NARATIF : Jurnal Ilmiah Nasional Riset Aplikasi dan Teknik Informatika
Vol. 06 No. 02 Desember 2024
P-ISSN: 2656-7377 || E-ISSN: 2714-8467

ANALISIS KINERJA *YOLO*V8 OPTIMALISASI *ROBOFLOW* UNTUK DETEKSI EKSPRESI WAJAH EMOSIONAL DENGAN *MACHINE LEARNING*

Saepudin[1], Nana Sujana[2], Muhamad Malik Mutoffar[3], Alfian Azzam Haryanto[4]
Departemen Teknik Informatika, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Teknologi Bandung[1,3,4]
Program Studi Teknologi Komputer, Politeknik Pajajaran – ICB Bandung[,2]
saepudin@utb-univ.ac.id[1], nana.sujana@poljan.ac.id[2], malik@utb-univ.ac.id[3], 220552011022@sttbandung.ac.id[4]

Abstrak

Deteksi ekspresi wajah emosional merupakan elemen penting dalam berbagai aplikasi, seperti interaksi manusia-komputer, analisis perilaku, dan pemantauan psikologis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja YOLOv8 yang telah dioptimalkan dengan *RoboFlow* dalam mendeteksi ekspresi wajah emosional menggunakan pendekatan *Machine Learning*. YOLOv8, sebagai model deteksi objek terkini dalam keluarga YOLO, menawarkan kemampuan deteksi cepat dan akurasi tinggi, sementara *RoboFlow* digunakan untuk meningkatkan kualitas data latih melalui teknik preprocessing dan augmentasi data. Metodologi penelitian ini meliputi pengumpulan dataset yang mencakup berbagai ekspresi wajah emosional, seperti senang, sedih, marah, dan netral. Data tersebut kemudian diproses menggunakan *RoboFlow* untuk augmentasi, termasuk rotasi, flipping, dan penyesuaian kontras, guna menciptakan variasi yang mendekati kondisi nyata. Model YOLOv8 dilatih dengan dataset yang telah dioptimalkan dan dievaluasi menggunakan metrik kinerja seperti akurasi, presisi, recall, dan waktu inferensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimalisasi *RoboFlow* secara signifikan meningkatkan kemampuan YOLOv8 dalam mendeteksi ekspresi wajah emosional, dengan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan model yang dilatih tanpa optimasi. Selain itu, waktu pemrosesan juga menunjukkan peningkatan efisiensi, sehingga cocok untuk aplikasi *real-time*. Studi ini membuktikan bahwa penggabungan YOLOv8 dan *RoboFlow* dapat menghasilkan model yang lebih andal dan efisien untuk deteksi ekspresi wajah emosional. Dengan hasil yang menjanjikan, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam bidang pengenalan pola dan pengolahan gambar. Selain itu, aplikasi dari hasil studi ini dapat meluas ke berbagai sektor, seperti pengembangan sistem keamanan berbasis pengenalan emosi, interaksi manusia-komputer, hingga sistem pendukung untuk pemantauan kesehatan mental. Penelitian ini membuka peluang baru dalam pemanfaatan teknologi *Machine Learning* untuk analisis ekspresi wajah emosional yang lebih efektif dan adaptif.
Kata Kunci: Deteksi Ekspresi Wajah, *YOLOv8* dan *RoboFlow*, *Machine Learning*

Abstract

Emotional facial expression detection plays a vital role in various applications, such as human-computer interaction, behavior analysis, and psychological monitoring. This study aims to analyze the performance of YOLOv8 optimized with RoboFlow in detecting emotional facial expressions using a Machine Learning approach. YOLOv8, the latest object detection model in the YOLO family, offers rapid detection capabilities and high accuracy, while RoboFlow is utilized to enhance the quality of training data through preprocessing and data augmentation techniques The research methodology involves collecting a dataset representing various emotional facial expressions, such as happiness, sadness, anger, and neutrality. The data undergoes preprocessing and augmentation using RoboFlow, including rotation, flipping, and contrast adjustments, to create variations that simulate real-world conditions. The YOLOv8 model is trained with the optimized dataset and evaluated using performance metrics such as accuracy, precision, recall, and inference time. The results demonstrate that RoboFlow optimization significantly enhances YOLOv8's ability to detect emotional facial expressions, achieving higher accuracy than models trained without optimization. Additionally, processing time shows improved efficiency, making it suitable for real-time applications. This study proves that integrating YOLOv8 with RoboFlow can produce a more reliable and efficient model for emotional facial expression detection. With promising results, this research makes a significant contribution to the fields of pattern recognition and image processing. Moreover, the findings' applications extend to various sectors, such as emotion-based security systems, human-computer interaction, and support systems for mental health monitoring. This study opens new opportunities for leveraging Machine Learning technology for more effective and adaptive emotional facial expression analysis.
Keywords: Facial Expression Detection, YOLOv8 and RoboFlow, Machine Learning

I. PENDAHULUAN

Dalam era digital saat ini, deteksi ekspresi wajah memainkan peran penting dalam berbagai aplikasi yang melibatkan interaksi manusia dan komputer, keamanan, serta analisis perilaku. Kemajuan dalam teknologi *Machine Learning* dan pengolahan gambar telah membuka jalan bagi pengembangan algoritma yang lebih canggih dan akurat dalam mengenali ekspresi wajah manusia. Salah satu perkembangan terbaru di bidang ini adalah penggunaan *YOLOv8*, yang merupakan iterasi terbaru dari seri *Model* deteksi objek '*You Only Look Once*' (*YOLO*). Manusia dapat mengenali sebuah objek, dengan menggunakan mata sebagai indra pengelihatan untuk menangkap sebuah citra objek yang kemudian akan direkam dan disimpan dalam memori otak. Perkembangan teknologi saat ini menunjang sebuah mesin untuk dapat belajar seperti manusia dalam mengenali sebuah objek [1].

