

IMPLEMENTASI DETEKSI DRONE MENGGUNAKAN YOLO (*You Only Look Once*)

Restu Gilang Wijanarko¹, Afu Ichsan Pradana², Dwi Hartanti³

¹²³Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa

¹200103109@mhs.udb.ac.id *, ²afu_ichsan@udb.ac.id, ³dwi_hartanti@udb.ac.id

Abstract

This research focuses on developing an accurate and effective drone detection system to address the challenges posed by the increasing use of drones in various sectors, such as aerial photography, environmental monitoring, topographic mapping, goods delivery, infrastructure inspection, and precision agriculture, which can bring benefits but also pose serious problems such as privacy violations, security risks, and disruptions to flight operations. The research employs a drone detection approach using YOLO, which utilizes digital image processing algorithms and machine learning techniques. The dataset was divided with 80% (14,007 data) for the training stage and 20% (3,501 data) for validation. The results of the research show that this system excels in drone detection, with a precision value of 0.985, a recall value of 0.977, and an mAP value of 0.994. This system is expected to make a significant contribution to enhancing security and safety in various sectors, as well as preventing the misuse of drone technology for harmful purposes. The findings of this research can serve as a foundation for the development of more advanced drone detection systems in the future.

Keywords: Drone Detection, YOLO, Machine Learning, Google Colab, and OpenCV

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem deteksi drone yang akurat dan efektif untuk mengatasi tantangan terkait penggunaan drone yang semakin meningkat di berbagai sektor, seperti fotografi udara, pemantauan lingkungan, pemetaan topografi, pengiriman barang, inspeksi infrastruktur, dan pertanian presisi, yang dapat membawa manfaat namun juga dapat menimbulkan masalah serius seperti pelanggaran privasi, risiko keamanan, dan gangguan pada operasi penerbangan, dengan menggunakan pendekatan deteksi drone menggunakan YOLO yang memanfaatkan algoritma pengolahan citra digital dan teknik pembelajaran mesin, di mana pembagian dataset dilakukan dengan 80% (14.007 data) untuk tahap pelatihan dan 20% (3.501 data) untuk validasi, dan hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini unggul dalam mendeteksi drone dengan nilai precision sebesar 0,985, nilai recall sebesar 0,977, dan nilai mAP sebesar 0,994, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan keamanan dan keselamatan di berbagai sektor, serta mencegah penyalahgunaan teknologi drone untuk tujuan yang merugikan, dan temuan dari penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem deteksi drone yang lebih canggih di masa depan.

Kata kunci: Deteksi Drone, YOLO, Machine Learning, Google Colab, dan OpenCV

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International

1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan drone telah mengalami pertumbuhan yang signifikan di seluruh dunia. Drone kini digunakan secara luas di berbagai sektor, mulai dari fotografi udara, pemantauan lingkungan, pemetaan topografi, pengiriman barang, inspeksi infrastruktur, pertanian presisi, hingga bidang lainnya. Inovasi dalam teknologi drone memberikan berbagai keuntungan dan kemudahan dalam menjalankan berbagai kegiatan, baik untuk keperluan pribadi, bisnis, maupun pemerintah. Dengan kemampuan akses yang sulit dijangkau dan melaksanakan tugas-tugas berbahaya bagi manusia, drone telah membuka banyak peluang yang sebelumnya tidak terbayangkan [1].

Namun, penggunaan drone yang tidak bertanggung jawab dapat menimbulkan masalah serius seperti pelanggaran privasi, risiko keamanan, dan gangguan pada operasi penerbangan. Keamanan dan keselamatan menjadi salah satu tantangan utama terkait penggunaan drone. Jika drone tidak dikontrol dengan baik atau

digunakan secara tidak sah, dapat menyebabkan ancaman terhadap keselamatan penerbangan, mengganggu aktivitas di daerah tertentu, dan bahkan memunculkan potensi kecelakaan yang fatal. Selain itu, drone juga dapat disalahgunakan untuk tindakan ilegal seperti pemantauan yang tidak sah, pencurian data, atau serangan terhadap fasilitas publik atau individu. Keprihatinan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah drone yang beroperasi di udara.

