

Implementasi Sistem Identifikasi Senjata Real Time Menggunakan YOLOv7 dan Notifikasi Chat Telegram

Muhammad Rizqi Sholahuddin¹, Firas Atqiya^{2,*}, Sri Ratna Wulan¹, Maisevli Harika¹, Sofy Fitriani¹, Yusuf Sofyan³

¹Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Bandung, Bandung Barat

Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia

²Fakultas Sains dan Teknologi, Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Bandung, Bandung

Jl. Soekarno Hatta No.752, Cipadung Kidul, Kec. Panyileukan, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung Barat

Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia

Email: ¹muhammad.rizqi@polban.ac.id, ^{2,*}firas.atqiya@umbandung.ac.id

Email Penulis Korespondensi: firas.atqiya@umbandung.ac.id

Submitted: 28/12/2022; Accepted: 23/01/2023; Published: 29/01/2023

Abstrak—Penelitian ini menghasilkan aplikasi yang dapat mengirimkan notifikasi otomatis berupa chat di platform Telegram ketika objek senjata terdeteksi pada CCTV. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan teknologi computer vision dan kecerdasan buatan, khususnya metode YOLOv7. Aplikasi ini mampu mendeteksi objek senjata seperti orang, pistol, dan pisau dengan tingkat akurasi yang cukup baik, terlihat dari nilai mAP@0.5 sebesar 0.837 setelah pelatihan selama 50 epoch. Selain itu, aplikasi ini juga terhubung dengan library telepot yang memungkinkannya untuk mengirim chat di platform Telegram. Aplikasi ini dapat membantu meningkatkan keamanan dan keselamatan di berbagai lingkungan, dan memiliki banyak aplikasi praktis di berbagai bidang seperti keselamatan publik, penegakan hukum, dan lainnya. Namun, masih terdapat beberapa kekurangan dalam penelitian ini yang dapat diperbaiki pada penelitian selanjutnya, seperti jumlah epoch pelatihan yang rendah dan ukuran dataset yang kecil.

Kata Kunci: YOLOv7; Telegram; CCTV; Flask; Chatbot

Abstract—This research produces an application that can send automatic notifications in the form of a chat on the Telegram platform when a weapon object is detected on CCTV. This application was created utilizing computer vision technology and artificial intelligence, in particular YOLOv7. As demonstrated by the mAP@0.5 value of 0.837 after 50 epochs of training, this application can detect weapon objects such as people, pistols, and knives with a reasonable degree of accuracy. This application is also linked to the telepot library, which enables it to send chats on the Telegram platform. These applications can aid in enhancing security and safety in a variety of environments and have numerous practical applications in fields such as public safety, law enforcement, and others. However, there are still deficiencies in this study that can be addressed in future research, such as the small number of training epochs and the size of the dataset.

Keywords: YOLOv7; Telegram; CCTV; Flask; Chatbot

1. PENDAHULUAN

CCTV (Closed Circuit Television) telah banyak digunakan di kota-kota besar Indonesia untuk memantau kegiatan manusia, terutama di tempat-tempat keramaian atau di tempat-tempat yang sering terjadi pelanggaran. CCTV dipilih karena mampu bekerja secara terus-menerus dan mampu mendeteksi pergerakan manusia serta tingkat kebisingan. Umumnya CCTV sudah dilengkapi dengan aplikasi alert untuk memberikan notifikasi jika terdeteksi adanya objek atau manusia baru yang tertangkap oleh kamera.

Peningkatan jumlah pemasangan CCTV di kota-kota besar, berdampak pada kebutuhan tenaga operator manusia untuk memantau hasil klasifikasi CCTV atau hanya sekedar memonitoring CCTV. Jika masih diawasi oleh manusia, maka informasi yang didapat dari CCTV tidak akan optimal. Sebagai contoh misalnya terjadi kerumunan dan ada orang yang membawa senjata, CCTV standar hanya akan mendeteksi dan memberikan alert bahwa sedang terjadi kerumunan, namun tidak dapat menginformasikan apakah terdapat objek senjata atau tidak di dalam kerumunan tersebut.

Proses pemeriksaan senjata pada CCTV dapat memanfaatkan teknologi computer vision. Secara komersial, teknologi ini sudah tersedia di pasaran dengan harga yang tinggi. Padahal secara sistem teknologi ini dapat dibangun sendiri dengan menggunakan komponen hardware yang tersedia di pasar dan software image processing. Terdapat beberapa masalah yang harus dihadapi jika proses identifikasi objek senjata menggunakan CCTV masih dibantu identifikasi secara manual oleh operator, seperti variasi senjata yang digunakan, faktor waktu, cahaya, dan lainnya. Selain itu, meskipun ciri umum kerumunan dengan senjata dapat diidentifikasi secara visual, proses tersebut akan cukup memakan sumber daya serta bergantung pada ketepatan dan fokus operator yang memonitor CCTV tersebut.

Penelitian seputar computer vision misalnya adalah untuk mendeteksi objek, melakukan segmentasi pada objek, mengenali objek dan lain sebagainya [1]–[5]. Solusi yang diajukan untuk mengatasi masalah pendeteksian senjata tajam pada kerumunan adalah dengan mengimplementasikan kecerdasan buatan (artificial intelligence/AI) untuk melakukan identifikasi objek senjata pada CCTV. Salah satu metode deep learning yang dibuat khusus untuk pengolahan citra digital adalah Convolutional Neural Network(CNN). Metode CNN dapat digunakan dalam

aplikasi CCTV untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam mendeteksi dan mengidentifikasi objek-objek yang terdapat pada citra atau video yang dipantau oleh CCTV. CNN dapat digunakan untuk mendeteksi jenis-jenis senjata sesuai dengan kelas yang telah ditentukan pada data latih [6].