Sejauh ini, deteksi emosi dapat dilakukan melalui suara dan ekspresi wajah. Namun emosi dengan ekspresi tertulis, justru sering membuat multitafsir serta mengakibatkan perdebatan. Selain itu, emosi dalam tulisan sukar untuk dijabarkan [2]. Manusia dapat mengenali sebuah objek, dengan menggunakan mata sebagai indra pengelihatan untuk menangkap sebuah citra objek yang kemudian akan direkam dan disimpan dalam memori otak. Perkembangan teknologi saat ini menunjang sebuah mesin untukdapat belajar seperti manusia dalam mengenali sebuah objek[3]. Ekspresi wajah merupakan salah satu cara untuk manusia dapat berkomunikasi *non-verbal* di mana ekspresi wajah tersebut dapat menunjukkan berbagai macam emosi positif maupun negatif [4]. Pengenalan wajah juga terkait dengan perubahan objek, perubahan ini disebabkan oleh perubahan. Ekspresi, intensitas cahaya dan sudut pandang. Oleh karena itu, objek yang sama harus dikenali sebagai objek yang sama dengan banyak perbedaan [5].

II. TINJAUAN PUSTAKA

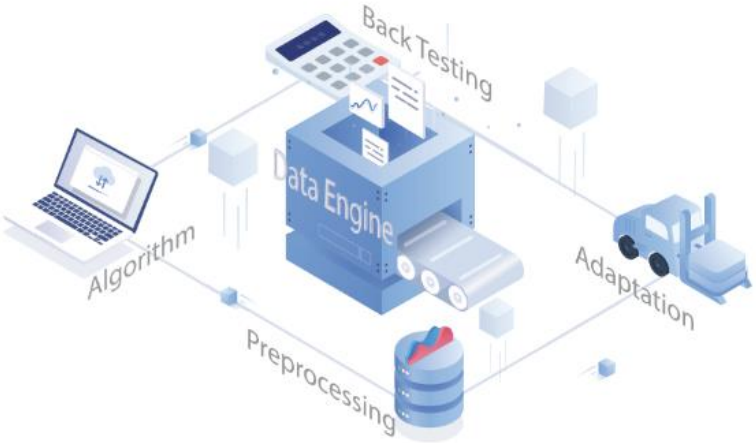
1. *You Only Look Once* (*YOLO*) v8

YOLO (*You Only Look Once*) adalah salah satu metode CNN untuk deteksi objek dan segmentasi gambar yang diperkenalkan oleh Joseph Redmon dan Ali Farhadi dari Universitas *Washington* pada tahun 2015. Saati, ada banyak sistem deteksi objek yang berbeda yang ada. Beberapa contoh sistem deteksi ini adalah: *You Only Look Once* (*YOLO*), Jaringan *Neural* konvolusi berbasis wilayah, dan *Histogram gradient* berorientasi[6]. Pada proses CNN, terdapat 3 tahapan yaitu*pre-processing*, *processing*, dan *classifying*. Proses pertama adalah pre- *processing* atau pembentukan *input*. Proses kedua adalah *processing* yang terdiri dari konvolusi citra, reduksi dimensi citra, *max pooling*, *training* dengan *neural network*, dan soft*max*. Proses yang ketiga adalah *classifying* atau penentuan *output* [7].

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas *YOLOv8*, yang telah dioptimalkan menggunakan *RoboFlow*, dalam mendeteksi ekspresi wajah emosional. Penelitian ini berfokus pada tiga aspek kunci yang pertama, meningkatkan akurasi deteksi ekspresi wajah, kedua memastikan efisiensi komputasi yang tinggi, yang penting untuk aplikasi *real-time*,dan ketiga menguji kemampuan generalisasi *Model* dalam menghadapi variasi data [8]. Melalui analisis komparatif dengan versi *YOLO* sebelumnya dan *Model* deteksi objek lain, penelitian ini bertujuan untuk menyediakan wawasan komprehensif mengenai kemajuan yang dicapai oleh *YOLOv8* dalam konteks deteksi ekspresi wajah emosional [9].

2. *RoboFlow*

RoboFlow merupakan *platform* web yang berfungsi untuk pengelolaan dataset secara komprehensif, mulai dari pengumpulan hingga optimasi data untuk pengembangan model *computer vision*. *Platform* ini menyediakan berbagai alat yang mempermudah proses *preprocessing*, seperti augmentasi data, pengubahan ukuran gambar, anotasi, dan pengelolaan dataset secara kolaboratif. Selain itu, *RoboFlow* juga mendukung pengembangan model dengan teknik augmentasi otomatis dan konversi dataset ke format yang kompatibel dengan berbagai *framework Machine Learning*, termasuk *TensorFlow*, *PyTorch*, dan YOLO. Dengan fitur-fitur tersebut, *RoboFlow* menjadi kerangka kerja yang membantu para pengembang meningkatkan efisiensi, kualitas, dan akurasi model *computer vision* secara keseluruhan [10].



