

Sistem Absensi Guru Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma YOLOv8

Satria Putra Dharma Prayudha¹, Aditya Dwi Putro Wicaksono^{2,*}

¹ Fakultas Informatika, Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak, Universitas Telkom, Purwokerto, Indonesia

² Fakultas Informatika, Program Studi Informatika, Universitas Telkom, Purwokerto, Indonesia

Email: ¹satriaputradharma@student.telkomuniversity.ac.id, ^{2,*}adityaw@telkomuniversity.ac.id

Email Penulis Korespondensi: adityaw@telkomuniversity.ac.id

Submitted 26-03-2025; Accepted 26-04-2025; Published 30-04-2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem absensi guru berbasis website yang memanfaatkan teknologi pengenalan wajah menggunakan algoritma YOLOv8 sebagai solusi atas permasalahan absensi konvensional yang masih menggunakan buku, yang kerap mengalami kesalahan pencatatan, manipulasi data, dan potensi kehilangan informasi. Pengumpulan data dilakukan dengan merekam video singkat dari 24 guru dan staf di SD Negeri 1 Purbalingga Lor dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pandang, yang kemudian dikonversi menjadi dataset gambar melalui platform Roboflow. Dataset tersebut diolah melalui tahap preprocessing meliputi konversi video ke gambar, penyesuaian ukuran, augmentasi, dan pembagian data untuk keperluan pelatihan, validasi, serta pengujian. Model YOLOv8s dipilih karena kemampuannya mendeteksi wajah secara real-time dengan akurasi tinggi, terbukti dari hasil pelatihan yang menunjukkan mAP sebesar 98,6%, Precision 97,8%, dan Recall 98,5%. Integrasi model ke dalam aplikasi berbasis backend Flask memungkinkan proses absensi dilakukan secara otomatis dan real-time, serta pengujian fungsional melalui metode Black Box Testing memastikan bahwa fitur deteksi wajah beroperasi sesuai yang telah dirancang, dengan tingkat akurasi mencapai 93% dalam kondisi pencahayaan optimal. Dengan demikian, penelitian ini berhasil menghadirkan solusi digital inovatif yang tidak hanya meningkatkan efisiensi administrasi kehadiran, tetapi juga mengurangi risiko manipulasi dan kesalahan pencatatan data di lingkungan pendidikan.

Kata Kunci: Pengenalan Wajah; YOLOv8; Presensi; Deep Learning

Abstract

This research aims to design and implement a web-based teacher attendance system that utilizes facial recognition technology through the YOLOv8 algorithm as a solution to the conventional paper-based attendance system, which is prone to recording errors, data manipulation, and potential information loss. Data collection was conducted by recording short videos of 24 teachers and staff at SD Negeri 1 Purbalingga Lor under various lighting conditions and viewpoints, which were then converted into an image dataset using the Roboflow platform. The dataset was processed through several preprocessing stages including video-to-image conversion, image resizing, augmentation, and data splitting for training, validation, and testing purposes. The YOLOv8s model was chosen due to its ability to detect faces in real time with high accuracy, as demonstrated by training results showing an mAP of 98.6%, Precision of 97.8%, and Recall of 98.5%. The integration of the model into a backend Flask-based application enables the attendance process to be carried out automatically and in real time, while functional testing using the Black Box Testing method confirms that the face detection feature operates as designed, achieving an accuracy of 93% under optimal lighting conditions. Consequently, this research successfully presents an innovative digital solution that not only enhances the efficiency of attendance administration but also minimizes the risks of data manipulation and recording errors in educational environments.

Keywords: Facial Recognition; YOLOv8; Attendance; Deep Learning

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi yang berkembang pesat bersama dengan kemajuan bidang *artificial intelligence*, peluang baru telah terbuka dalam pengembangan sistem cerdas, salah satunya adalah sistem pengenalan wajah. Wajah merupakan salah satu bagian dari tubuh yang paling mudah dikenali karena memiliki ciri khas yang unik, sehingga salah satu kegunaannya adalah untuk mengidentifikasi karakteristik paling khas untuk setiap individu [1]. Penerapan sistem pengenalan wajah kini tidak hanya diaplikasikan di bidang keamanan, tetapi juga di bidang pendidikan, khususnya dalam proses absensi. Di lingkungan akademik, penerapan absensi berbasis wajah dapat memaksimalkan waktu yang ada terutama bagi tenaga pendidik dibandingkan dengan metode absensi menggunakan buku absensi[2].

Di SDN 1 Purbalingga Lor, sistem presensi yang digunakan saat ini masih mengandalkan buku presensi. Meskipun penggunaan buku presensi dinilai dapat meningkatkan tanggung jawab dan memungkinkan pengamatan langsung terhadap kehadiran, metode ini memiliki sejumlah kekurangan. Pencatatan kehadiran secara manual sering kali mengalami kesalahan, seperti data yang tidak lengkap atau tidak sesuai, terutama karena guru yang langsung memasuki kelas guna menghindari keterlambatan dalam mengajar. Proses pengecekan presensi yang dilakukan secara manual juga memerlukan waktu dan tenaga ekstra, karena petugas harus berkeliling ke setiap ruangan untuk memverifikasi kehadiran secara individu. Kondisi ini sangat mempengaruhi keakuratan data kehadiran yang menjadi dasar evaluasi kinerja guru dan pengambilan keputusan manajerial di sekolah[3].

Lebih jauh lagi, sistem absensi berbasis buku presensi memiliki potensi besar untuk dimanipulasi. Informasi absensi yang dicatat melalui formulir fisik mudah diubah atau dipalsukan, sehingga menimbulkan kecurangan dan pelanggaran dalam proses presensi [4]. Risiko kehilangan data pun cukup tinggi, baik karena kerusakan fisik pada formulir maupun karena kelalaian dalam penyimpanan. Untuk mengatasi hal tersebut, sebelumnya telah dicoba sistem

presensi digital dengan menggunakan sidik jari. Namun, sistem presensi sidik jari pun tidak sepenuhnya efektif. Selain memerlukan perawatan khusus, alat sidik jari sering kali menghadapi kendala teknis seperti kesulitan membaca sidik jari yang basah atau terluka[5]. Bila terjadi kerusakan, proses perekaman ulang data menjadi wajib, yang berpotensi mengakibatkan hilangnya data historis presensi dan menurunkan akurasi rekaman kehadiran.

Menghadapi berbagai permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem absensi guru berbasis website yang memanfaatkan teknologi pengenalan wajah dengan menggunakan algoritma YOLOv8 (*You Only Look Once version 8*). Algoritma YOLOv8 merupakan penerus dari generasi sebelumnya yang telah terbukti efektif dalam analisis data visual, khususnya dalam proses identifikasi wajah secara *real time* dengan tingkat akurasi yang tinggi[6]. Dengan menggunakan pemanfaatan YOLOv8, diharapkan aplikasi presensi yang dikembangkan tidak hanya mampu mempercepat proses pencatatan kehadiran, tetapi juga mengurangi potensi kesalahan dan manipulasi data yang kerap terjadi pada sistem manual. Hal ini menjadi solusi strategis untuk meningkatkan integritas dan efisiensi dalam pencatatan kehadiran guru.