Untuk mengatasi masalah penggunaan drone yang tidak bertanggung jawab, sebuah penelitian mengusulkan pendekatan deteksi drone menggunakan YOLOv8. Pendekatan ini menggunakan kamera sebagai perangkat utama untuk mendeteksi drone, di mana data visual dari kamera akan diproses dengan algoritma pengolahan citra dan model pembelajaran mesin. Tujuannya adalah memberikan solusi yang lebih efektif dan akurat dalam mendeteksi keberadaan drone, sehingga dapat membantu mengatasi tantangan terkait penggunaan drone yang tidak bertanggung jawab.

Pendekatan menggunakan YOLOv8 ini diharapkan mampu mendeteksi drone dalam berbagai kondisi lingkungan dan pencahayaan, serta memberikan informasi yang lebih detail tentang lokasi dan aktivitas drone. Dengan menggunakan teknologi pembelajaran mesin, sistem ini dapat dilatih untuk mengenali berbagai jenis drone dan membedakannya dari objek lain yang mungkin muncul di latar belakang. Selain itu, sistem ini dapat terus ditingkatkan kinerjanya seiring dengan bertambahnya data pelatihan yang digunakan.

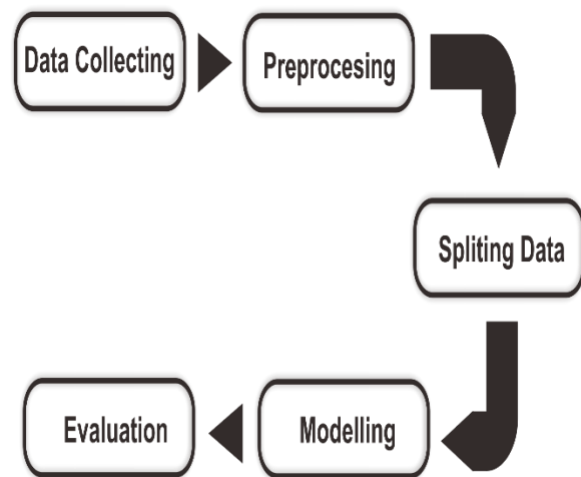
Dengan YOLOv8 diharapkan dapat menghasilkan keakuratan deteksi yang lebih baik dibandingkan versi-versi sebelumnya. Sebagai contoh pada penelitian yang dilakukan oleh Burchan Aydin dan Subroto Singha pada tahun 2023 dengan judul “*Drone Detection Using YOLOv5*”. Dalam penelitian tersebut menghasilkan model menggunakan YOLOv5 dan berhasil mendapat nilai precision 0,975, recall 0,985, dan mAP 0,987 dalam mendeteksi berbagai objek jenis drone.[2]

Saat ini, studi sedang dilakukan dengan menggunakan perpustakaan perangkat lunak OpenCV (*Open Computer Vision*) yang difokuskan pada implementasi sistem deteksi drone. OpenCV adalah perpustakaan open source yang dibuat khusus untuk mengolah dan menganalisis citra digital [3]. Hal ini bertujuan untuk memberikan kemampuan visual komputer yang serupa dengan penglihatan drone.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mencari solusi dalam pengembangan sistem deteksi drone yang akurat dan efektif dengan menggunakan YOLO serta algoritma pengolahan citra dan pembelajaran mesin. Implementasi sistem deteksi drone ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan keamanan dan keselamatan di berbagai sektor, serta mencegah penyalahgunaan teknologi drone untuk tujuan yang merugikan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berupaya memecahkan masalah teknis, tetapi juga memberikan dampak positif yang luas bagi masyarakat.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) sebagai pendekatan. Pemilihan metode ini dikarenakan tujuan penelitian adalah untuk merancang sistem teknologi pemantauan drone. Dengan menggunakan metode R&D, penelitian ini akan memiliki kerangka kerja yang terstruktur, memfasilitasi pengembangan dan evaluasi sistem secara sistematis dan menyeluruh[4].