Gambar 1. *Pipeline*

Pada Gambar 1. *Pipeline* pengembangan robot terdiri dari 4 modul yang berinteraksi dengan mesin data terpusat. Mesin data mengelola *Dataset* skala besar, dan menerbitkan data dari robot. Modul pra-proses data mengkodekan *input* mentah ke data yang dapat dengan mudah dianalisis oleh modul pengembangan algoritma. Modul pengembangan algoritma mengembangkan kebijakan kontrol yang disesuaikan. Modul *back testing* menguji

kebijakan dalam berbagai lingkungan. Modul adaptasi aplikasi mengimplementasikan kebijakan yang dipelajari di dunia nyata [11].

3. *Machine Learning*

Machine Learning (ML) merupakan cabang dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang berfokus pada pengembangan sistem yang dapat belajar dan membuat keputusan berdasarkan data tanpa pemrograman eksplisit. Kumar mendefinisikan ML sebagai kemampuan komputer untuk meningkatkan kinerja tugas tertentu berdasarkan pengalaman. ML telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir dan menjadi komponen kunci dalam berbagai aplikasi, termasuk pengenalan pola, analisis data, dan pengambilan keputusan otomatis.

ML dibagi menjadi tiga jenis utama, yaitu *Supervised Learning, Unsupervised Learning*, dan *Reinforcement Learning* [12].

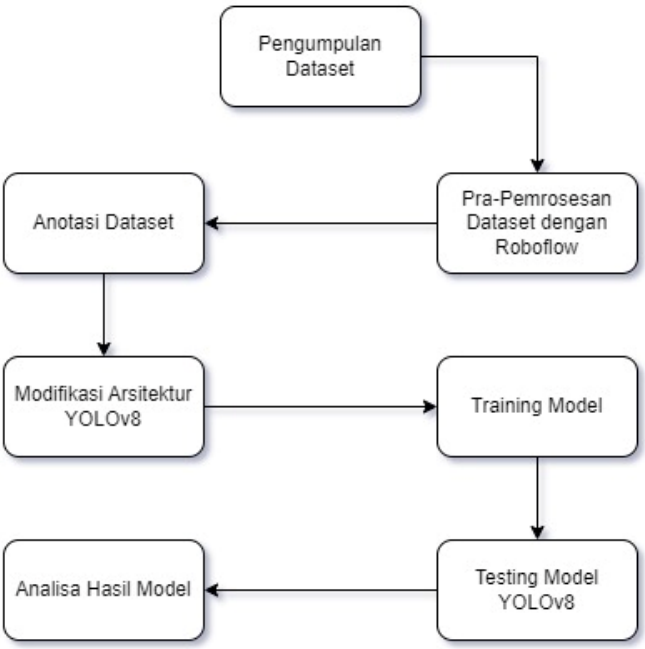
a. *Supervised Learning* melibatkan pelatihan model menggunakan data berlabel untuk memprediksi keluaran tertentu, seperti dalam regresi atau klasifikasi
b. *Unsupervised Learning* digunakan untuk menemukan pola atau pengelompokan dalam data tanpa informasi label, seperti pada analisis kluster
c. *Reinforcement Learning* memungkinkan model belajar melalui interaksi dengan lingkungan, menggunakan pendekatan *trial-and-error* untuk memaksimalkan *reward*.

Berbagai algoritma telah dikembangkan untuk mendukung tugas-tugas ML. Misalnya, Regresi Linear dan Regresi Logistik digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel. Algoritma seperti *Decision Trees* dan *Random Forests* menawarkan pendekatan berbasis aturan untuk pengambilan keputusan. Tugas-tugas yang lebih kompleks, seperti pengenalan gambar dan suara, *Deep Learning* menggunakan jaringan saraf tiruan untuk mempelajari fitur yang lebih abstrak dari data. Kemajuan ML dan *Deep Learning* telah membawa perubahan besar dengan menggunakan model berbasis data. *Convolutional Neural Networks* (*CNN*) menjadi tulang punggung dalam *face detection* modern. Model seperti MTCNN (*Multi-task Cascaded Convolutional Networks*) mampu mendeteksi wajah dengan lebih akurat, bahkan dalam kondisi lingkungan yang kompleks [13]. Pra-pemrosesan data adalah langkah penting dalam ML, memastikan bahwa data berkualitas tinggi untuk pelatihan model. Teknik seperti normalisasi, *encoding*, dan augmentasi data digunakan untuk mengurangi *noise* dan memaksimalkan kinerja model. Dengan kemampuannya untuk menangani berbagai jenis data dan aplikasi, ML terus menjadi alat penting dalam penelitian dan pengembangan teknologi yang lebih canggih [14]. Pada tahap klasifikasi, pembuatan *Model* menggunakan tiga algoritma *Machine Learning* yaitu *Naïve Bayes* (NB), *Random Forest* (RF) dan *Support Vector Machines* (SVM). Ketiga algoritma ini dipilih untuk perbandingan *Model* yang optimal [2]

III. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam artikel jurnal ini adalah penelitian literatur. Penelitian literatur adalah jenis penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan dan menganalisis berbagai sumber literatur terkait topik penelitian, seperti artikel jurnal, buku, dan publikasi ilmiah lainnya. Algoritma *YOLO* diklaim dapat beroperasi pada 45 fps (*frame per second*) pada sebuah kartu grafis *Titan X*. Dengan demikian, metode *YOLO* sangat baik untuk diterapkan pada kasus yang bersifat *realtime* seperti pada video [15], [16]. Pada dasarnya, ada dua jenis pendekatan untuk deteksi objek menggunakan pembelajaran mendalam:

1. *One-Stage Detector*: *Model* yang mendeteksi, mengidentifikasi, dan lokalisasikan objek di satu lintasan depan jaringan saraf yang menghasilkan deteksi yang lebih cepat. Detektor Satu Tahap (*SSD*) [17] & *YOLO* termasuk dalam kategori ini.
2. *Two-Stage Detector*: *Model* yang mendeteksi, mengidentifikasi, dan lokalisasikan sebuah objek di dua jalur jaringan saraf [18]. Dalam Objek Deteksi selalu ada kompromi antara kecepatan dan akurasi [18].Detektor satu tahap memiliki kecepatan deteksi tinggi yang membuatnya cocok untuk pengawasan, mengemudi otomatis, deteksi lisensi, dll. Di sisi lain, detektor dua tahap dapat di mana akurasi adalah prioritas seperti pengenalan wajah, sidik jari dan pengakuan pola, dll [19]. Pada Gambar 2. Alir penelitian ini mengikuti tahapan diantara lain sebagai berikut.