YOLO (*You Only Look Once*) merupakan algoritma yang dikembangkan oleh Ultralytics[7] untuk mendeteksi dan mengenali berbagai jenis objek dalam gambar secara langsung dalam waktu nyata (*real time*) dengan performa yang baik[8]. YOLO adalah bagian dari *deep learning*, sebuah metode pembelajaran mesin yang menggunakan jaringan saraf tiruan berlapis-lapis untuk mengekstraksi fitur dan melakukan prediksi secara otomatis tanpa perlu pemrograman eksplisit, sehingga memungkinkan algoritma untuk belajar dari data secara mandiri dan meningkatkan akurasi seiring bertambahnya data yang dilatih[9]. Sebagai algoritma *one-stage detection*, YOLO melakukan deteksi objek dalam satu tahapan dengan membagi setiap citra menjadi *grid* berukuran $S \times S$. Setiap *grid* memprediksi *bounding box* dan memberikan *confidence score* yang menyatakan ada tidaknya objek yang ingin dideteksi pada *grid* tersebut [10], [11].

Lebih lanjut, struktur jaringan YOLO terdiri dari dua komponen utama yaitu fitur ekstraksi dan deteksi objek. Pada bagian fitur ekstraksi, YOLO menggunakan arsitektur CNN yang dioptimalkan untuk mengekstraksi fitur penting dari gambar. Sedangkan pada bagian deteksi, YOLO memanfaatkan *anchor boxes* yang telah ditetapkan untuk memprediksi posisi, ukuran, dan label objek. Proses ini dilakukan secara multi-skala, di mana jaringan menghasilkan *output* dari tiga skala berbeda untuk mendeteksi objek kecil, sedang, dan besar secara akurat[12]. Dengan kecepatan dan akurasi yang tinggi, YOLOv8 sangat tepat digunakan dalam sistem absensi yang memerlukan identifikasi wajah secara cepat dan tepat, sehingga setiap guru dapat tercatat kehadirannya tanpa menimbulkan keterlambatan dalam proses administrasi.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan algoritma YOLO dalam penelitian terkait yang sejenis dengan penelitian yang sedang dilakukan. Salah satunya adalah penelitian berjudul “*Perancangan Alat Identifikasi Wajah Dengan Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Presensi Mahasiswa*” [13], yang bertujuan mengatasi masalah efisiensi sistem absensi di perguruan tinggi. Metode yang digunakan adalah YOLO dengan perangkat keras *Raspberry Pi*, *Pi Camera*, dan *touchless button*. Hasilnya menunjukkan rata-rata akurasi sebesar 97,93%, menjadikan proses absensi lebih efektif dan dapat dimonitor secara *real-time* oleh dosen. Sementara itu, penelitian berjudul “*Pembangunan Sistem Monitoring Kehadiran Mahasiswa Menggunakan YOLO Pendeteksi Obyek dan Pengenal Wajah OpenCV*” [14] menggabungkan YOLO dengan *OpenCV* untuk mendeteksi wajah mahasiswa secara *real-time*. Penelitian ini memanfaatkan *Simple Face Recognition library* untuk pengenalan wajah serta mengintegrasikannya melalui *API* berbasis *FastAPI*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi visi komputer merupakan solusi efisien bagi manajemen kehadiran mahasiswa, meskipun masih diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi dan responsivitas sistem.

Penelitian lain berjudul “*Studi literatur review: Alat Identifikasi Wajah untuk Absensi Mahasiswa Dengan Algoritma YOLO pada Platform Android*” [15] memanfaatkan integrasi GPS untuk memastikan lokasi absensi, dengan algoritma YOLO untuk deteksi wajah *real-time* pada perangkat *Android*. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa teknologi tersebut mampu memberikan solusi absensi yang cepat dan akurat, dengan akurasi deteksi wajah mencapai rata-rata 90%. Meskipun demikian, tantangan muncul pada kondisi pencahayaan rendah yang menurunkan akurasi. Sementara itu, penelitian “*YOLO-V8 Peningkatan Algoritma untuk Deteksi Pemakaian Masker Wajah*” [16] berfokus pada deteksi penggunaan masker di lingkungan perusahaan menggunakan algoritma YOLOv8. Hasil penelitian menunjukkan akurasi tinggi hingga 97% untuk kelas *mask*, dengan waktu komputasi rata-rata 17 ms. Penelitian ini membuktikan keefektifan YOLOv8 dalam kondisi *real-time*, meskipun diperlukan perbaikan pada pencahayaan rendah.

Terakhir, penelitian “*Analisis Deteksi Objek Citra Digital Menggunakan Algoritma YOLO dan CNN Dengan Arsitektur REPVGG pada Sistem Pendeteksian dan Pengenalan Ekspresi Wajah*” [17] mengombinasikan algoritma YOLO untuk deteksi wajah dengan *RePVGG* untuk klasifikasi ekspresi. Hasil penelitian menunjukkan tingkat keyakinan 89% untuk deteksi wajah dan 99,3% untuk ekspresi *happy*. Meskipun demikian, penelitian ini menemukan bahwa ekspresi tertentu seperti *disgust* masih sulit terdeteksi secara akurat.

Perbedaan utama penelitian ini terletak pada konteks penerapan dan *platform* sistem yang dikembangkan. Tidak seperti penelitian sebelumnya yang berfokus pada absensi mahasiswa atau perangkat keras khusus, penelitian ini berfokus kepada para guru dan juga staf di sekolah dasar dengan pendekatan berbasis web, yang lebih mudah diakses dan digunakan tanpa kebutuhan perangkat tambahan. Selain itu, integrasi sistem secara lokal untuk meningkatkan keamanan data dan mencegah manipulasi juga menjadi pembeda dari studi sebelumnya. Penelitian ini juga menggunakan *dataset* primer yang dikumpulkan langsung dengan cara merekam wajah dari para guru dan staf sebagai objek utama pelatihan model deteksi, berbeda dari penelitian sebelumnya yang cenderung menggunakan *dataset* umum atau publik dan *dataset* primer masing-masing. Dengan demikian, penelitian ini mengisi celah (*research gap*) dengan menawarkan solusi absensi yang lebih

relevan, praktis, dan aman untuk diterapkan di lingkungan sekolah, serta meningkatkan akurasi sistem melalui penggunaan data yang sesuai dengan konteks implementasi.

Berdasarkan beberapa studi yang telah dibahas, pemanfaatan algoritma YOLO untuk deteksi dan pengenalan wajah terbukti meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem absensi. Namun, mayoritas penelitian tersebut fokus pada aplikasi di lingkungan perguruan tinggi, penggunaan perangkat keras khusus seperti *Raspberry Pi*, atau implementasi pada perangkat *mobile*. Oleh karena itu, masih diperlukan pengembangan sistem absensi yang dirancang khusus untuk lingkungan sekolah dasar atau menengah, terutama bagi guru, dengan memanfaatkan keunggulan YOLOv8 dalam hal kecepatan dan akurasi. Selain itu, tantangan seperti kondisi pencahayaan yang tidak ideal, kebutuhan pemrosesan secara *real-time*, serta integrasi dengan platform berbasis *website* juga harus dilakukan dengan solusi yang tepat. Untuk itu, penelitian ini diarahkan untuk merancang dan membangun sistem absensi guru berbasis *website* dengan memanfaatkan teknologi pengenalan wajah menggunakan YOLOv8, sehingga proses pencatatan kehadiran dapat dilakukan secara otomatis, akurat, dan efisien di lingkungan sekolah.