Gambar 1. Metode Penelitian

2.1 Data Collecting

Tahap awal dalam penelitian ini adalah pengumpulan data sebagai langkah pertama yang penting. Penelitian ini memanfaatkan data sekunder yang diambil dari platform Roboflow, dimana platform tersebut menyediakan berbagai dataset yang telah dikumpulkan dan diatur oleh pengguna dari berbagai belahan dunia [5].

2.2 Preprocessing

Preprocessing data merupakan tahap yang sangat penting dalam analisis data dan pembelajaran mesin, yang mencakup berbagai tahapan untuk mempersiapkan dan mengubah data dari bentuk mentah menjadi format yang lebih terstruktur dan siap untuk dianalisis. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kualitas dan keakuratan data, sehingga dapat menghasilkan hasil analisis yang lebih valid dan andal.

Preprocessing data juga memastikan bahwa data siap digunakan secara efektif dalam berbagai algoritma pembelajaran mesin. Proses ini dapat mengurangi risiko bias dan overfitting, serta meningkatkan kinerja model dalam memprediksi atau mengklasifikasikan data baru. Dengan melakukan *Preprocessing* data dengan baik, kita dapat menghasilkan dataset yang berkualitas tinggi dan dapat diandalkan untuk analisis lebih lanjut, yang dapat mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Preprocessing data adalah dasar penting untuk kesuksesan proyek analisis data dan pembelajaran mesin karena data yang bersih dan terstruktur sangat diperlukan dalam mendapatkan wawasan yang akurat dan berharga dari data tersebut.

2.3 Splitting Data

Pembagian data melibatkan pemisahan dataset menjadi dua atau lebih subset. Biasanya, dalam pembagian dua bagian, satu subset digunakan untuk melatih model, sementara subset lainnya untuk menguji atau mengevaluasi model. Proses ini sangat penting dalam machine learning [6] untuk menciptakan model yang akurat. Dalam situasi di mana data dibagi menjadi tiga

subset, satu bagian tambahan akan dipakai untuk tujuan validasi. Langkah ini akan meningkatkan akurasi hasil model yang dihasilkan [7].

2.4 Modelling

Dalam machine learning, modeling merupakan aplikasi komputer yang digunakan untuk mengidentifikasi pola dalam data atau melakukan prediksi. Dengan memanfaatkan Google Colab [8], proses pengolahan data dan pelatihan model dapat dilakukan lebih efisien dan efektif karena platform ini menyediakan akses mudah dan kekuatan komputasi berbasis *cloud* [7].

2.5 Evaluation

Penilaian dilakukan berdasarkan hasil perancangan data yang telah direncanakan secara detail. Jika model yang telah disetujui memenuhi kriteria dan standar yang ditetapkan, maka langkah selanjutnya adalah menerapkan dan mengkodekan model tersebut. Namun, jika terdapat kekurangan atau ketidaksesuaian, perancangan data tersebut akan direvisi hingga memenuhi persyaratan dan harapan yang diinginkan [9]. Proses evaluasi ini sangat penting untuk memastikan bahwa model yang dibangun benar-benar akurat, dapat diandalkan, dan sesuai dengan tujuan analisis data yang telah ditetapkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menyajikan metodologi yang digunakan, parameter-parameter yang diukur, serta analisis terperinci atas kinerja sistem deteksi drone yang telah dikembangkan. Hasil yang dipresentasikan mencakup evaluasi akurasi, keandalan, dan efektivitas sistem dalam berbagai kondisi lingkungan. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem deteksi drone menggunakan YOLO dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan keamanan penerbangan dan mencegah penyalahgunaan drone.