Gambar 2. Alir Penelitian

1. Pengumpulan *Dataset*

Penelitian ini memanfaatkan *Dataset* sekunder yang diperoleh dari sumber *RoboFlow* dengan nama *facedetection*2-6qc02 [20]. *Dataset* ini dipilih karena kualitas dan keseimbangan dalam tidak ada instansi dari masing-masing kelas [21]. *Dataset* yang dikumpulkan harus disiapkan sebelum melanjutkan ke tahap pra-pengolahan. Pada tahap ini, *Dataset* yang telah dimiliki kemudian tunduk pada proses label *Dataset* [22]. *YOLOv8* dan *RoboFlow Object Detection* 2.0 (*Fast*) *Model* untuk pelatihan. Oleh karena itu, setiap gambar disimpan dalam klasifikasi yang sama masing-masing ketika mereka dibagi menjadi tiga set: pelatihan, validasi, dan pengujian.[9]. Rincian distribusi *Dataset* dapat ditemukan dalam Tabel 1 dan Gambar 3.

TABEL I
DATASETS MODELS

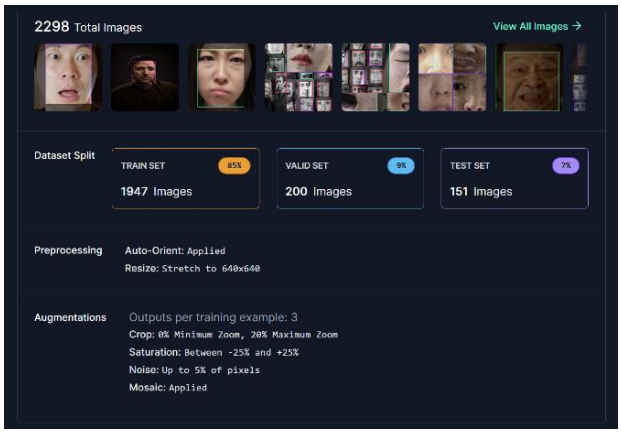
ID Classes	**Class Name**	**Train**	**Valid**	**Test**
0	**anger**	253	75	57
1	**fear**	276	75	37
2	**happy**	212	99	86
3	**neutral**	139	46	26
4	**normal**	1	0	0
5	**sad**	289	66	27
Total		**195**	**361**	**233**

Gambar 3. *Datasets in Roboflow*

2. Pra-Pemrosesan *Dataset*

Pertama, data dilakukan pembersihan dari *outlier* (pencilan data) terlebih dahulu, seperti: citra ekspresi wajah tidak terlihat dengan jelas, citra tidak sesuai dengan data yang dibutuhkan untuk penelitian, citra gambar terlalu gelap, noise dan lainnya. Proses ini memakan waktu yang cukup lama karena data bersifat deskriptif dan *nonnumerik*, peneliti menggunakan metode *Check and Save* untuk memeriksa citra gambar satu per satu [23]. Menggunakan situs web *RoboFlow* yang membantu dalam pemrosesan metode *YOLOv8*.

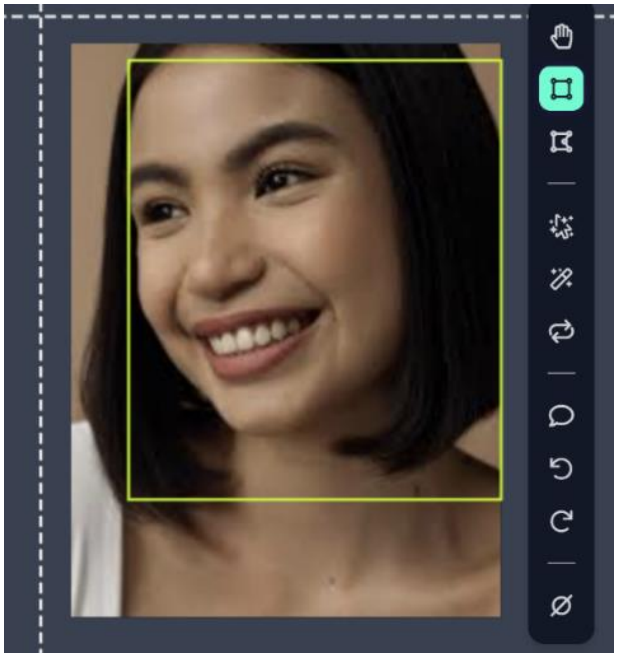
Situs web *RoboFlow* membantu kami dengan teknik pre*processing* dan *augmentation data*, termasuk *resizing*, *horizontal* dan *vertical flips*, rotasi, kebisingan, dan banyak lagi. Kedua set data dibagi menjadi tiga bagian: pelatihan, validasi data, dan pengujian gambar dengan rasio 70%, 20% dan 10%, masing-masing [24]. Rincian *Model Dataset* di web *RoboFlow* dapat ditemukan Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Detail *Datasets in Roboflow*