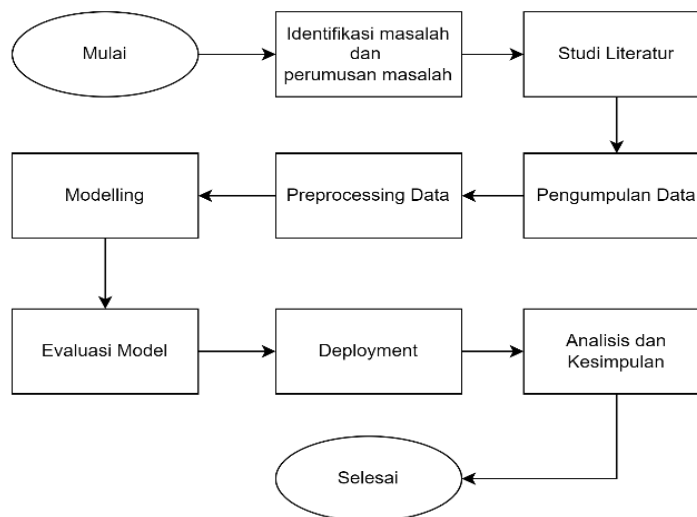
Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi presensi berbasis *website* yang memanfaatkan teknologi pengenalan wajah dengan algoritma YOLOv8. Aplikasi yang dikembangkan diharapkan mampu mengatasi berbagai permasalahan pada sistem presensi saat ini, seperti kesalahan pencatatan dan potensi manipulasi data, serta mengurangi beban kerja petugas dalam proses verifikasi kehadiran. Dengan sistem yang terintegrasi secara digital, data kehadiran dapat tercatat secara otomatis dan *real time*, yang nantinya akan mendukung peningkatan efisiensi dan akurasi administrasi kehadiran di lingkungan sekolah.

Penelitian ini tidak hanya menawarkan solusi teknis terhadap permasalahan absensi yang ada, tetapi juga diharapkan memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang pengolahan citra digital dan *deep learning*. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem presensi serupa di institusi pendidikan lainnya yang masih mengandalkan metode konvensional melalui buku absensi, sekaligus membuka peluang untuk penelitian lanjutan dalam pengoptimalan algoritma YOLOv8 untuk berbagai aplikasi identifikasi objek dan pengenalan pola dalam konteks pendidikan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini, penulis menetapkan dan melaksanakan beberapa tahapan sistematis untuk membangun Sistem Absensi Guru Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma YOLOv8. Tahapan ini dimulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi dan implementasi sistem. Alur keseluruhan proses penelitian digambarkan dalam Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Adapun penjelasan dari setiap tahapan yang ada dalam Gambar 1 tersebut adalah sebagai berikut:

- Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah**
Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang diteliti serta ingin diselesaikan, Identifikasi masalah merupakan tahap awal yang mampu memberikan gambaran mengenai tujuan dan manfaat yang diperoleh dari Penelitian yang dilaksanakan.
- Studi Literatur**
Studi literatur adalah tahap dimana mencari studi terkait sebagai landasan penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur diambil dari berbagai jurnal ilmiah terkait dengan objek ataupun metode yang digunakan, dimana hasil dari studi literatur dapat digunakan sebagai rujukan Penelitian yang dilaksanakan.

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilaksanakan dengan cara mengambil video rekam wajah dari 24 karyawan SDN 1 Purbalingga Lor yang kemudian akan diolah menjadi *dataset* berupa gambar dari *frame* video yang sudah ada dengan total 20 sampai 30 foto dari setiap karyawan dari SD Negeri 1 Purbalingga Lor, perekaman data penelitian dilakukan dalam berbagai posisi dan kondisi. Berikutnya data yang diperoleh nantinya akan digunakan sebagai data latih, validasi, serta pengujian dari model YOLO yang akan dibuat.

d. Preprocessing

Pada tahap ini, akan dilakukan *preprocessing* gambar yang sudah diperoleh sebelumnya, pada tahap ini akan dilakukan beberapa proses menggunakan Roboflow melalui *web browser* dan pada tahap ini akan dilakukan beberapa proses yaitu *Input Video to Images*, *Labelling*, *Data Processing* dan Augmentasi, serta yang terakhir adalah *Split Dataset*.

e. Modelling

Pada tahap yang sudah dilakukan ini setelah proses *preprocessing*, akan dilakukan proses integrasi dan pelatihan dari *dataset* yang dibuat ada dengan model dari YOLOv8. Proses akan dilakukan menggunakan beberapa perintah yang ditulis dalam bahasa pemrograman Python pada Google Colab untuk memproses serta mengintegrasikan data yang sudah diatur ke dalam model YOLOv8. Untuk proses implementasikan akan menggunakan data yang diproses dan diekspor dari Roboflow.

f. Evaluasi Model

Dalam tahap ini dilakukan proses untuk mengukur performa dari beberapa model yang telah dilatih sebelumnya. Evaluasi dari performa modal akan menggunakan beberapa metrik utama, *confusion matrix* digunakan untuk melihat tingkat kesalahan prediksi, *precision* dan *recall* untuk mengukur akurasi prediksi positif dan kemampuan mendeteksi semua kasus positif, mAP (*mean Average Precision*) untuk mengevaluasi kinerja deteksi objek secara keseluruhan. Dari evaluasi yang dilakukan pada model – model yang akan digunakan untuk memilih model yang memiliki hasil terbaik untuk di gunakan dalam aplikasi presensi karyawan SD Negeri 1 Purbalingga Lor.

g. Deployment

Pada tahap ini akan dilakukan *deployment* atau penerapan ke dalam aplikasi presensi dari karyawan SD Negeri 1 Purbalingga Lor, pada tahap ini akan diaplikasikan model yang sudah dilatih ke dalam aplikasi presensi karyawan SD Negeri 1 Purbalingga Lor berbasis *website*.

h. Pengujian Sistem

Pada penelitian ini, metode pengujian yang digunakan adalah *Black Box Testing*. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan sistem presensi berbasis *website* dapat berfungsi sesuai dengan rancangan yang sudah dibuat tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian yang dilakukan meliputi fungsionalitas dari deteksi wajah dan penyimpanan data presensi. Hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi apakah sistem berjalan dengan baik atau tidak.

i. Analisis dan Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan evaluasi dari pelaksanaan menggunakan metode yang telah diterapkan dalam penelitian serta evaluasi dari implementasi yang sudah dilakukan. Setelahnya akan didapatkan kesimpulan yang bernilai positif atau negatif pada tahap pengujian dari aplikasi. Pada bagian akhir dari tahap ini akan dicantumkan saran untuk rekomendasi dari pengembangan model kedepannya agar sistem dapat lebih optimal.