CNN memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi beberapa objek yang terdapat pada citra [3] atau video CCTV, sebagai contoh CNN bisa mengidentifikasi objek senjata, kendaraan, atau bahkan tanda-tanda kejahatan lain yang terdapat pada area yang dipantau pada saat yang bersamaan. Dengan demikian, Deep Learning CNN dapat membantu meningkatkan efektivitas sistem CCTV dalam mengawasi tingkat kejahatan di area yang dipantau. Beberapa penelitian menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) telah menunjukkan hasil yang akurat dalam deteksi senjata api dan senjata tajam [3], [6], [7].

Tujuan dari penelitian adalah menghasilkan suatu sistem keamanan untuk identifikasi objek yang meliputi software berbasis web dengan pengiriman notifikasi chatbot telegram. Chatbot telegram sendiri sudah digunakan pada berbagai bidang, misalnya saja sebagai sarana konsultasi [8]. Penelitian terkait pembuatan sistem deteksi image yang disertai dengan alert notifikasi melalui sms gateway maupun platform chat berbasis internet sudah pernah dilakukan [4], [9]. Penelitian ini menghasilkan software yang dibuat bekerja berbasis computer vision dengan bantuan kecerdasan buatan, terutama *deep learning* yang menggunakan metode CNN untuk melakukan identifikasi objek senjata. Selanjutnya jika objek senjata terdeteksi, maka akan ada notifikasi chat yang dikirimkan melalui platform telegram.

Proses pemilihan dataset sampel diperlukan untuk meningkatkan akurasi sistem, pemilihan yang tepat dapat berdampak pada proses pelatihan yang optimal. Selain itu, diperlukan juga pengembangan metode pemrosesan citra yang tepat, misalnya dengan menggunakan metode pembesaran citra atau dengan menggunakan teknik pemrosesan citra lainnya seperti pemotongan citra atau pengurangan noise.

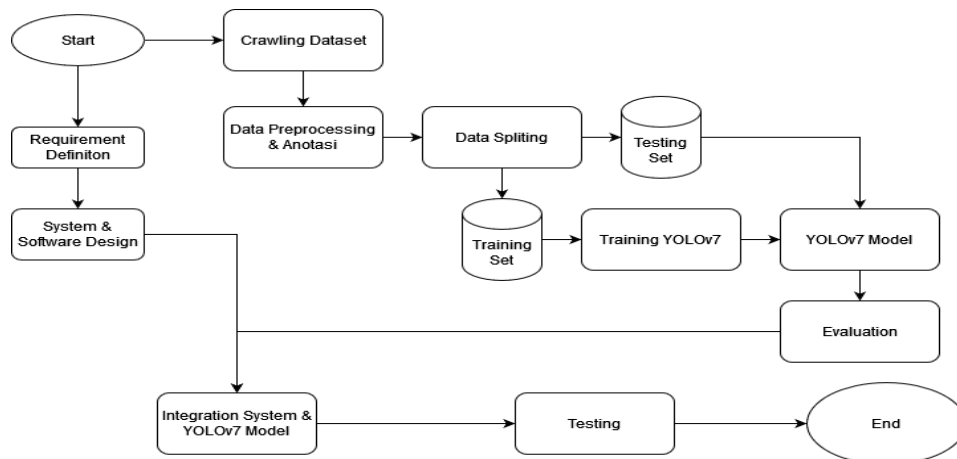
Metode pemodelan matematis dapat digunakan juga untuk mengoptimalkan proses identifikasi objek. Misalnya, dapat diterapkan metode cluster atau metode klasifikasi lainnya untuk mengelompokkan objek senjata ke dalam kelompok-kelompok yang berbeda. Dengan demikian, sistem yang dihasilkan akan lebih akurat dan dapat memberikan notifikasi yang tepat sesuai dengan kelompok objek senjata yang terdeteksi.

Dalam penelitian ini, diharapkan juga dapat dihasilkan rekomendasi terkait pemilihan hardware yang tepat untuk menjalankan sistem identifikasi objek senjata, serta rekomendasi terkait pengelolaan dan pemeliharaan sistem agar dapat bekerja secara optimal. Selain itu, diharapkan juga dapat dihasilkan rekomendasi terkait pengembangan sistem di masa mendatang, seperti pengembangan metode pemrosesan citra yang lebih akurat atau pengembangan metode pemodelan matematis yang lebih tepat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

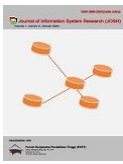
Penelitian deteksi senjata dengan CCTV dalam penelitian ini akan mencakup lima tahapan utama: pemilihan dataset, anotasi data, pembuatan model YOLOv7, evaluasi model, dan implementasi sistem. Kelima tahapan utama tersebut dijabarkan menjadi flowchart penelitian yang ada pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Tahapan penelitian

2.2 Dataset

Dataset berupa sekumpulan citra yang akan digunakan dalam proses pelatihan dan evaluasi model pada penelitian deteksi senjata dengan CCTV. Dataset citra harus dipilih secara selektif agar representatif dan mencakup berbagai variasi senjata yang mungkin terjadi di lapangan. Dataset citra juga harus memenuhi kriteria kualitas, seperti resolusi yang cukup tinggi, tidak terdapat noise yang mengganggu, dan lainnya. Pemilihan dataset merupakan tahap penting dalam penelitian deteksi senjata dengan CCTV karena dataset yang dipilih akan menentukan akurasi



hasil yang diperoleh. Dataset yang dipilih harus representatif dan mencakup berbagai variasi senjata yang mungkin terjadi di lapangan.