3. Anotasi Data

Proses anotasi data merupakan proses *bounding box* dan label pada gambar. Proses anotasi ini dilakukan menggunakan aplikasi labeling yang tersedia dan bersifat *open source*. Hasil anotasi pada setiap gambar kemudian akan disimpan kedalam bentuk file .xml. Dapat dilihat di Gambar 5. Proses Anotasi Wajah



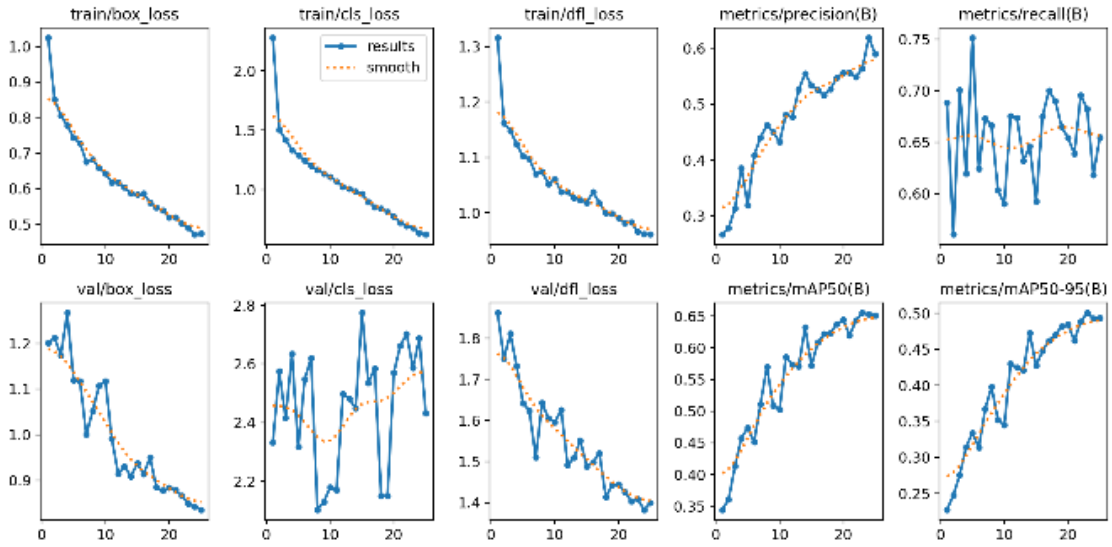
Gambar 5. Proses Anotasi Wajah *in Roboflow*

4. Modifikasi Arsitektur *YOLOv8*

Pada tahap modifikasi arsitektur *YOLOv8*, kami menyesuaikan struktur jaringan untuk lebih spesifik menangani deteksi ekspresi wajah. *YOLOv8* merupakan algoritma yang terdisi berbagai layer yang terbagi menjadi menjadi 3 bagian utama *backbone*, *neck* dan *head* [2]. Modifikasi ini bisa termasuk penyesuaian lapisan, hiperparameter, dan mekanisme pelatihan untuk meningkatkan akurasi deteksi. Setelah penyesuaian, arsitektur yang telah dimodifikasi perlu diekspor agar dapat digunakan untuk pelatihan dan inferensi. Metode ekspor ini memungkinkan arsitektur *YOLOv8* yang dimodifikasi untuk diimpor kembali atau di-deploy pada sistem lain dengan mudah [24].

5. *Training Model YOLOv8*

Penelitian ini menggunakan custom *Dataset* image yang menggambarkan objek manusia. Untuk menganalisa *Model* yang didapatkan maka dilakukan *training Model* dari awal menggunakan *Dataset* yang sudah diseplit sebelumnya dengan pembagian *Training* 80% *Test* 10% dan *validasi* 10%. Proses *training* data dilakukan menggunakan komputasi *Google colab pro* [1]. Dapat dilihat pada Gambar 6. *Training* Grafik *Result*.



Gambar 6. *Training Grafik Result*

6. *Testing Model YOLOv8*

Setelah proses *training* selesai akan menghasilkan *Model YOLOv8* berdasarkan arsitektur yang digunakan untuk mengenalkan pada objek manusia. Hasil *testing* menunjukan *Model* dapat mengenali objek manusia. Untuk proses data *testing* ini akan dipersiapkan sejumlah gambar, di mana pada tahap ini akan disiapkan 75 gambar uji diluar data training. Setelah di *testing* maka akan dilakukan evalusi dengan beberapa metode evaluasi. Bisa dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. *Models Dataset Testing from Roboflow*