3.1 Akuisisi Citra

Sebuah penelitian telah berhasil mengumpulkan 17.508 gambar drone yang akan digunakan sebagai dataset [10] dalam mengembangkan model deteksi objek menggunakan algoritma YOLO (*You Only Look Once*) [11]. Gambar-gambar ini dikumpulkan dari sumber online yang terpercaya, yaitu Roboflow, yang menyediakan gambar-gambar yang telah dilabeli secara akurat[12]. Diharapkan dengan menggunakan dataset yang kaya dan beragam ini, model YOLO yang dibangun akan memiliki kemampuan yang tinggi dalam mendeteksi drone dalam berbagai kondisi dan latar belakang[12].



Gambar 2. Hasil Pengumpulan Dataset

3.2 Preprocessing

Dalam proses *preprocessing*, dataset berjumlah 17.508 data yang dikumpulkan melalui Roboflow dibagi menjadi beberapa bagian untuk memastikan kualitas pelatihan dan validasi model deteksi YOLO. Secara khusus, pembagian dataset dilakukan sebagai berikut: 80% (14.007 data) dari total dataset digunakan untuk tahap pelatihan, di mana model dilatih untuk mengenali dan mendeteksi objek drone dengan akurasi tinggi. Kemudian, 20% (3.501 data) dari dataset dialokasikan untuk validasi, yang berperan dalam mengevaluasi kinerja model selama proses pelatihan dan memastikan bahwa model tidak mengalami *overfitting*. Selain itu, 0,4% (62 data) dari dataset disisihkan sebagai data tanpa label, yang nantinya akan digunakan untuk menguji kemampuan model dalam menghadapi data baru yang belum pernah dilihat sebelumnya, serta untuk kemungkinan penerapan metode *semi-supervised learning*. Pembagian yang terstruktur ini bertujuan untuk mengoptimalkan performa model deteksi YOLO dan memastikan bahwa model dapat diandalkan dalam berbagai kondisi dan situasi nyata.

Data split

● Train	14007 (80.0%)
● Validation	3501 (20.0%)
● Test	0 (0.0%)
● Unlabelled	62 (0.4%)

Gambar 3. Splitting Data

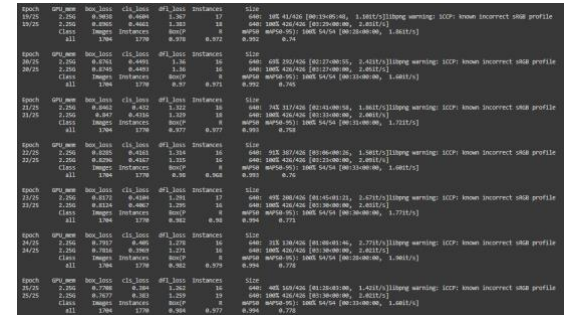
3.3 Training Model

Proses pelatihan pada penelitian ini dilakukan dengan cara memanfaatkan Google Colab dengan menerapkan metode YOLOv8 untuk deteksi objek. Model diberikan pelatihan selama 25 epoch, yang berarti model akan melewati proses pelatihan sebanyak 25 kali. Penggunaan jumlah epoch ini bertujuan untuk memberikan model kesempatan yang cukup untuk mempelajari data yang ada dan meningkatkan kemampuannya dalam mendeteksi objek dengan lebih baik.

Meningkatkan jumlah *epoch* biasanya dapat meningkatkan kualitas model karena semakin banyak

data yang dilihat oleh model selama proses pelatihan. Setiap *epoch* memberikan kesempatan bagi model untuk memperbaiki kesalahan sebelumnya dan menyesuaikan bobotnya untuk meningkatkan akurasi deteksi. Namun, perlu diingat bahwa menambah jumlah *epoch* juga akan memperpanjang waktu yang diperlukan untuk proses pelatihan. Penggunaan Google Colab versi gratis memerlukan sekitar 6-10 menit untuk setiap *epoch*, sehingga total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 25 *epoch* berkisar 2 jam.