2.3 Data Preprocessing

Data preprocessing pada YOLOv7 merupakan tahap pembersihan dan pemotongan data citra yang akan digunakan dalam proses pelatihan model YOLOv7. Data preprocessing bertujuan untuk meningkatkan kualitas data citra [10] sehingga lebih mudah diproses oleh sistem. Pemotongan citra bertujuan untuk mengambil bagian citra yang relevan saja, sehingga tidak terdapat bagian-bagian yang tidak penting dalam proses pelatihan. Setelah data citra melalui proses preprocessing, tahap selanjutnya adalah melakukan anotasi dan labelling pada citra.

2.4 Data Labeling dan Anotasi

Labelling citra adalah proses memberikan label atau tag kepada objek-objek yang terdapat pada citra. Label yang diberikan bisa berupa nama objek, kelas objek, atau informasi lain yang dianggap relevan. Labelling citra biasanya dilakukan sebagai tahap persiapan dalam proses pelatihan model kecerdasan buatan untuk melakukan deteksi objek pada citra. [11], [12]

Anotasi citra adalah proses memberikan informasi tambahan kepada objek-objek yang terdapat pada citra. Informasi tambahan yang diberikan bisa berupa informasi geometri objek, seperti posisi, ukuran, atau orientasi objek, atau informasi lain yang dianggap relevan. Anotasi citra biasanya dilakukan untuk membantu proses pelatihan model kecerdasan buatan agar lebih akurat dalam mendeteksi objek pada citra.

2.5 YOLOv7

Setelah dataset sampel melalui proses preprocessing, tahap selanjutnya adalah pembuatan model YOLOv7 untuk melakukan deteksi senjata. Model YOLO (You Only Look Once) v7 adalah model terbaru dari keluarga model YOLO. Model YOLO merupakan detektor objek satu tahap. Pada model YOLO, frame citra diekstrak fitur-fiturnya melalui sebuah backbone. Fitur-fitur ini dicampurkan dan dicampur di leher, lalu diteruskan ke kepala jaringan. YOLO memprediksi lokasi dan kelas objek di sekitar bounding box yang harus digambarkan.[13]

YOLO melakukan pemrosesan pasca melalui non-maximum suppression (NMS) untuk sampai pada prediksi akhirnya. Model YOLOv7 akan dilatih dengan dataset sampel yang telah dipreprocessing sebelumnya, sehingga model dapat belajar mengenali ciri-ciri senjata yang terdapat pada citra CCTV.

2.6 Evaluasi Model

Evaluasi model pada deep learning adalah proses mengevaluasi performa model kecerdasan buatan yang dibangun dengan menggunakan YOLOv7. Evaluasi model pada YOLO bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat model dalam melakukan prediksi atau klasifikasi pada data masukan. Evaluasi model pada YOLO dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode yaitu Split Dataset dan Confusion Matrix.

Matriks konfusi digunakan untuk mengevaluasi performa hasil klasifikasi. Tabel kebenaran pada Tabel 1 menunjukkan empat istilah dalam representasi hasil matriks konfusi: TN (True Negative), TP (True Positive), FN (False Negative), dan FP (False Positive).

Tabel 1. Confusion Matrix

	Hasil Prediksi		
	TRUE	TP	FALSE
Hasil Sebenarnya	TRUE	TP	FN
	FALSE	FP	TN

Akurasi didefinisikan sebagai rasio prediksi yang benar terhadap total prediksi. Namun, jika data tidak seimbang dan bias, metrik evaluasi gagal menangkap efektivitas klasifikasi. Oleh karena itu, metrik lain, seperti presisi dan recall, diperlukan untuk menghitung evaluasi. Klasifikasi akan lebih baik jika nilai presisi dan recall dekat dengan satu. Oleh karena itu, nilai F1-Score diperlukan untuk mengakomodasi presisi dan recall. F1-Score mewakili rata-rata presisi dan recall harmonik. F1-Score memiliki nilai terbaik 1 dan nilai terburuk 0 [14].

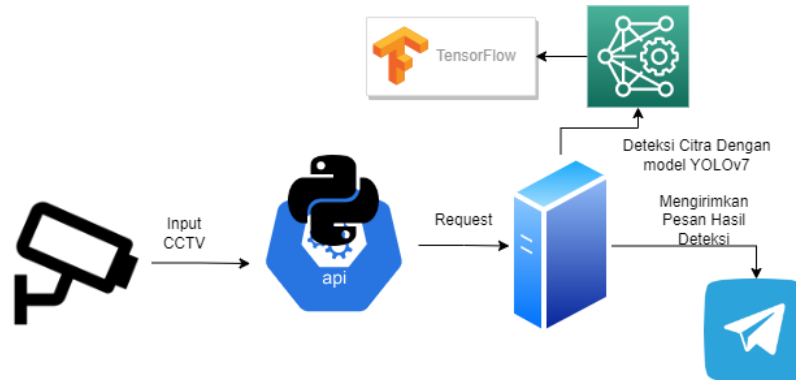
2.7 Flask

Python Flask adalah framework web yang ditulis dengan bahasa pemrograman Python. Flask memiliki struktur yang sederhana dan mudah dipelajari, sehingga cocok untuk pengembangan aplikasi web skala kecil. Flask juga memiliki kelebihan dalam hal kecepatan, fleksibilitas, dan kustomisasi. Dengan menggunakan Flask, developer dapat dengan mudah membuat aplikasi web, mengintegrasikannya dengan database, dan mengimplementasikan fitur-fitur seperti autentikasi, routing, dan template rendering.