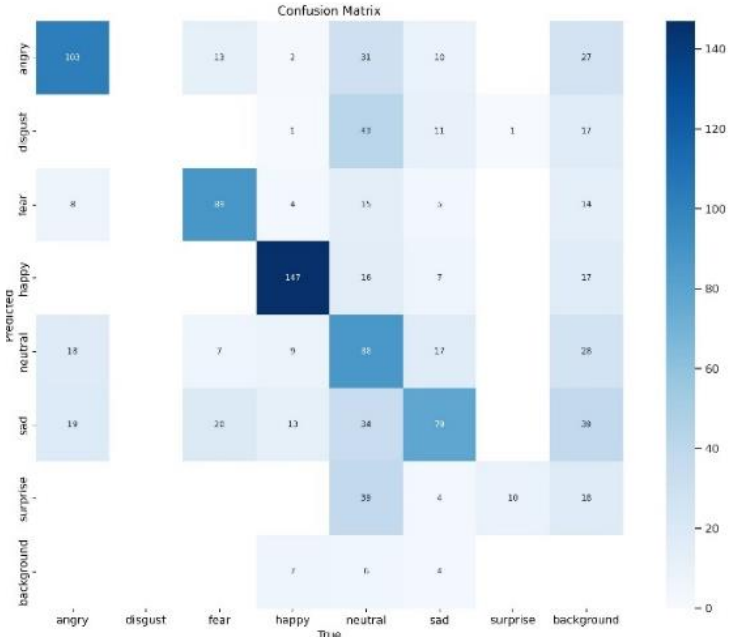
IV. ANALISIS DAN HASIL

Menganalisis ini, implementasi keseluruhan dilakukan di bawah *Python* sebagai bagian dari lingkup Google Colab. Selain itu, sehubungan dengan pembelajaran transfer, pelatihan yang diaktifkan algoritma *YOLOv8* didasarkan pada *Dataset* kustom dan bebannya [24]. Setelah dilakukan *training* maka tahap selanjutnya yaitu tahap evaluasi dengan memperhatikan nilai *mAP*, *Precision* dan *Recall* [25] Tabel 2**.** Hasil *Training Models.*

Tabel II
Hasil *Training Models*

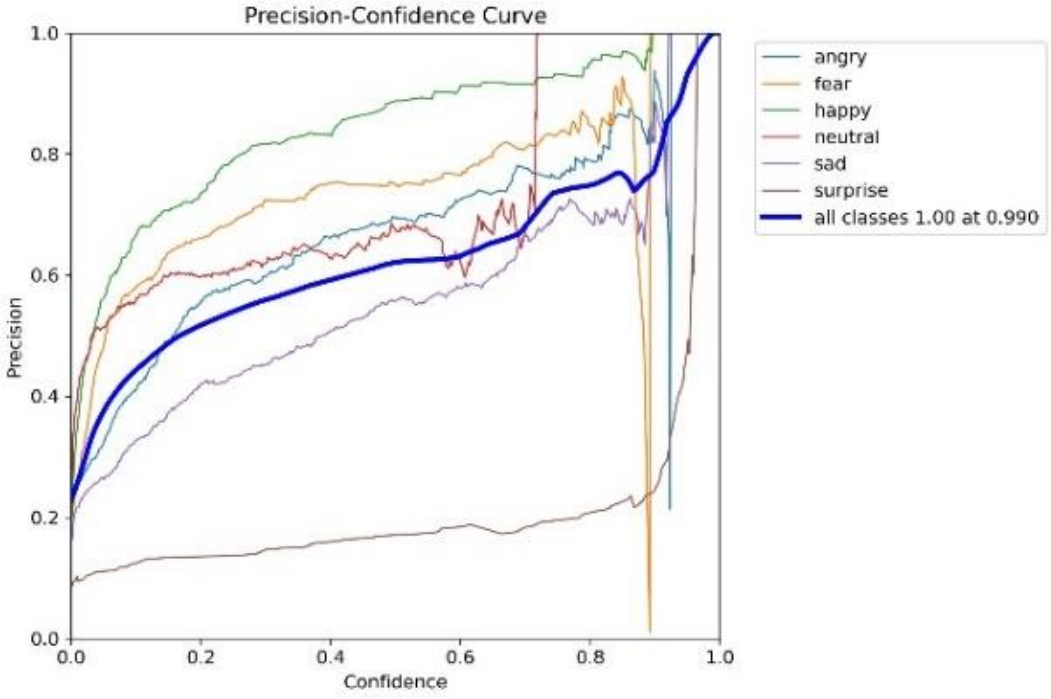
Class Name	Image	Label	P	R	mAP @5
anger	253	75	0.896	0.982	0.242
fear	276	75	0.921	0.920	0.424
happy	212	99	0.963	0.951	0.487
neutral	139	46	0.933	0.948	0.530
normal	78	32	0.977	0.825	0.510
sad	289	66	0.915	0.984	0.609

A Confusion Matrix sering digunakan untuk menilai seberapa baik *Model* klasifikasi bekerja. Ini membandingkan label kelas aktual dengan label kelas yang diharapkan menggunakan gambar tes. *Matrix* kebingungan dapat digunakan untuk menghitung sejumlah metrik kinerja, termasuk *F1 score*, *accuracy*, *precision*, and *recall*.[9]. Bisa dilihat pada Gambar 8. *A Confusion Matrix*