2.2 Metode Penelitian

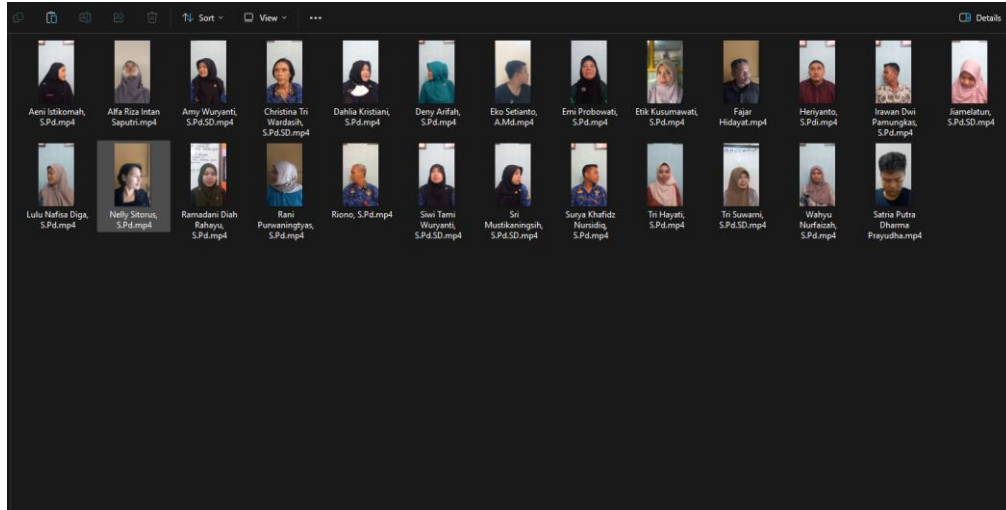
Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif. Dalam penelitian peneliti mendeskripsikan masalah melalui *interview*, observasi, dan analisis pada literatur dengan tujuan untuk menghasilkan sistem yang membantu menyelesaikan masalah yang ada[18].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi/Pengujian

3.1.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara primer dengan cara mengambil video wajah para guru dan staf dari SD Negeri 1 Purbalingga Lor sebagai dasar pembuatan *dataset*. Proses ini dilakukan menggunakan satu perangkat *handphone* untuk memastikan keseragaman dalam pengambilan data. Setiap individu direkam selama 7 hingga 10 detik dengan berbagai arah pandangan—menghadap ke kamera, atas, bawah, kiri, dan kanan—dalam kondisi pencahayaan dan latar belakang yang bervariasi untuk meningkatkan keragaman data. Dari proses ini, diperoleh total 24 kelas yang merepresentasikan masing-masing guru dan staf, serta tambahan 1 kelas untuk peneliti sebagai bagian dari proses pengujian sistem. Hasil dari pengumpulan data terdapat pada Gambar 2 yang menunjukkan hasil akhir akhir dari proses pengumpulan data dalam bentuk *file* video yang telah diklasifikasikan berdasarkan masing-masing kelas.



Gambar 2. Pengumpulan Data

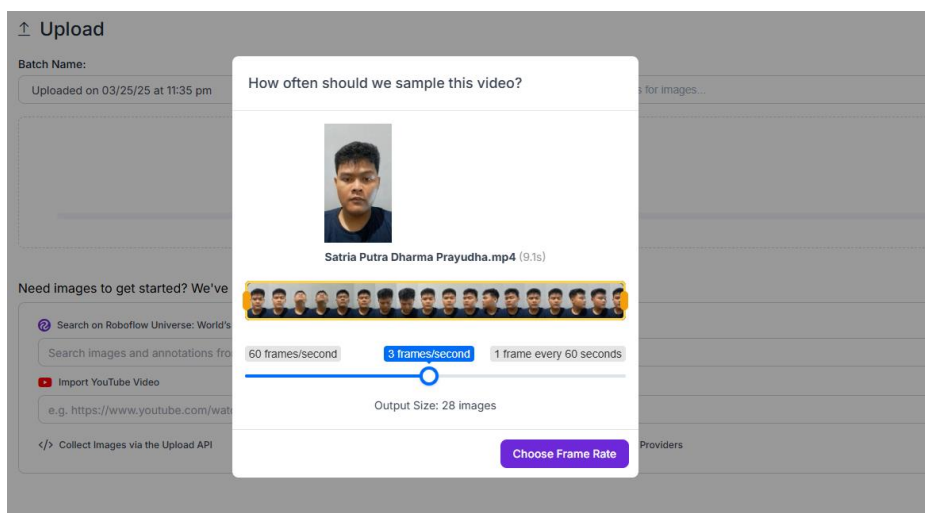
Pada Gambar ditampilkan *file-file* video yang telah dikumpulkan dan dikelompokkan sesuai dengan masing-masing kelas yang mewakili para guru dan staf SD Negeri 1 Purbalingga Lor. Data ini akan digunakan sebagai dasar dalam proses konversi ke dalam format gambar serta pelabelan yang akan dilakukan pada tahap selanjutnya..

3.1.2 PreProcessing

Pada proses ini dilakukan beberapa proses yang dilakukan pada *platform* Roboflow. Roboflow merupakan alat yang digunakan sebagai alat konversi *data* pada *computer vision*. Roboflow memungkinkan untuk pengguna untuk melakukan proses konversi video rekaman wajah menjadi gambar, melakukan *resize*, augmentasi, dan anotasi dataset sehingga siap digunakan untuk pelatihan model YOLOv8[19].

a. Input Video to Images

Konversi video menjadi gambar dilakukan untuk menghasilkan dataset gambar dari video yang telah dikumpulkan. Setiap video menghasilkan sekitar 20 hingga 30 gambar per kelas. Dengan total 25 kelas, diperoleh 636 gambar menggunakan Roboflow. Gambar 3 berikut memperlihatkan proses konversi video menjadi gambar yang siap digunakan untuk pelabelan dan pelatihan model. Pada Gambar 3 yang menampilkan proses konversi video menjadi gambar siap pakai.

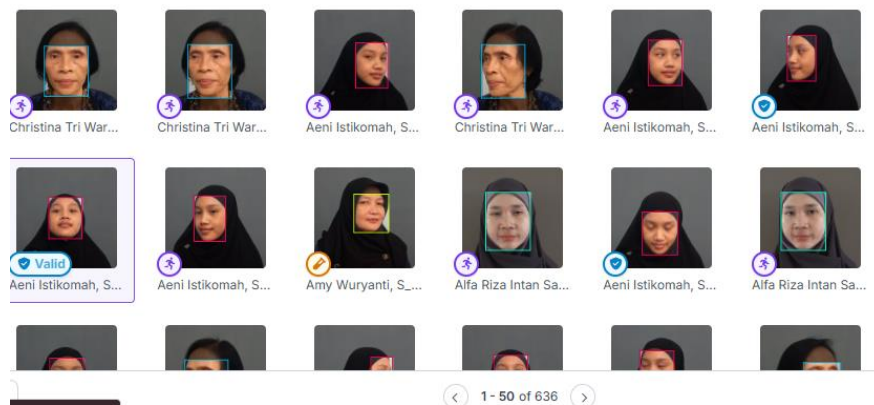


Gambar 3. Konversi Video Menjadi Gambar

Pada Gambar ditunjukkan tampilan dalam *platform* Roboflow saat proses konversi video ke gambar dilakukan, menggunakan *slider* yang ada dapat ditentukan berapa jumlah *frame* gambar dari masing masing data yang ingin dihasilkan dari proses konversi. Setiap gambar hasil konversi akan digunakan sebagai dasar anotasi wajah dan pelatihan model.

b. Labelling

Setelah proses konversi, dilakukan tahap *labelling* atau anotasi wajah dari masing-masing kelas yang sudah ada secara manual, proses ini dilakukan dengan cara menandai setiap wajah menggunakan *bounding box* dan mengaitkannya dengan masing-masing kelas dari *dataset*. Data-data yang sudah dilakukan anotasi dapat dilihat pada Gambar 4

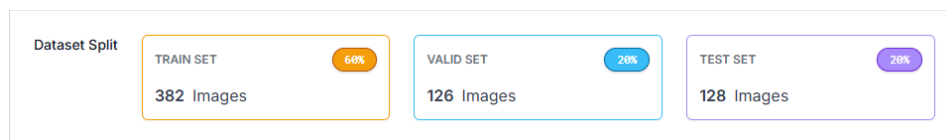


Gambar 4. Labelling

Pada Gambar menampilkan hasil dari gambar-gambar yang sudah dilakukan anotasi secara manual pada platform RoboFlow. Area deteksi ditandai dengan tanda kotak (*bounding box*) dan diberikan label yang sesuai dengan nama kelas dari masing-masing individu.

c. Split Dataset

Pada proses ini dilakukan proses pembagian *dataset* menjadi 3 bagian yaitu *Train Set*, *Valid Set*, dan *Test Set*. Untuk detail pembagian dataset pada platform Roboflow dapat dilihat pada Gambar 5.