2.8 System & Software Design

Gambar 2 menjelaskan arsitektur sistem yang dibangun. Sistem bekerja dengan cara mendeteksi objek senjata menggunakan kamera atau CCTV yang terhubung pada PC Server. Pada awalnya, sistem akan memproses citra yang diambil dari kamera atau CCTV dengan menggunakan metode image processing. Setelah citra diproses,

sistem akan melakukan deteksi objek dengan menggunakan model kecerdasan buatan yang telah dibuat sebelumnya dengan menggunakan YOLOv7. Model YOLOv7 akan memprediksi keberadaan objek senjata pada citra yang diambil dari kamera atau CCTV. Jika objek senjata terdeteksi, maka sistem akan memberikan notifikasi ke operator melalui chat telegram. Sebagai tambahan, sistem juga dapat menampilkan waktu terjadinya deteksi objek senjata pada PC Server. Dengan demikian, sistem ini dapat membantu meningkatkan keamanan dengan memantau keberadaan objek senjata secara real-time.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

2.9 Software Testing

Pengujian software atau *software testing* merupakan proses mengevaluasi kualitas sebuah software dengan membandingkannya dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Tujuan dari pengujian software adalah untuk menemukan kegagalan atau kelemahan software sebelum software tersebut diimplementasikan atau digunakan oleh pengguna akhir. Pengujian sistem pada penelitian ini adalah pengujian pada software sebagai sistem yang terintegrasi dengan sistem lainnya. Sistem akan diuji untuk integrasi antara kamera input (CCTV), server, dan telegram.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengelolaan Dataset

Pada penelitian ini menggunakan dataset publik dari Roboflow [15]. Dataset YOLOv7 yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 1533 citra. Dari jumlah tersebut, sebanyak 1069 citra digunakan sebagai training set, 308 citra sebagai validation set, dan 156 citra sebagai testing set. Training set merupakan citra yang digunakan untuk melatih model kecerdasan buatan agar dapat memprediksi keberadaan objek senjata pada citra yang baru. Validation set digunakan untuk mengevaluasi performa model kecerdasan buatan saat melakukan pelatihan. Sedangkan testing set digunakan untuk menguji kemampuan model kecerdasan buatan dalam mengelola citra yang belum pernah dilihat sebelumnya. Dengan demikian, dataset YOLOv7 yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari citra yang terbagi ke dalam tiga set dengan jumlah yang proporsional dan berguna untuk masing-masing tahap penelitian.

Peneliti menggunakan Roboflow untuk mengelola dataset. Roboflow menyediakan platform yang memudahkan developer dalam mengelola dataset yang digunakan dalam proyek pembelajaran mesin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Developer dapat mengupload dataset, mengelola label, dan mengelola metadata dengan mudah melalui platform yang disediakan oleh Roboflow. Selain itu, Roboflow juga menyediakan fitur-fitur seperti augmentasi citra, pemrosesan citra, dan pembuatan data loader yang dapat mempercepat proses pengembangan sistem kecerdasan buatan.



Gambar 3. Hasil Pengelolaan Dataset dengan Roboflow

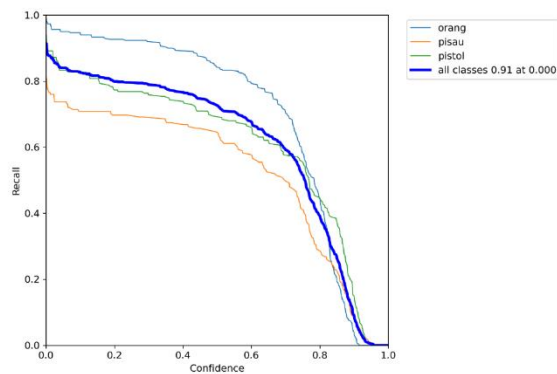
Dataset yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga kelas, yaitu kelas pisau, pistol, dan orang. Sebuah citra bisa saja terdiri dari beberapa objek dengan kelas yang berbeda. Pengelompokan kelas pada dataset dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengelompokan Class

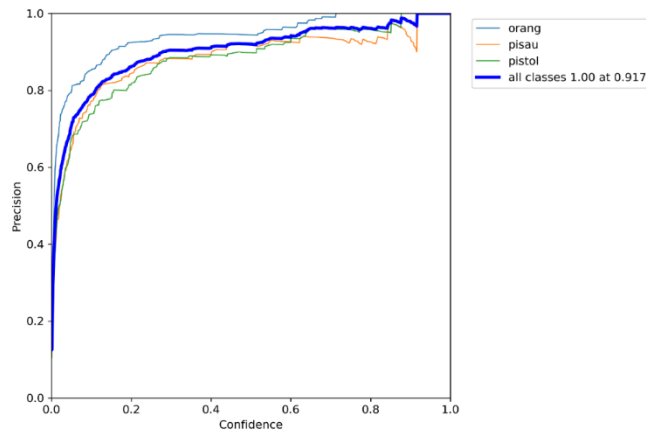
Class	Jumlah
Orang	1550
Pisau	940
Pistol	843

3.2 Pembuatan Model Deteksi Senjata dengan YOLOv7

Dalam penelitian ini, model YOLOv7 melatih deteksi senjata melalui transfer learning. Proses pelatihan dilakukan sebanyak 50 epoch, dengan batch size sebesar 16. Ukuran citra input yang digunakan adalah 640x640. Regularisasi dilakukan setiap kali melalui lapisan Batch Normalization (BN) untuk memperbarui bobot model. Faktor momentum (momentum) diatur menjadi 0.937, dan tingkat dekomposisi bobot (decay) diatur menjadi 0.0005. Vektor awal diatur menjadi 0.01, dan koefisien augmentasi hue (H), saturation (S), dan lightness (V) masing-masing adalah 0.015, 0.7, dan 0.4. Selama proses pelatihan, alat visualisasi Tensorboard digunakan untuk merekam data dan memantau loss, serta menyimpan bobot model setiap epoch.