Gambar 8. *A Confusion Matrix*

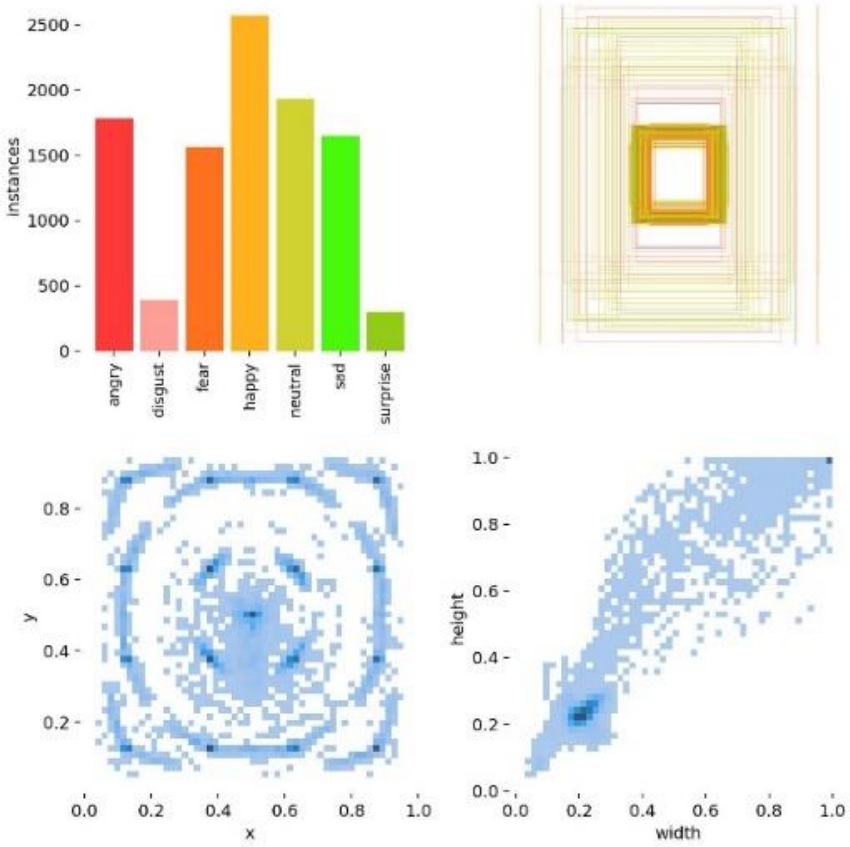
A precision-confidence adalah representasi grafis dari hubungan antara tingkat kepercayaan klasifikator dan keakuratan prediksi klasifikasi. Ini sering digunakan dalam tugas deteksi objek dan klasifikasi untuk memvisualisasikan kompromi antara jumlah prediksi yang benar dan jumlah predaksi yang salah yang dibuat oleh sebuah *Model* pada tingkat keyakinan yang berbeda [9].



Gambar 9. *Precision-Confidence*

Histograms distributions labels menunjukkan bahwa 'happy' merupakan label dengan frekuensi tertinggi, sementara 'angry' dan 'surprise' memiliki frekuensi yang lebih rendah, menunjukkan ketidakseimbangan dalam *Dataset*.

Contour plot menggambarkan distribusi fitur spasial, yang mungkin berkorelasi dengan ukuran atau posisi objek, dengan garis kontur yang rapat mengindikasikan daerah dengan konsentrasi data yang lebih tinggi [25]. *Heatmap* kerapatan menyoroti konsentrasi spasial fitur seperti lokasi *bounding box*, dengan daerah gelap yang menandakan kerapatan tinggi. Analisis ini penting untuk memahami bagaimana distribusi data dapat mempengaruhi pembelajaran dan generalisasi *Model* deteksi objek kami. Bisa dilihat pada Gambar 10**.** *Histograms*.



Gambar 10. *Histograms.*

V. KESIMPULAN

Studi ini telah menginvestigasi penggunaan *YOLOv8* yang dioptimalkan dengan *RoboFlow* untuk deteksi ekspresi *wajah* emosional, menyoroti pentingnya teknologi ini dalam aplikasi praktis. Penelitian ini mengungkapkan bahwa penggunaan pre*processing* dan augmentasi data yang cermat melalui *RoboFlow* meningkatkan kualitas *Dataset* pelatihan, yang secara signifikan memengaruhi efektivitas *Model YOLOv8*. Evaluasi kinerja *Model* mengindikasikan peningkatan akurasi dalam mengenali ekspresi wajah emosional serta efisiensi dalam proses deteksi, memperlihatkan kemajuan yang substansial dibandingkan versi *YOLO* sebelumnya. Analisis distribusi label dalam *Dataset* menggarisbawahi adanya ketidakseimbangan, yang dapat berdampak pada proses pembelajaran *Model* dan memerlukan strategi penyeimbangan untuk optimalisasi lebih lanjut.

Kontur dan heatmap kerapatan menyediakan wawasan mengenai karakteristik spasial data, mendukung pemahaman *tentang* bagaimana distribusi dan kerapatan fitur mempengaruhi performa *Model*. Temuan ini menegaskan pentingnya desain *Dataset* yang seimbang dan teknik pre*processing* yang tepat dalam membangun *Model* deteksi objek yang kuat, dengan implikasi yang luas untuk aplikasi di berbagai sektor, termasuk tetapi tidak terbatas pada psikologi, keamanan, dan HCI.

REFERENSI

[1] A. Yolov8 *et al.*, "Analisa Kemampuan Algoritma YOLOv8 Dalam Deteksi Objek Manusia Dengan Metode Modifikasi Arsitektur," 2023.
[2] S. Sudianto, "Analisis Kinerja Algoritma *Machine Learning* Untuk Klasifikasi Emosi," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 4, no. 2, Sep. 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.2261.
[3] T. B. Putri, S. Saidah, B. Hidayat, F. Qothrunnada, and D. Darwindra, "Deteksi Emosi Berdasarkan Sinyal Suara Manusia Menggunakan Discrete Wavelet Transform (DWT) Dengan Klasifikasi Support Vector Machine (SVM)," *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, Jun. 2023, doi: 10.54082/jiki.45.

