall* untuk mobil masing-masing mencapai 1 dan 0,993, sedangkan untuk orang hanya sebesar 0,914 dan 0,727. Perbedaan yang signifikan juga terlihat pada nilai mAP, di mana kelas mobil memperoleh skor 0,993 (mAP@0.5) dan 0,943 (mAP@0.5:0.95), sementara kelas orang hanya mencapai 0,664 dan 0,594.

Hasil ini menunjukkan bahwa model YOLOv8M memiliki tingkat efektivitas dan konsistensi yang jauh lebih baik dalam mendeteksi objek mobil dibandingkan objek manusia, terutama dalam konteks lingkungan parkir yang menjadi fokus penelitian ini.



Gambar 6. Objek Mobil Terdeteksi

Kemampuan akurasi deteksi objek memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sistem perhitungan slot parkir. Kesalahan dalam proses klasifikasi dapat menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian data, seperti slot kosong yang terdeteksi sebagai terisi atau sebaliknya. Kondisi tersebut dapat menurunkan akurasi keseluruhan sistem pemantauan parkir. Contoh hasil klasifikasi objek ditunjukkan pada Gambar 6, yang memperlihatkan bahwa meskipun terdapat lebih dari satu objek dalam satu *frame*, sistem tetap mampu menghitung jumlah slot parkir secara tepat tanpa mengalami gangguan pada proses deteksi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan algoritma YOLOv8 pada sistem pemantauan ruang parkir otomatis berbasis computer vision menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mendeteksi objek kendaraan. Hasil pengujian terhadap video area parkir memperlihatkan bahwa sistem mampu mendeteksi objek mobil sebanyak 900 kali dengan tingkat akurasi yang tinggi. Perbandingan antara pustaka YOLOv8N dan YOLOv8M menunjukkan bahwa YOLOv8M memiliki nilai Precision, Recall, mAP@0.5, dan mAP@0.5:0.95 yang lebih tinggi dibandingkan YOLOv8N, sehingga menghasilkan deteksi yang lebih akurat. Meskipun waktu pemrosesan per gambar pada pustaka YOLOv8M sedikit lebih lama, yaitu rata-rata 10,2 milidetik dibandingkan 4,6 milidetik pada YOLOv8N, keduanya masih berada dalam batas waktu proses video 30 fps, sehingga tetap layak untuk digunakan secara real-time.

Selain itu, hasil pengujian multikategori menggunakan pustaka YOLOv8M terhadap video yang berisi objek mobil dan orang menunjukkan bahwa model mampu mengenali mobil secara konsisten dan akurat, dengan nilai Precision sebesar 1 dan Recall sebesar 0.993. Keberadaan objek lain, seperti “orang”, tidak memengaruhi akurasi perhitungan jumlah slot parkir yang terisi, menandakan bahwa sistem mampu melakukan deteksi dan klasifikasi secara stabil. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa algoritma YOLOv8M merupakan pilihan yang optimal untuk implementasi sistem deteksi objek pada pemantauan ruang parkir otomatis, karena memiliki keseimbangan antara akurasi tinggi dan performa pemrosesan yang efisien.

Referensi

- [1] K. S. Salamah, “Rancang Bangun Kontrol Smart Parking Otomatis Berbasis Arduino,” vol. 10, no. 1, pp. 34–39, 2019.
- [2] A. Muzaki *et al.*, “Deteksi Ketersediaan Lahan Parkir Dengan Menggunakan OpenCV,” vol. 3, pp. 237–244, 2024.
- [3] T. U. Anastasia, A. Mufti, and A. Rahman, “Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis dan Informatif Berbasis Mikrokontroler ATmega2560,” vol. 2, no. 1, pp. 29–34, 2017.
- [4] S. Si *et al.*, *COMPUTER VISION DAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL*. .
- [5] G. Bradski and A. Kaehler, *No Title*. .
- [6] A. Rachmaniar, D. Diana, M. Saefudin, and R. Parulian, “Application Of Computer Vision Detection Of Apples And Oranges Using Python Language,” vol. 6, no. 2, pp. 455–466, 2022, doi: 10.52362/jisicom.v6i2.946.
- [7] I. Winetra, I. Prayudha, and N. Saptarini, “PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI TEMPAT PARKIR MOBIL MENGGUNAKAN METODE YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) DI POLITEKNIK NEGERI BALI,” *J. Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 10, 2025, doi: 10.36002/jutik.v10i4.3577.
- [8] D. P. Vukovac, V. Kirinic, and B. Klicek, “A Comparison of Usability Evaluation Methods for e-Learning Systems,” *DAAAM Int. Sci. B*, 2010, pp. 271–288, 2010, doi:

10.2507/daaam.scibook.2010.27.

- [9] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, “You Only Look Once : Unified , Real-Time Object Detection.”
- [10] E. Tanuwijaya and C. Fatichah, “Penandaan Otomatis Tempat Parkir Menggunakan YOLO untuk Mendeteksi Ketersediaan Tempat Parkir Mobil pada Video CCTV 1,” vol. 5, pp. 189–198, 2020.
- [11] G. Ryani and C. Kurnia, “DALAM KONTRA TERORISME.”
- [12] L. Perkovic, *Introduction to Computing Using Python: An Application Development Focus*. Wiley, 2011.
- [13] Paramita, C., Suprianto, C., & Putra, R. (2024). Comparative Analisis Of YOLOv5 and YOLOv8 Cigarette Detection in Social Media Content. *Jurnal Teknik Informatika dan Komputer*. Vol. 11, Hal. 343-345.