**Gambar 4.** Recall vs Confidence

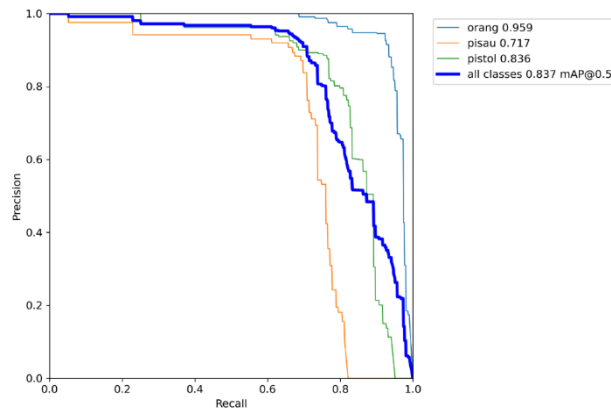
Gambar 4 menunjukkan nilai recall untuk keseluruhan kelas pada nilai *confidence level* 0.000 adalah 0.91. Recall merupakan rasio dari jumlah prediksi yang benar dibandingkan dengan jumlah total prediksi yang benar dan salah. Confidence level merupakan tingkat keyakinan dari model terhadap keakuratan prediksinya. Semakin tinggi confidence level, maka semakin tinggi pula tingkat keyakinan model terhadap keakuratan prediksi. Pada hasil penelitian ini, confidence level yang digunakan adalah 0.000.

**Gambar 5.** Precision vs Confidence

Gambar 5 menunjukkan grafik hubungan antara precision dan confidence. Precision merupakan salah satu ukuran kebaikan model dalam klasifikasi. Precision mengukur seberapa sering model benar dalam memberikan label kepada objek. Confidence merupakan tingkat keyakinan model terhadap kebenaran label yang diberikan. Pada penelitian ini, nilai precision adalah 1.00 menunjukkan bahwa model benar dalam memberikan label kepada objek sepanjang waktu. Nilai confidence 0.917 menunjukkan bahwa model cukup yakin dengan kebenaran label yang diberikan. Jadi, hubungan antara precision dan confidence adalah semakin tinggi nilai confidence, semakin

tinggi pula nilai precision. Namun, ini tidak berarti bahwa setiap kali nilai confidence tinggi, nilai precision juga akan selalu tinggi. Kita perlu memperhatikan konteks dari hasil yang diperoleh untuk menentukan apakah model tersebut benar-benar baik atau tidak.

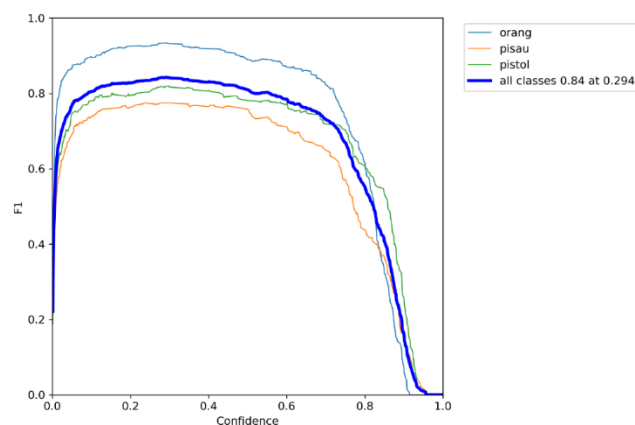
mAP@0.5 (mean Average Precision at 0.5) adalah metrik yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model deteksi objek. Hal ini dihitung dengan mencari rata-rata presisi dari semua kelas pada threshold IoU (Intersection over Union) 0.5. IoU adalah ukuran seberapa baik kotak batas yang diprediksi overlap dengan kotak batas ground truth. Hal ini dihitung dengan membagi luas overlap antara kedua kotak batas dengan luas union antara kedua kotak batas. Sebuah IoU 0.5 sering digunakan sebagai threshold untuk menentukan apakah prediksi merupakan *true positive* atau *false positive*.



Gambar 6. mAP@0.5

Dalam deteksi objek, presisi rata-rata adalah ukuran kemampuan model untuk secara benar mengidentifikasi objek dalam sebuah citra. Hal ini dihitung dengan pertama membandingkan kotak batas yang diprediksi dengan kotak batas ground truth, kemudian menghitung presisi dan recall untuk setiap kelas pada threshold IoU yang berbeda. Presisi rata-rata untuk setiap kelas kemudian dihitung dengan mencari rata-rata nilai presisi dan recall pada semua threshold IoU.

Pada Gambar 6 diperlihatkan hubungan antara precision dan recall. Dengan menggunakan metrik mAP@0.5 didapat nilai 0.837. Hal ini berarti rata-rata presisi model dalam menemukan objek yang sebenarnya dalam citra adalah 83.7%. Ini menunjukkan bahwa model cukup baik dalam menemukan objek yang ada dalam citra, dengan tingkat keakuratan yang cukup tinggi. Namun, untuk mengetahui kinerja model secara detail, maka perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut dengan menggunakan metrik lain seperti precision, recall, atau F1 score.