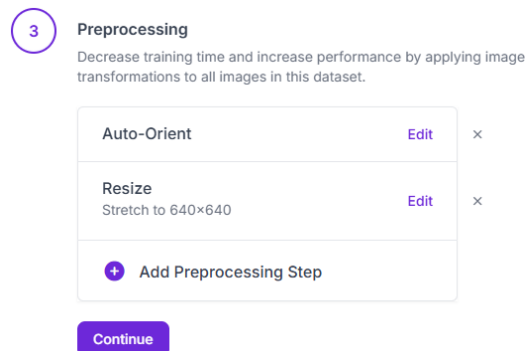


Gambar 5. Split Dataset

Pada gambar merupakan tampilan *dataset* yang sudah di bagi pada platform Roboflow. Hasil pembagian *dataset* menghasilkan *Train Set* sebesar 60%, *Valid Set* sebesar 20%, dan *Test Set* sebesar 20%. *Dataset* yang sudah dibagi menjadi 3 bagian akan digunakan untuk proses selanjutnya.

d. Resize dan Auto Orient

Pada platform Roboflow, proses *resize* dan *auto-orient* dapat dilakukan setelah proses pembagian data. Proses *resize* dan *Auto-orient* ini dilakukan untuk menyeragamkan ukuran agar memiliki konsistensi dari ukuran *input* yang masuk. Ukuran gambar yang sudah ada dirubah menjadi ukuran 640x640. Pemilihan ukuran *resize* juga didasari oleh *default, image size* dari YOLOv5 dan YOLOv8 yang berukuran 640 pixel[20], proses *resize* dan *auto-orient* terhadap *dataset* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 6.

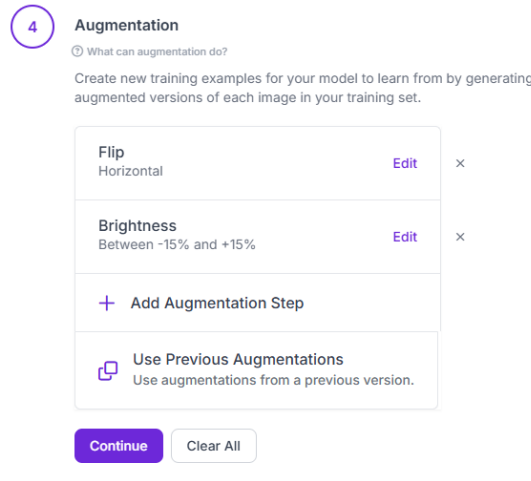


Gambar 6. Resize dan Auto Orient

Pada gambar ditunjukkan menu *Preprocessing* pada platform RoboFlow, pada menu tersebut di tentukan proses yang dilakukan yaitu *resize* dan *auto-orient*. Proses ini dilakukan untuk menyeragamkan bentuk *dataset* yang akan digunakan dalam proses lanjutan untuk mengurangi waktu dan meningkatkan performa pelatihan *dataset*.

e. Augmentasi

Dalam proses augmentasi ini dilakukan penambahan dataset *train* yaitu dengan cara melakukan *flip* secara *horizontal* dan pencahayaan antara -15% dan 15%. *Flip* dilakukan karena menyesuaikan kamera *webcam* pada komputer yang biasanya dalam mode *mirror* atau di pantulkan secara horizontal. Dan pencahayaan dilakukan untuk menambah variasi pencahayaan pada *dataset*, proses augmentasi yang dilakukan terdapat pada Gambar 7



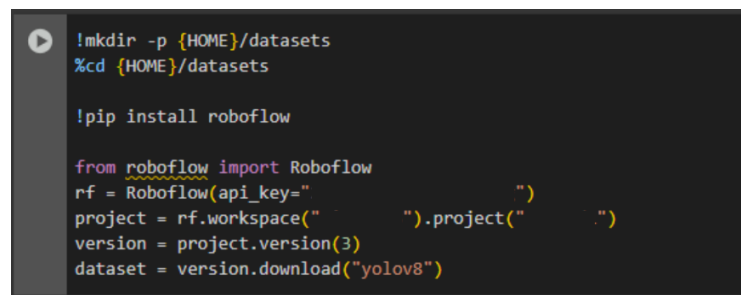
Gambar 7. *Augmentasi Dataset*

Gambar ini menunjukkan tampilan menu augmentasi pada platform Roboflow yang digunakan dalam proses ini. Pada menu ditentukan opsi augmentasi yang digunakan adalah *horizontal flip* dan *brightness adjustment* dengan rentang variasi -15% hingga +15%. Augmentasi digunakan untuk menciptakan *dataset* yang lebih beragam dan sesuai dengan kondisi nyata saat implementasi ke dalam sistem.

3.1.4 Modelling

Pemodelan dilakukan menggunakan YOLOv8, dan pada pemodelan ini digunakan varian YOLOv8s, yaitu salah satu model yang cukup ringan dari YOLOv8 dimana model ini memiliki keunggulan dalam efisiensi komputasi namun tetap memberikan akurasi deteksi yang baik.

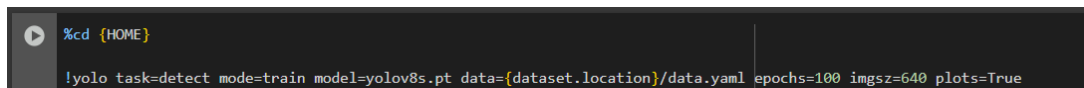
Proses pemodelan dimulai dengan menyiapkan lingkungan kerja di Google Colab yaitu menggunakan *notebook* pada Google Colab yang sudah disediakan secara langsung oleh Ultralytics, untuk nantinya dilakukan proses pelatihan. *Dataset* diekspor dari Roboflow ke Google Colab dengan menggunakan skrip seperti yang ada pada Gambar 8.



Gambar 8. *Format Export YOLOv8 RoboFlow*

Pada Gambar diatas menunjukkan tampilan skrip yang digunakan untuk menginstal RoboFlow ke dalam Google Colab, dilakukan juga proses *import workspace* yang sudah dibuat sebelumnya di RoboFlow ke dalam direktori proyek di Google Colab sesuai dengan format yang sudah ditentukan.

Setelah *dataset* berhasil diimpor, pemodelan dilanjutkan dengan menentukan model pelatihan YOLOv8s, proses penentuan model yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 9..