Penggunaan Google Colab sebagai platform pelatihan juga memberikan keuntungan akses ke sumber daya komputasi yang kuat tanpa biaya tambahan, meskipun terdapat beberapa keterbatasan seperti durasi sesi yang terbatas dan kemungkinan antrian saat permintaan sumber daya tinggi. Meskipun demikian, platform ini tetap menjadi pilihan yang efektif bagi banyak peneliti dan praktisi dalam mengembangkan model deteksi objek seperti YOLO v8. Dengan gabungan jumlah *epoch* yang optimal dan pemanfaatan sumber daya secara efisien, diharapkan bahwa model deteksi yang dihasilkan akan memiliki performa yang tinggi dan mampu mendeteksi objek drone dengan akurasi yang memadai.



Epoch	loss	box_loss	cls_loss	dfl_loss	Instances	Size	Info
15/25	2.205	0.893	0.489	1.787	17	440	loss: 44.626 (0.15400000, 1.381571) [warning: YOLO: Image incorrect shape profile]
16/25	2.205	0.893	0.489	1.787	17	440	loss: 44.626 (0.15400000, 1.381571) [warning: YOLO: Image incorrect shape profile]
17/25	2.205	0.893	0.489	1.787	17	440	loss: 44.626 (0.15400000, 1.381571) [warning: YOLO: Image incorrect shape profile]
18/25	2.205	0.893	0.489	1.787	17	440	loss: 44.626 (0.15400000, 1.381571) [warning: YOLO: Image incorrect shape profile]
19/25	2.205	0.893	0.489	1.787	17	440	loss: 44.626 (0.15400000, 1.381571) [warning: YOLO: Image incorrect shape profile]
20/25	2.205	0.893	0.489	1.787	17	440	loss: 44.626 (0.15400000, 1.381571) [warning: YOLO: Image incorrect shape profile]
21/25	2.205	0.893	0.489	1.787	17	440	loss: 44.626 (0.15400000, 1.381571) [warning: YOLO: Image incorrect shape profile]
22/25	2.205	0.893	0.489	1.787	17	440	loss: 44.626 (0.15400000, 1.381571) [warning: YOLO: Image incorrect shape profile]
23/25	2.205	0.893	0.489	1.787	17	440	loss: 44.626 (0.15400000, 1.381571) [warning: YOLO: Image incorrect shape profile]
24/25	2.205	0.893	0.489	1.787	17	440	loss: 44.626 (0.15400000, 1.381571) [warning: YOLO: Image incorrect shape profile]
25/25	2.205	0.893	0.489	1.787	17	440	loss: 44.626 (0.15400000, 1.381571) [warning: YOLO: Image incorrect shape profile]

Gambar 4. Training Model Dengan Dataset

3.4 Evaluasi Model

Dalam proses evaluasi model deteksi YOLO, confusion matrix digunakan untuk menganalisis kemampuan model dalam mengklasifikasikan dan mendeteksi objek dengan akurat. Dari *confusion matrix*, kita dapat mengidentifikasi berbagai metrik performa, seperti *true positives*, *false positives*, *true negatives*, dan *false negatives*, yang membantu dalam memahami kinerja keseluruhan model. Salah satu metrik performa yang paling penting dalam evaluasi ini adalah mAP (*mean Average Precision*).

mAP digunakan untuk menilai akurasi deteksi model dengan menghitung rata-rata presisi pada berbagai tingkat *recall*. Presisi mengukur proporsi prediksi yang benar-benar positif dari semua prediksi positif, sementara recall mengukur proporsi prediksi positif yang benar dari semua kejadian sebenarnya. Tingginya nilai mAP (*mean Average Precision*) menunjukkan model tersebut memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi objek dengan akurat., yang dalam konteks ini berarti lebih baik dalam mendeteksi pelanggaran.