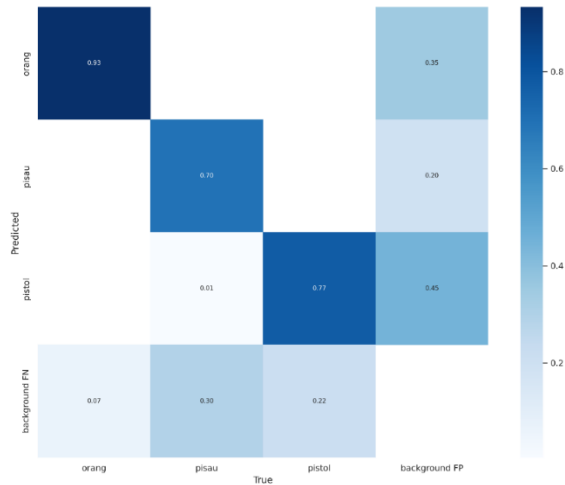
Gambar 7. F1 score

F1 score adalah metrik lain yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model deteksi objek. Ini adalah ukuran keseimbangan antara presisi dan recall. Hal ini dihitung sebagai rata-rata harmonis presisi dan recall, dengan nilai 1 menunjukkan kinerja terbaik dan nilai 0 menunjukkan kinerja terburuk. Sebuah nilai F1 score yang tinggi menunjukkan bahwa model memiliki keseimbangan yang baik antara presisi dan recall, sementara nilai F1 score yang rendah menunjukkan bahwa model mungkin terlalu tepat atau terlalu sensitif. Nilai F1 Score untuk semua kelas pada saat ini adalah 0,84 pada confidence 0,294.

mAP@0.5 dan F1 Score merupakan dua ukuran performa yang berbeda untuk menilai kemampuan sebuah model deteksi objek. mAP@0.5 lebih menekankan pada tingkat keakuratan pada saat menemukan objek, sedangkan F1 Score lebih menekankan pada tingkat keakuratan dan kemampuan menemukan seluruh objek yang ada pada citra.

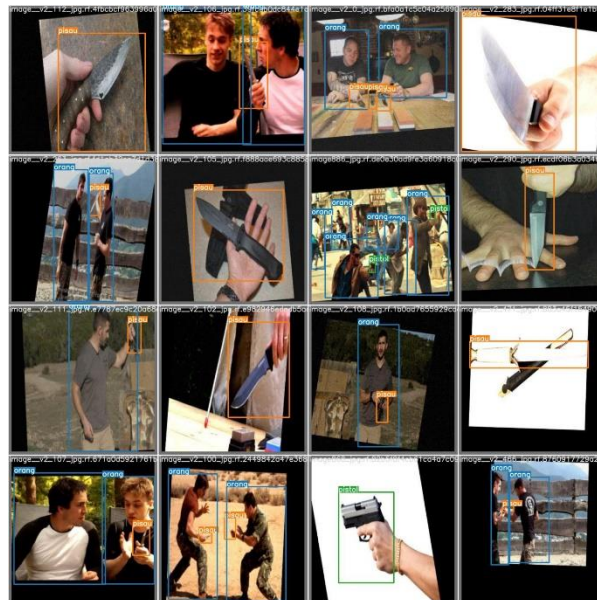
Confusion matrix adalah salah satu metrik yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model deteksi objek. Matrix ini menunjukkan bagaimana model mengelompokkan objek-objek yang ada dalam citra. Setiap baris menunjukkan kelas sebenarnya, sementara setiap kolom menunjukkan kelas yang diprediksi oleh model.

TP (True Positive) menunjukkan jumlah objek yang benar-benar terdeteksi oleh model. Sebagai contoh, pada Gambar 8 diperlihatkan confusion matrix dari model hasil penelitian telah mampu mengenali 93% objek orang, 70% objek pisau, dan 77% objek pistol yang ada dalam dataset citra. Semakin tinggi nilai TP dan TN, maka semakin baik kinerja model dalam mengelompokkan objek-objek dalam citra. FN (False Negative) menunjukkan jumlah objek yang tidak terdeteksi oleh model, padahal objek tersebut sebenarnya ada dalam citra. Sebaliknya, semakin tinggi nilai FN dan FP, maka semakin buruk kinerja model dalam mengelompokkan objek-objek dalam citra.



Gambar 8. Confusion Matrix

Pada gambar 9 diperlihatkan contoh hasil validasi model YOLOv7. Pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa model yang dibangun sudah berhasil mendeteksi objek sesuai dengan kelasnya.



Gambar 9. Contoh hasil Validasi Model

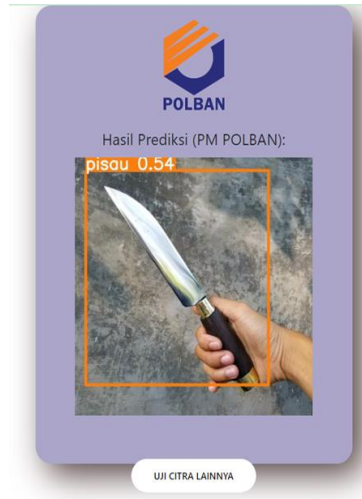
3.3 Implementasi dan Pengujian Sistem

Model YOLOv7 telah dilatih dan dioptimalkan untuk mendeteksi objek senjata dalam citra menggunakan metode transfer learning. Setelah proses pelatihan selesai, model tersebut akan disimpan dalam format file yang disebut "yolov7.pt". Agar model tersebut dapat digunakan oleh aplikasi yang akan dibuat, model tersebut perlu diintegrasikan ke dalam aplikasi.