Gambar 9. *Format Modelling YOLOv8*

Pada gambar diatas terdapat parameter yang telah disesuaikan, seperti jumlah *epoch* (100) dan ukuran gambar (640x640 piksel). Model yang sudah diatur ini nantinya akan digunakan untuk proses pelatihan selanjutnya menggunakan model YOLOv8s

3.1.5 Training

Setelah pemodelan selesai, proses selanjutnya dilakukan pelatihan model (*training*). Pelatihan dilakukan dengan model yang sudah diatur sebelumnya yaitu menggunakan YOLOv8s dengan *epoch* sebesar 100 dengan ukuran gambar sebesar 640 piksel dengan proses yang dilakukan didalam *notebook* pada Google Colab. Proses pelatihan dapat dilihat pada gambar 10.

```
100 epochs completed in 0.466 hours.
Optimizer stripped from runs/detect/train/weights/last.pt, 22.5MB
Optimizer stripped from runs/detect/train/weights/best.pt, 22.5MB

Validating runs/detect/train/weights/best.pt...
Ultralytics YOLOv8.2.103 Python-3.11.11 torch-2.6.0+cu124 CUDA:0 (Tesla T4, 15095MiB)
Model summary (fused): 168 layers, 11,135,259 parameters, 0 gradients, 28.5 GFLOPs
```

	Class	Images	Instances	Box(P)	R	mAP50	mAP50-95	100% 4/4 [00:03<00:00, 1.33it/s]
	all	126	126	0.978	0.985	0.986	0.858	
	Aeni Istikomah SPd	4	4	1	1	0.995	0.995	
	Alfa Riza Intan Saputri	7	7	1	1	0.995	0.837	
	Amy Wuryanti SPdSD	4	4	1	1	0.995	0.784	
	Christina Tri Wardasih SPd.SD		5	5	1	1	0.995	0.975
	Dahlia Kristiani SPd	1	1	0.931	1	0.995	0.995	
	Deny Arifah SPd	3	3	0.971	1	0.995	0.821	
	Eko Setianto AMD	7	7	0.991	1	0.995	0.611	
	Emi Probowati S.Pd	7	7	1	1	0.995	0.957	
	Etik Kusumawati SPd	4	4	0.972	1	0.995	0.904	
	Fajar Hidayat	3	3	1	1	0.995	0.895	
	Heriyanto SPdi	4	4	1	1	0.995	0.922	
	Irawan Dwi Pamungkas SPd	6	6	0.982	1	0.995	0.909	
	Jiamelaton SPd.SD	4	4	1	1	0.995	0.871	
	Lulu Nafisa Diga SPd	7	7	1	1	0.995	0.848	
	Nelly Sitorus SPd	4	4	1	1	0.995	0.911	
	Ramadani Diah Rahayu SPd	5	5	1	1	0.995	0.868	
	Rani Purwaningtyas SPd	4	4	0.711	0.632	0.761	0.517	
	Riono SPd	6	6	1	1	0.995	0.801	
	Satria Putra Dharma Prayudha		5	5	1	1	0.995	0.83
	Siwi Tami Wuryanti SPd.SD	7	7	0.985	1	0.995	0.926	
	Sri Mustikaningsih SPd.SD	6	6	0.982	1	0.995	0.849	
	Surya Khafidz Nursidiq SPd	7	7	0.986	1	0.995	0.852	
	Tri Hayati SPd	10	10	0.989	1	0.995	0.85	
	Tri Suwarni SPd.SD	3	3	0.976	1	0.995	0.849	
	Wahyu Nurfaizah SPd	3	3	0.968	1	0.995	0.867	

Gambar 10. Training Model YOLOv8

Pada gambar ditunjukkan proses pelatihan model pada Google Colab yang menunjukkan nilai-nilai akurasi yang ada setelah dilakukannya validasi terhadap 126 gambar dari 25 kelas yang ada, termasuk grafik metrik seperti akurasi, loss, dan performa validasi yang diperoleh selama pelatihan berlangsung.

3.1.6 Evaluasi

Setelah dilakukannya proses pelatihan model dengan total 1018 gambar, dilakukan *export* ke dalam Roboflow untuk dilakukan evaluasi. Proses pelatihan yang dilakukan dengan membagi *Train Set* sebesar 75%, *Valid Set* sebesar 12%, *Test Set* sebesar 13%, didapatkan hasil seperti pada Gambar 11



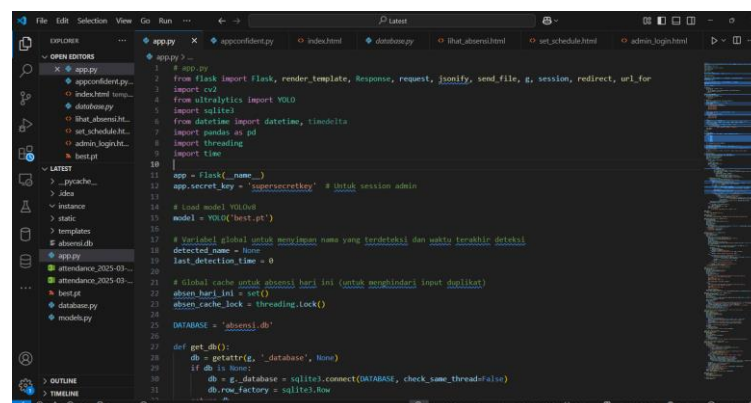
Gambar 11. Nilai mAP, Precision, dan Recall

Dalam gambar diatas setelah adanya proses pelatihan model dan *export* hasil pelatihan ke dalam platform Roboflow, didapatkan akurasi *mAP* 98.6%, *Precision* 97.8%, dan *Recall* 98.5%. Dengan hasil yang sudah diperoleh, maka dapat diketahui bahwa model yang sudah dibuat dan dilatih memiliki akurasi yang sangat baik.

3.1.7 Deployment

Dari proses pelatihan model menggunakan YOLOv8s selesai, didapatkan dua *file* model yang dihasilkan yaitu *best.pt* dan *last.pt*. Dalam proses *deployment* *file best.pt* digunakan karena memiliki performa terbaik selama pelatihan berdasarkan metrik evaluasi, seperti *mAP* 98.6%, *Precision* 97.8%, dan *Recall* 98.5%.

Proses deployment dilakukan dengan mengintegrasikan *file best.pt* ke dalam aplikasi berbasis *website* yang telah dikembangkan. Proses integrasi ini dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Deployment Model ke Dalam Aplikasi

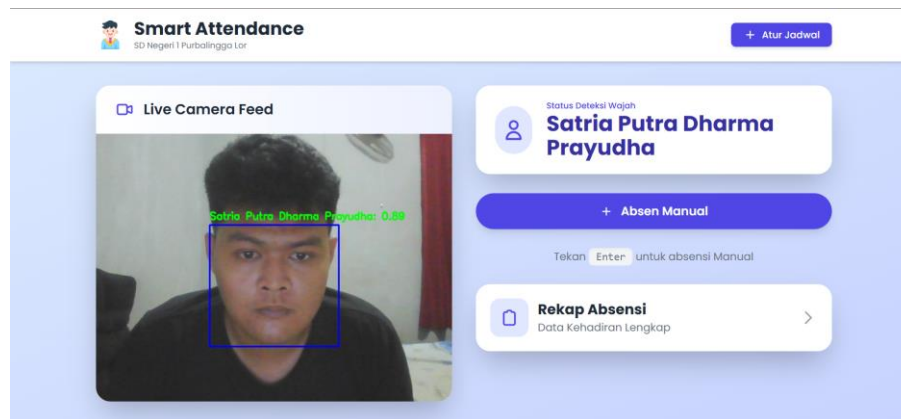
Gambar menampilkan implementasi model ke dalam sistem aplikasi. *File best.pt* dimuat menggunakan fungsi *load* dari *file best.py*, yang kemudian dihubungkan ke dalam *app.py* sebagai bagian dari *backend* sistem. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dan framework Flask, sehingga memungkinkan integrasi model YOLOv8s yang telah dilatih secara efisien. Model yang telah implemetasikan ini akan digunakan untuk mendeteksi wajah secara *real-time* melalui *input* kamera pada antarmuka pengguna aplikasi.