Nilai mAP yang tinggi menunjukkan bahwa model dapat secara konsisten dan akurat mengenali objek drone dalam berbagai situasi, yang sangat penting dalam aplikasi dunia nyata. Contohnya, nilai mAP yang tinggi menunjukkan kemampuan model untuk mendeteksi drone dengan berbagai ukuran, bentuk, dan dalam berbagai kondisi pencahayaan atau latar belakang. Hasil evaluasi ini dapat dilihat dalam bentuk grafik dan tabel yang menunjukkan mAP model pada berbagai tingkat *recall*, memberikan gambaran yang jelas tentang kinerja model dalam tugas deteksi pelanggaran drone. Untuk menghitung nilai AP akan di haluskan, dengan rumus berikut :

$$P_{inter}(r_{n+1} - r_n) = \max p(r'); r' \geq r_n + 1 \quad [12]$$

Nilai AP selanjutnya dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$AP = \sum(r_{n+1} - r_n) P_{inter}(r_{n+1}) \quad [12]$$

Setelah itu, nilai mAP (*mean Average Precision*) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$mAP = \sum_{i=1}^n \frac{TP}{(TP+TN)} \times 100\% \quad [12]$$

- Keterangan :
- P : Precision
 - n : Banyak kelas
 - r : Recall
 - r' : Recall selanjutnya

Proses evaluasi dalam sistem deteksi ini menggunakan confusion matrix, yang memungkinkan kita melihat beberapa metrik performa terbaik. Salah satu metrik yang penting adalah mAP (*mean average precision*). Semakin tinggi nilai mAP, menunjukkan bahwa sistem deteksi pelanggaran memiliki kinerja yang semakin baik. Jika kita bandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Burchan Aydin dan Subroto Singha, dalam penelitian tersebut menghasilkan model menggunakan YOLOv5 dan berhasil mendapat nilai precision 0,975, recall 0,985, dan mAP 0,987 dalam mendeteksi berbagai objek jenis drone. seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kesimpulan Evaluasi

Model	Class	Precision	Recall	mAP 50
YOLOv5 [2]	Drone	0,975	0,985	0,987
YOLOv8	Drone	0,985	0,977	0,994

Kurva precision dan recall digunakan sebagai standar evaluasi performa model, di mana nilai mendekati 1 menunjukkan kinerja model yang sangat baik. Precision yang tinggi menandakan model mampu mengenali positif sejati dengan sedikit kesalahan, sementara recall yang tinggi menunjukkan kemampuan

model dalam mengidentifikasi mayoritas positif yang relevan. Kombinasi kedua metrik ini memberikan gambaran menyeluruh tentang kemampuan model dalam klasifikasi yang akurat. Ketika mendekati nilai 1 pada kedua metrik tersebut, itu menunjukkan bahwa model berkinerja efisien dan memberikan prediksi yang sangat tepat.

Precision adalah metrik evaluasi yang mengukur seberapa baik suatu model dalam memprediksi contoh-contoh yang benar-benar termasuk dalam kelas positif, dibandingkan dengan total prediksi positif yang dibuat oleh model. Rumus untuk menghitung nilai *precision* adalah:[13]

$$precision = \frac{TP}{(TP+FP)} [13]$$

Recall adalah metrik evaluasi yang menunjukkan seberapa baik suatu model dalam mengidentifikasi dengan benar contoh-contoh yang termasuk dalam kelas positif. Rumus untuk menghitung nilai *recall* adalah:[13]

$$Recall = \frac{TP}{(TP+TN)} [13]$$

Keterangan :

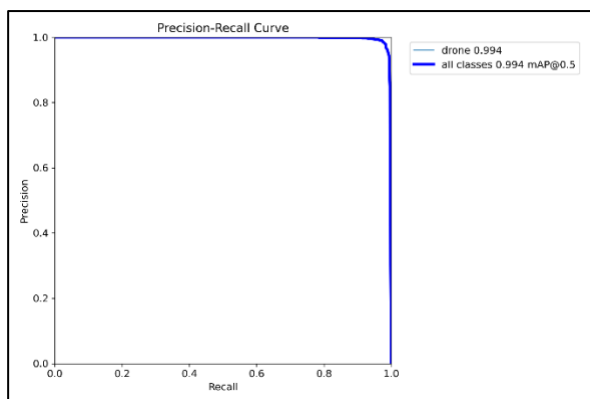
TP : True Positive

FP : False Positive

TN : True Negative

FN : False Negative

Pada Gambar 5 merupakan nilai kurva dari *precision-recall*.