Salah satu cara untuk mengintegrasikan model YOLOv7 ke dalam aplikasi adalah dengan menggunakan framework Python Flask. Flask adalah sebuah framework yang memungkinkan kita untuk membuat aplikasi web sederhana dengan mudah. Dengan menggunakan Flask, kita dapat membuat aplikasi yang dapat menerima input

dari pengguna dan mengeluarkan output sesuai dengan kebutuhan. Selain Flask, penelitian ini juga menggunakan *Telepot*.

Telepot adalah library Python yang digunakan untuk mengintegrasikan aplikasi dengan API Telegram. Library ini memungkinkan aplikasi untuk mengirim dan menerima pesan, pemberitahuan, dan konten lainnya melalui Telegram. Selain itu, *Telepot* juga memiliki fitur yang memungkinkan aplikasi untuk mengontrol bot Telegram dan mengelola interaksi dengan pengguna. Dengan menggunakan *Telepot*, aplikasi dapat dengan mudah terhubung dengan Telegram dan menyediakan layanan tambahan bagi pengguna.

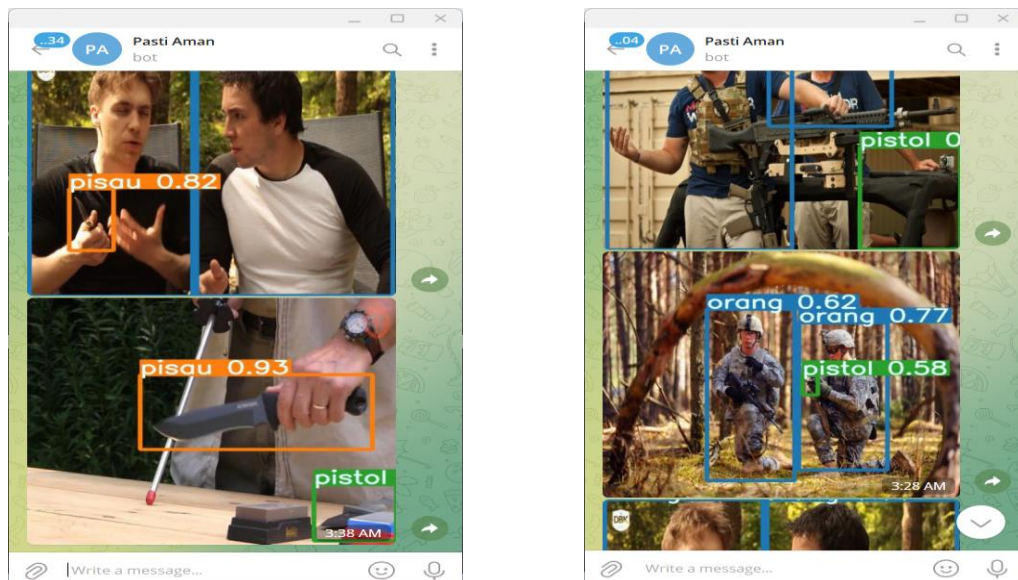


Gambar 10. Hasil Pengujian Integrasi Flask dan YOLOv7

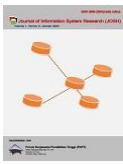
Pada penelitian ini, model deteksi senjata YOLOv7 telah berhasil diintegrasikan ke dalam aplikasi Flask, penampakkannya seperti pada Gambar 10. Aplikasi ini menggunakan kamera CCTV atau kamera lain sebagai input citra, kemudian mengolah citra tersebut dengan menggunakan model YOLOv7 yang telah dilatih sebelumnya. Setelah citra diolah, aplikasi Flask akan mengirimkan hasil deteksi ke server Telegram melalui library *telepot*. Kemudian, server Telegram akan mengirimkan notifikasi ke pengguna yang terdaftar dengan menyertakan informasi tentang jenis senjata yang terdeteksi.

Dengan demikian, pengguna dapat dengan mudah mengetahui jenis senjata yang ada di lingkungannya dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengurangi risiko kejahatan. Selain itu, aplikasi ini juga memiliki fitur monitoring yang dapat menyimpan data deteksi senjata dalam bentuk log untuk memudahkan pengguna dalam memantau perkembangan kejahatan di lingkungannya. Dengan demikian, aplikasi Flask yang terintegrasikan dengan model YOLOv7 ini dapat memberikan solusi yang efektif dalam mengurangi tingkat kejahatan dengan cara meningkatkan kesadaran dan tingkat pengawasan pengguna.

Gambar 11 memperlihatkan contoh notifikasi *image* yang dikirimkan melalui chatbot pada platform telegram. *Image* yang dikirimkan sudah melalui proses pengolahan citra menggunakan model yang telah dibangun sebelumnya.