3.1.8 Pengujian Sistem

Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan dengan cara pengujian sistem karena proses implementasi ke dalam program yang sudah dibuat sebelumnya dan dilakukan pengujian menggunakan metode Black Box Testing. Metode Black Box Testing merupakan teknik pengujian yang mengevaluasi hasil eksekusi suatu aplikasi berdasarkan masukan yang diberikan, guna memastikan bahwa setiap fungsi berjalan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Pendekatan ini terfokus pada antarmuka pengguna, fungsionalitas aplikasi, dan kesesuaian alur kerja dengan kebutuhan pengguna, tanpa melibatkan pemeriksaan terhadap kode sumber program[21].

Pengujian menggunakan Black Box Testing:

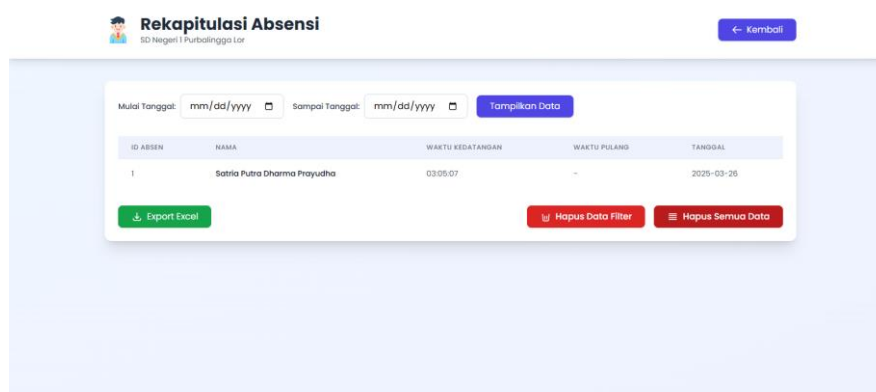
1. **Fungsionalitas Deteksi Wajah:** Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi apakah sistem mampu mendeteksi wajah secara *real-time* melalui *input* dari *webcam* pada antarmuka aplikasi. Wajah yang terekam harus berhasil diidentifikasi dan memunculkan label sesuai dengan data pelatihan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi wajah dengan akurasi mencapai 93% pada kondisi pencahayaan yang memadai, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengujian Fungsi Deteksi Wajah

Gambar diatas menampilkan proses deteksi wajah pada aplikasi saat diuji. Proses pengujian dilakukan dengan cara mendeteksi peneliti, didapatkan bahwa sistem berhasil mengenali wajah dan memberikan label secara akurat terhadap individu sesuai dengan data yang telah dilatih.

2. **Penyimpanan Data Presensi:** Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat mencatat data kehadiran secara otomatis dan *real-time* ke dalam *database*. Gambar 14 memperlihatkan hasil pengujian yang menunjukkan bahwa proses pencatatan kehadiran berjalan dengan baik, dan data dapat diolah sesuai kebutuhan pengguna.



Gambar 14. Pengujian Penyimpanan Data Presensi

Gambar diatas menunjukkan hasil pengujian fitur penyimpanan presensi. Sistem berhasil mencatat data kehadiran secara otomatis, termasuk ID, nama, waktu kedatangan, dan tanggal. Terdapat fitur filter tanggal, ekspor ke Excel, serta tombol untuk menghapus data. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem telah berfungsi sesuai dengan kebutuhan pencatatan absensi secara *real-time*.

3.2 Pembahasan

Dalam hasil pengujian model selama proses pelatihan menunjukkan performa yang sangat baik. Model YOLOv8s yang digunakan berhasil mencapai nilai *mAP* sebesar 98.6%, *precision* 97.8%, dan *recall* 98.5% setelah dilakukan validasi terhadap 126 gambar dari 25 kelas dalam *dataset*. Angka-angka tersebut menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan deteksi yang akurat dan konsisten dalam mengenali objek yang telah dilatih, sehingga dapat meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan.

Setelahnya, dalam pengujian sistem menggunakan metode Black Box Testing menunjukkan bahwa sistem absensi guru berbasis *website* di SD Negeri Galor 1 Purbalingga yang menggunakan algoritma YOLOv8 yaitu model YOLOv8s dapat berfungsi dengan baik. Sistem yang telah dirancang mampu mendeteksi wajah secara *real-time* dengan akurasi tertinggi mencapai 93% dalam kondisi pencahayaan yang optimal. Hasil ini menunjukkan keberhasilan sistem dalam mendeteksi wajah dengan akurasi yang tinggi, meskipun pencahayaan yang kurang ideal tetap menjadi faktor penurunan akurasi deteksi.

Pada pengujian sistem lainnya yaitu pada sisi penyimpanan, sistem berhasil mencatat data kehadiran secara otomatis dan *real-time* ke dalam basis data. Hal ini sangat membantu dalam mengurangi kesalahan yang sering terjadi pada pencatatan manual serta meminimalkan potensi manipulasi data. Fitur tambahan seperti filter tanggal dan ekspor ke Excel juga memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan data.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan telah memenuhi tujuan utama yaitu meningkatkan efisiensi dan keakuratan pencatatan kehadiran guru. Dengan melakukan penyesuaian lebih lanjut terhadap parameter model dan peningkatan teknik augmentasi data, performa sistem ini masih bisa dioptimalkan. Implementasi sistem absensi berbasis pengenalan wajah ini menunjukkan potensi besar untuk mendukung proses administrasi kehadiran yang lebih modern, terintegrasi, dan dapat diandalkan di masa mendatang.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan sistem absensi guru berbasis *website* dengan memanfaatkan teknologi pengenalan wajah menggunakan algoritma YOLOv8 telah berhasil mengatasi sejumlah permasalahan yang terdapat pada metode absensi konvensional yaitu buku absensi. Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem yang mampu mendeteksi wajah secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang tinggi, yaitu mencapai 93% dalam kondisi pencahayaan optimal. Sistem yang dikembangkan tidak hanya mampu melakukan pendeteksian wajah secara cepat dan tepat, tetapi juga secara otomatis mencatat kehadiran guru ke dalam *database* sehingga mengurangi potensi kesalahan pencatatan dan manipulasi data yang sering terjadi pada sistem manual. Melalui serangkaian tahapan mulai dari pengumpulan data, preprocessing dengan bantuan platform Roboflow, pelatihan model menggunakan YOLOv8s, hingga tahap *deployment* dan pengujian dengan metode *Black Box Testing*, sistem ini telah menunjukkan performa yang konsisten dan dapat diandalkan. Meskipun demikian, penelitian ini juga mengidentifikasi adanya beberapa keterbatasan, seperti penurunan akurasi pendeteksian pada kondisi pencahayaan yang kurang ideal serta tantangan dalam pengaturan parameter model yang optimal. Hal ini memberikan gambaran bahwa dengan penyesuaian dan perbaikan, khususnya dalam hal augmentasi data dan optimasi parameter, kinerja sistem ini dapat ditingkatkan lebih lanjut. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan teknologi pengenalan wajah melalui algoritma YOLOv8 merupakan solusi strategis untuk meningkatkan efisiensi dan keakuratan proses administrasi kehadiran di lingkungan sekolah. Temuan ini diharapkan dapat dijadikan dasar bagi pengembangan sistem absensi serupa di institusi pendidikan lain, sekaligus membuka peluang penelitian lanjutan dalam pengoptimalan algoritma pengenalan wajah untuk aplikasi-aplikasi pendukung manajemen pendidikan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan penuh rasa syukur, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian jurnal ini. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Universitas Telkom atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian dan penulisan. Kami juga berterima kasih kepada para Mitra yang sudah membantu dalam proses pengambilan data lapangan.