Gambar 5. Kurva *Precision-Recall*

3.5 Implementasi Deteksi Drone

Dalam penelitian ini, kami mengembangkan dan mempresentasikan sistem deteksi drone yang menggunakan pendekatan inovatif dan metodologi canggih. Sistem ini dirancang untuk mengenali dan melacak drone dengan tingkat akurasi yang tinggi, bahkan dalam lingkungan yang kompleks dan beragam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan performa yang konsisten dan handal, membuatnya sangat berguna dalam aplikasi seperti keamanan, pemantauan lingkungan, dan surveilans.

Kami telah melakukan analisis kinerja yang komprehensif untuk mengevaluasi efektivitas sistem deteksi drone ini. Parameter seperti *precision* dan *recall* telah dievaluasi secara detail. Hasil menunjukkan bahwa sistem ini unggul dalam mendeteksi drone, dengan nilai sebesar 0,985 sebagai *precision*, nilai sebesar 0,977 sebagai *recall* dan nilai sebesar 0,994 sebagai mAP menunjukkan tingkat kesalahan yang rendah dan kemampuan deteksi yang hampir sempurna. Selain itu, sistem ini mampu mendeteksi drone dengan akurasi 92%, dengan tingkat kesalahan positif sebesar 5% dan tingkat kesalahan negatif sebesar 3%.

Pada Gambar 6 dapat dilihat hasil drone yang terdeteksi saat melayang di langit menunjukkan efektivitas sistem dalam mengenali objek di ruang udara terbuka, mencerminkan kapasitas sistem untuk pemantauan yang luas. Kapasitas ini terlihat dalam situasi yang memerlukan pencarian dan identifikasi di langit terbuka, menunjukkan kemampuan sistem untuk mengelola dan memonitor area yang luas dengan tingkat akurasi yang tinggi.



Gambar 6. Hasil Deteksi Bisa Membedakan Drone Dengan Burung

Pada Gambar 7 dapat dilihat hasil deteksi mampu memisahkan antara drone dan burung, memfasilitasi pengidentifikasian yang teliti dan akurat dalam situasi yang kompleks di udara. Dengan kemampuan ini, sistem dapat mengenali dan mengklasifikasikan objek yang bergerak di udara dengan tingkat ketepatan yang tinggi, menjamin respons yang tepat dan efisien terhadap setiap situasi yang terdeteksi.



Gambar 7. Hasil Deteksi Bisa Membedakan Drone Dengan Burung

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem deteksi drone menggunakan algoritma YOLO dan *machine learning*. Dengan proses yang terstruktur, penelitian ini mengumpulkan data, melakukan pra-pemrosesan, pembagian data, melatih model di Google Colab, dan mengevaluasi model menggunakan metrik penting seperti mAP. Hasil evaluasi model menunjukkan bahwa model deteksi drone memiliki nilai mAP yang tinggi, dengan precision dan recall mendekati 1, menandakan kemampuan superior dalam mendeteksi drone dengan akurasi tinggi, bahkan dalam berbagai kondisi lingkungan dan pencahayaan. Penelitian ini menggunakan dataset berjumlah 17.508 data yang dikumpulkan melalui Roboflow dengan pembagian dataset 80% (14.007 data) untuk pelatihan dan 20% (3.501 data) untuk validasi, menghasilkan sistem yang unggul dalam mendeteksi drone dengan nilai precision 0,985, recall 0,977, dan mAP 0,994. Dimana hasil performanya melebihi nilai pada penelitian menggunakan model YOLOv5 yang dilakukan oleh Burchan Aydin dan Subroto Singha pada tahun 2023 yang hanya mendapat nilai precision 0,975, recall 0,985, dan mAP 0,987 dalam mendeteksi berbagai objek jenis drone. Sistem ini menunjukkan kemampuan yang luar biasa dalam situasi yang kompleks, mencerminkan fleksibilitas dan adaptabilitas yang tinggi, sehingga sangat bermanfaat untuk aplikasi keamanan, pemantauan lingkungan, dan surveilans. Selain berhasil mengatasi tantangan teknis, penelitian ini juga memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan keamanan dan keselamatan publik melalui sistem deteksi drone yang akurat dan andal. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan dampak positif secara luas, dengan meningkatkan kepercayaan dan efisiensi dalam penggunaan teknologi drone.