Gambar 11. Hasil Notifikasi Telegram



4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan aplikasi yang dapat memberikan notifikasi otomatis berupa pesan di platform Telegram apabila terdeteksi adanya senjata di CCTV / kamera input . Aplikasi ini dibuat dengan menggunakan teknologi computer vision dan kecerdasan buatan. Lebih spesifik, YOLOv7 yang merupakan metode terbaru khusus dalam pengenalan objek secara realtime dan cepat. Aplikasi ini terbukti mampu mendeteksi manusia dan senjata seperti pistol dan pisau dengan tingkat akurasi yang cukup baik, terbukti dengan capaian tingkat mAP@0.5 sebesar 0.837 setelah melalui proses pelatihan selama 50 epoch. Meskipun demikian, masih ada beberapa kelemahan dalam penelitian ini yang dapat diperbaiki dalam penelitian selanjutnya. Salah satu masalah yang mungkin dapat diatasi adalah kurangnya epoch pelatihan, yang dapat diperbaiki dengan meningkatkan jumlah epoch pelatihan, yang seharusnya menghasilkan peningkatan akurasi aplikasi. Selain itu, menggunakan kumpulan data yang lebih beragam dan seimbang juga dapat meningkatkan performa model dalam mendeteksi objek dari kelas yang berbeda. Secara keseluruhan, pengembangan aplikasi ini telah berhasil menunjukkan potensi penggunaan teknologi computer vision dan kecerdasan buatan dalam mengotomatisasi proses deteksi dan notifikasi item senjata di CCTV. Ini dapat membantu meningkatkan keamanan dan keselamatan berbagai lingkungan, dan mungkin memiliki berbagai aplikasi praktis di berbagai bidang seperti keselamatan publik, penegakan hukum, dan banyak lagi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih peneliti ucapkan kepada Politeknik Negeri Bandung (POLBAN) karena penelitian dapat terlaksana dengan adanya Hibah Penelitian Mandiri Dana DIP A Politeknik Negeri Bandung, No. B/114.56/PL1.R7/PG.00.03/2022

REFERENCES

- [1] S. Megawan, W. S. Lestari, and A. Halim, "Deteksi Non-Spoofing Wajah pada Video secara Real Time Menggunakan Faster R-CNN," *J. Inf. Syst. Res. JOSH*, vol. 3, no. 3, Apr. 2022, [Online]. Available: <https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/josh/article/view/1519>
- [2] F. Atqiya, N. Ihsani, M. R. Sholahuddin, F. M. Dwivany, and S. Suhandono, "Segmentasi Citra Digital Objek Hasil Pengamatan In Situ Localization Gen gfp pada Tanaman Transformatan," *Edsence J. Pendidik. Multimed.*, vol. 1, no. 2, pp. 53–60, Dec. 2019, doi: 10.17509/edsence.v1i2.21575.
- [3] I. A. Dahlan, D. Ariateja, M. A. Arghanie, M. A. Versantariqh, M. David, and U. D. Fatmawati, "Sistem Deteksi Senjata Otomatis Menggunakan Deep Learning Berbasis CCTV Cerdas," *J. Sist. Cerdas*, vol. 4, no. 2, pp. 126–141, Aug. 2021, doi: 10.37396/jsc.v4i2.172.
- [4] R. Ivandhani, I. I. Tritasmoro, and N. Ibrahim, "Perancangan dan Implementasi Sistem Deteksi Manusia Menggunakan Citra Webcam Dengan Fitur Notifikasi pada Ponsel," in *eProceedings of Engineering*, vol. 7, pp. 3877–3883. [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/12940/12625#>
- [5] M. Harika, D. R. Ramdania, S. Rahmadika, N. A. Suwastika, and G. G. A. Delilah, "Designing R-CNN Algorithm to Detect Halal Composition of Korean Food and Beverages," in *2022 8th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, Yogyakarta, Indonesia, Jul. 2022, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICWT55831.2022.9935428.
- [6] M. Abdul Hadi, R. Ferdian, and L. Arief, "Klasifikasi Tingkat Ancaman Kriminalitas Bersenjata Menggunakan Metode You Only Look Once (YOLO)," *CHIPSET*, vol. 2, no. 01, pp. 33–40, Apr. 2021, doi: 10.25077/chipset.2.01.33-40.2021.
- [7] R. Olmos, S. Tabik, and F. Herrera, "Automatic handgun detection alarm in videos using deep learning," *Neurocomputing*, vol. 275, pp. 66–72, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.neucom.2017.05.012.
- [8] M. R. Sholahuddin and F. Atqiya, "Sistem Tanya Jawab Konsultasi Shalat Berbasis RASA Natural Language Understanding (NLU)," *J. Pendidik. Multimed. Edsence*, vol. 3, no. 2, pp. 93–102, Dec. 2021, doi: 10.17509/edsence.v3i2.38732.
- [9] A. Mahmudi, "Deteksi Senjata Tajam dengan Metode Haar Cascade Classifier Menggunakan Teknologi SMS Gateway," *MATICS*, vol. 1, no. 1, Mar. 2014, doi: 10.18860/mat.v1i1.2646.
- [10] I. Romadhanti, I. Kurniastuti, and T. D. Wulan, "Pemrosesan Citra Kuku Jari Tangan Menggunakan Metode GLCM (Grey Level Co-Occurrence Matrix)," *Natl. Conf. UMMAH NCU 2020*, vol. 1, no. 1, Jan. 2021, Accessed: Dec. 28, 2022. [Online]. Available: <https://conferences.unusa.ac.id/index.php/NCU2020/article/view/658>
- [11] J. Pustejovsky and A. Stubbs, *Natural Language Annotation for Machine Learning*, 3rd ed. O'Reilly Media, 2013.
- [12] E. Mozef, "Algoritma Labeling Citra Biner dengan Performansi Optimal Processor-Time," *J. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 67–77, Mar. 2005, doi: 10.9744/informatika.5.2.pp.
- [13] C.-Y. Wang, A. Bochkovskiy, and H.-Y. M. Liao, "YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors." arXiv, Jul. 06, 2022. Accessed: Dec. 22, 2022. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2207.02696>
- [14] G. Shobha and S. Rangaswamy, "Machine Learning," in *Handbook of Statistics*, vol. 38, Elsevier, 2018, pp. 197–228. doi: 10.1016/bs.host.2018.07.004.
- [15] N. Workspace, "3clase Dataset," *Roboflow Universe*. Roboflow, Jul. 2022. [Online]. Available: <https://universe.roboflow.com/new-workspace-bjaa4/3clase>