REFERENCES

- [1] A. A. P. Sakri *et al.*, "Penerapan Sistem Deteksi Wajah dan Suhu Tubuh untuk Presensi Berbasis IoT di SMA Al Kenzie Bandung," *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, vol. 5, no. 1, pp. 1363–1371, Mar. 2024, doi: 10.55338/jpkmn.v5i1.2667.
- [2] J. Deni, "Perancangan Aplikasi Deteksi Wajah Untuk Kehadiran Menggunakan Computer Vision (CV)." Accessed: Apr. 01, 2024. [Online]. Available: <https://repository.itelkom-pwt.ac.id/9543/>
- [3] T. A. Pertiwi *et al.*, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Informasi Absensi Berbasis Web Menggunakan Metode Agile Software Development," *Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2023, Accessed: Apr. 15, 2024. [Online]. Available: <https://journal.al-matani.com/index.php/jtisi/article/view/325>

- [4] S. Mayunita and S. H. Jumaah, "Efektifitas Sistem Absensi Finger Print dalam Meningkatkan Kedisiplinan Pegawai Negeri Sipil Pada Kantor Sekretariat DPRD Buton," *Jurnal Penelitian Ilmu Sosial dan Eksakta*, vol. 1, no. 2, pp. 98–107, Mar. 2022, doi: 10.47134/trilogi.v1i2.19.
- [5] "PERANCANGAN ABSENSI BERBASIS FACE RECOGNITION PADA DESA SOKARAJA LOR MENGGUNAKAN PLATFORM ANDROID | JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)," Mar. 2021, Accessed: Apr. 14, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.mdp.ac.id/index.php/jatisi/article/view/629>
- [6] A. Gallu, A. Himamunanto, and H. Budiati, "Pengenalan Emosi pada Citra wajah menggunakan Metode YOLO," *Kesatria : Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer dan Manajemen)*, vol. 5, no. 3, Art. no. 3, Jul. 2024, doi: 10.30645/kesatria.v5i3.444.
- [7] M. A. Taufiqurrochman and H. Februriyanti, "Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Alat Pelindung Diri (APD) untuk Pekerja Proyek dengan Menggunakan Algoritma Yolov5," *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 8, no. 2, Art. no. 2, Apr. 2024, doi: 10.35870/jtik.v8i2.1960.
- [8] D. I. Mulyana and Sahrani, "Optimasi Penerapan Algoritma Yolo dan Data Augmentasi dalam Klasifikasi Pakaian Tradisional Kebaya," *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 8, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2024, doi: 10.35870/jtik.v8i1.1446.
- [9] P. Hidayatullah, *Buku Sakti Deep Learning Computer Vision Menggunakan YOLO untuk Pemula*. Stunning Vision AI Academy, 2023. Accessed: Mar. 25, 2025. [Online]. Available: <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/home/catalog/id/185855/slug/buku-sakti-deep-learning-computer-vision-menggunakan-yolo-untuk-pemula.html>
- [10] R. F. Putra and D. I. Mulyana, "Optimasi Deteksi Objek Dengan Segmentasi dan Data Augmentasi Pada Hewan Siput Beracun Menggunakan Algoritma You Only Look Once (YOLO)," *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 8, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2024, doi: 10.35870/jtik.v8i1.1391.
- [11] D. Aldiani, G. Dwilestari, H. Susana, R. Hamonangan, and D. Pratama, "Implementasi Algoritma CNN dalam Sistem Absensi Berbasis Pengenalan Wajah," *Jurnal Informatika Polinema*, vol. 10, no. 2, Art. no. 2, Feb. 2024, doi: 10.33795/jip.v10i2.4852.
- [12] D. E. S. M. Pahlevi, *Kecerdasan Buatan dengan Deep Computer Vision*. Elex Media Komputindo, 2024.
- [13] I. Salamah, M. R. A. Said, and S. Soim, "Perancangan Alat Identifikasi Wajah Dengan Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Presensi Mahasiswa," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 6, no. 3, Art. no. 3, Jul. 2022, doi: 10.30865/mib.v6i3.4399.
- [14] A. Fu'adi, "Pembangunan Sistem Monitoring Kehadiran Mahasiswa Menggunakan Yolo Pendeteksi Obyek dan Pengenal Wajah Opencv | Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia," May 2024, Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.stmikasia.ac.id/index.php/jitika/article/view/999>
- [15] A. Valentino, A. R. S.n, F. Wijoyo, I. J. Lestari, T. P. Andari, and P. Rosyani, "Studi literatur review: Alat Identifikasi Wajah untuk Absensi Mahasiswa Dengan Algoritma YOLO pada Platform Android," *LOGIC : Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Feb. 2023, Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic/article/view/1597>
- [16] Y. Yanto, F. Aziz, and I. Irmawati, "YOLO-V8 PENINGKATAN ALGORITMA UNTUK DETEKSI PEMAKAIAN MASKER WAJAH," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 3, Art. no. 3, Oct. 2023, doi: 10.36040/jati.v7i3.7047.
- [17] A. P. Saputri, A. Taqwa, and S. Soim, "Analisis Deteksi Objek Citra Digital Menggunakan Algoritma Yolo dan CNN Dengan Arsitektur REPVGG pada Sistem Pendeteksian dan Pengenalan Ekspresi Wajah," *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 7, no. 9, pp. 13068–13080, 2022, doi: 10.36418/syntax-literate.v7i9.9393.
- [18] E. Ardyan et al., *METODE PENELITIAN KUALITATIF DAN KUANTITATIF : Pendekatan Metode Kualitatif dan Kuantitatif di Berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [19] A. H. A. Ash'shobir, K. G. P. Harli, A. P. P. Rudi, I. G. S. Putro, and O. D. P. Cahyono, "Sistem Deteksi Kualitas Cabai Rawit Menggunakan Metode YOLO: You Only Look Once," *Modem : Jurnal Informatika dan Sains Teknologi*, vol. 3, no. 1, pp. 114–132, Jan. 2025, doi: 10.62951/modem.v3i1.363.
- [20] G. V. Agustin, M. Ayub, and S. L. Liliawati, "Deteksi dan Klasifikasi Tingkat Keparahan Jerawat: Perbandingan Metode You Only Look Once," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 10, no. 3, Art. no. 3, Dec. 2024, doi: 10.28932/jutisi.v10i3.9414.
- [21] "Pengujian Aplikasi Sistem Informasi Akademik menggunakan Metode Blackbox dengan Teknik Boundary Value Analysis | Journal Automation Computer Information System." Accessed: Mar. 26, 2025. [Online]. Available: <https://jacis.pubmedia.id/index.php/jacis/article/view/78>