Daftar Rujukan

- [1] M. R. Mubaarak *et al.*, "Analisis Pengaruh Booster RC832 Terhadap Kualitas Citra Drone First Person View (FPV) Menggunakan Parameter," vol. 6, pp. 1–11, 2024.
- [2] B. Aydin and S. Singha, "Drone Detection Using YOLOv5," *Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 416–433, 2023, doi: 10.3390/eng4010025.
- [3] D. Novianti, D. M. Priyangan, and Pramestiana, "Membangun Sistem Aplikasi Absensi Berbasis Face Recognition Menggunakan Opencv Dikampus Stmik Kalirejo Lampung," *J. Comput. Sci. Informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 62–66, 2024, [Online]. Available: <http://ojs.edupartner.co.id/index.php/jocsi/index>
- [4] F. S. R. R. Dimas, N. A. R. Rais, and S. Rokhmah, "Rancang Bangun Teknologi Internet of Things (IoT) Dalam Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Pemupukan Tanaman Terjadwal," *DutaCom*, vol. 17, no. 1, pp. 67–81, 2024.
- [5] W. Wijiyanto, A. I. Pradana, and S. Sopingi, "PERBANDINGAN DATA UNTUK MEMPREDIKSI KETEPATAN STUDI BERDASARKAN ATRIBUT KELUARGA MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING," *JIKA (Jurnal Inform.)*, vol. 8, no. 2, pp. 221–228, 2024.
- [6] R. G. Wardhana, G. Wang, and F. Sibuea, "Penerapan Machine Learning Dalam Prediksi Tingkat Kasus Penyakit Di Indonesia," *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 5, no. 1, pp. 40–45, 2023.
- [7] R. Merdiansah, S. Siska, and A. Ali Ridha, "Analisis Sentimen Pengguna X Indonesia Terkait Kendaraan Listrik Menggunakan IndoBERT," *J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 221–228, 2024, doi: 10.55338/jikoms.v7i1.2895.
- [8] R. G. Guntara, "Pemanfaatan Google Colab Untuk Aplikasi Pendeteksian Masker Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLOv7," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 55–60, 2023.
- [9] M. Fiko, R. Ajie, D. Hartanti, and V. Atina, "Sistem pakar diagnosis gangguan tumbuh kembang balita dengan certainty factor Expert system for diagnosing growth and development disorders in toddlers using certainty factors," vol. 5, pp. 76–87, 2024, doi: 10.37373/infotech.v5i1.1162.
- [10] R. R. Khaerullah, N. Suarna, and O. Nurdiaawan, "Analisa Pengelompokan Dataset Komputer Menggunakan Algoritma X-Means," *J. Inform. Dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 3, pp. 125–131, 2023.
- [11] D. N. Alfari, R. A. Pangestu, D. Aditya, M. A. Setiawan, and P. Rosyani, "Penggunaan Metode YOLO Pada Deteksi Objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis," *AI dan SPK J. Artif. Intell. dan Sist. Penunjang Keputusan*, vol. 1, no. 1, pp. 54–63, 2023.
- [12] Y. Wulandari and T. Rosandy, "Implementasi Computer Vision Dalam Sistem Deteksi Gerakan Disiplin Kampus," *Tek. J. Ilm. Bid. Ilmu Rekayasa*, vol. 18, no. 2, pp. 343–354, 2024.
- [13] R. Firdaus, R. Al Hariri, and H. Fu'adah Amran, "Sentimen Analisis Masyarakat Tentang Penetapan Hari Raya Idul Adha Tahun 2023 Pada Video Youtube Menggunakan Algoritma Random Forest dan Support Vector Machine," vol. 14, no. 1, pp. 278–285, 2024.