[4] E. Tanuwijaya, D. Christian Kartamihardja, T. Leonardo Lianoto Jurnal, and T. Leonardo Lianoto, "DETEKSI EKSPRESI WAJAH MANUSIA MENGGUNAKAN CONVOLUTION NEURAL NETWORK PADA CITRA PEMBELAJARAN DARING," 2021.
[5] L. Susanti, N. K. Daulay, and B. Intan, "Sistem Absensi Mahasiswa Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma YOLOv5," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 10, no. 2, p. 640, Apr. 2023, doi: 10.30865/jurikom.v10i2.6032.
[6] D. P. I. C. S. A. Engineering and F. Cycle, "Investigation regarding the Performance of YOLOv8 in Pedestrian Detection."
[7] I. Munadhif, D. Hasbi Fathoni, dan Mohammad Abu Jamiin, T. Otomasi, and J. Teknik Kimia, "PENGENDALIAN CCTV MENGGUNAKAN YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO)," *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-6 ISAS Publishing Series: Engineering and Science*, vol. 6, no. 1, 2020.
[8] S. J. A. Nugraha and B. Erfianto, "White Blood Cell Detection Using Yolov8 Integration with DETR to Improve Accuracy," *SinkrOn*, vol. 8, no. 3, pp. 1908–1916, Jul. 2023, doi: 10.33395/sinkron.v8i3.12811.
[9] B. Selcuk, "A Comparison of YOLOv5 and YOLOv8 in the Context of Mobile UI Detection."
[10] N. J. Hayati, D. Singasatia, M. R. Muttaqin, T. Informatika, S. Tinggi, and T. Wastukancana, "OBJECT TRACKING MENGGUNAKAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO)v8 UNTUK MENGHITUNG KENDARAAN," *KOMPUTA : Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, vol. 12, no. 2, 2023, [Online]. Available: https://universe.*roboflow*.com/
[11] Q. Lin, G. Ye, J. Wang, and H. Liu, "*RoboFlow*: a Data-centric Workflow Management System for Developing AI-enhanced Robots." [Online]. Available: https://sites.google.com/u.northwestern.edu/*roboflow*
[12] I. Yunianto, A. Kurniawan, and M. Malik Mutoffar, "Comparison of Decision Tree, KNN and Naïve Bayes Methods In Predicting Student Late Graduation In the Informatics Engineering Department, Institute Business XYZ," *Adpebi International Journal of Multidisciplinary Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 374–383, 2022.
[13] M. Malik Mutoffar, P. S. Dey, and D. Das, "Nanointelligence in Functional Food," in *Nanotechnology in Functional Foods*, New Jersey: Scrivener Publishing LLC, 2022, ch. Nanotechno, pp. 329–354. doi: https://doi.org/10.1002/9781119905059.ch13.
[14] R. Nisa Sofia Amriza, D. Supriyadi, P. DI Jl Panjaitan No, K. Purwokerto Selatan, K. Banyumas, and J. Tengah, "Komparasi Metode *Machine Learning* dan Deep Learning untuk Deteksi Emosi pada Text di Sosial Media."
[15] I. Yunianto, T. Haryanto, M. M. Mutoffar, Y. Fadhillah, and N. E. Putria, "Comparison of Stock Price Predictions Using Support Vector Regression and Recurrent Neural Network Methods," in *2023 International Conference on Computer Science, Information Technology and Engineering (ICCoSITE)*, IEEE, 2023, pp. 927–932.
[16] R. Gelar Guntara, "Pemanfaatan Google Colab Untuk Aplikasi Pendeteksian Masker Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLOv7," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 55–60, Feb. 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i1.750.
[17] W. Liu *et al.*, "SSD: Single Shot MultiBox Detector," Dec. 2015, doi: 10.1007/978-3-319-46448-0_2.
[18] C. U. Parab *et al.*, "Comparison of Single-Shot and Two-Shot Deep Neural Network Models for Whitefly Detection in IoT Web Application," *AgriEngineering*, vol. 4, no. 2, pp. 507–522, Jun. 2022, doi: 10.3390/agriengineering4020034.
[19] Vibhuti, N. Jindal, H. Singh, and P. S. Rana, "Face mask detection in COVID-19: a strategic review," *Multimed Tools Appl*, vol. 81, no. 28, pp. 40013–40042, Nov. 2022, doi: 10.1007/s11042-022-12999-6.
[20] E. U. Armin, A. Purnama Edra, F. I. Alifin, I. Sadidan, I. P. Sary, and U. Latifa, "Performa Model YOLOv8 untuk Deteksi Kondisi Mengantuk pada pengendara mobil," vol. 5, no. 1, pp. 67–76.
[21] S. Tamang, B. Sen, A. Pradhan, K. Sharma, and V. K. Singh, "International Journal of INTELLIGENT SYSTEMS AND APPLICATIONS IN ENGINEERING Enhancing COVID-19 Safety: Exploring YOLOv8 Object Detection for Accurate Face Mask Classification." [Online]. Available: www.ijisae.org
[22] D. I. Mulyana and M. A. I. Rowis, "Optimization of Text Mining Detection of Tajweed Reading Laws Using the Yolov8 Method on the Qur'an," *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Agama*, vol. 14, no. 2, pp. 1089–1110, Dec. 2022, doi: 10.37680/qalamuna.v14i2.3866.
[23] H. Ahmad Fauzan *et al.*, "Aplikasi Warning Alert Pendeteksi Kelelahan Ekspresi Wajah Pada Pengemudi Secara *Real-Time* Menggunakan Metode You Only Look Once Berbasis Website."
[24] S. Mushtaq, K. Razzaq Malik, Z. Ahmad, and M. Sajid, "A Deep Learning Based Approach to Enhance Object Edge Detection for Office Surveillance System", doi: 10.56979/601/2023.
[25] A. Agustinus, R. Kurniawan, H. Oktafia, and L. Wijaya, "ALGORITMA DEEP LEARNING", [Online]. Available: http://www.google.com