

**ANALISIS KOMPARATIF RETINAFACE dan YOLOv8-FACE  
TERHADAP KINERJA KLASIFIKASI EKSPRESI WAJAH**



**Oleh:  
Murdifin**

**NIM: 23206052007**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
PROGRAM MAGISTER FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**2026**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Murdifin  
Nim : 23206052007  
Jenjang : Magister  
Program Studi : Informatika

menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya.

Yogyakarta, 7 Februari 2026

Saya yang menyatakan,



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

Nim: 23206052007

# PENGESAHAN TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-756/Un.02/DST/PP.00.9/05/2026

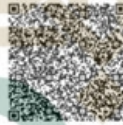
Tugas Akhir dengan judul : ANALISIS KOMPARATIF RETINAFACE dan YOLOv8-FACE TERHADAP KINERJA KLASIFIKASI EKSPRESI WAJAH

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MURDIFIN, S.Kom.  
Nomor Induk Mahasiswa : 23206052007  
Telah diujikan pada : Jumat, 27 Februari 2026  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

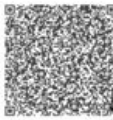
### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Ir. Maria Ulfah Siregar, S.Kom., MIT., Ph.D.  
SIGNED

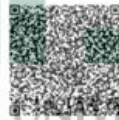
Valid ID: 69cb21e93465b



Penguji I

Prof. Dr. Ir. Shofwatul Uyun, S.T., M.Kom.,  
IPM., ASEAN Eng.  
SIGNED

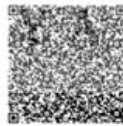
Valid ID: 69e8f8bc231514c



Penguji II

Siti Mutmainah, S.Kom., M.Cs., Ph.D  
SIGNED

Valid ID: 69f075d74c1a3



Yogyakarta, 27 Februari 2026  
UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 69f0f07aac6528

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Murdifi  
Nim : 23206052007  
Jenjang : Magister  
Program Studi : Informatika

menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan benar-benar bebas dari plagiasi. Jika di kemudian hari terbukti melakukan plagiasi, maka saya siap ditindak sesuai ketentuan hukum yang berlaku

Yogyakarta, 7 Februari 2026  
Saya yang menyatakan,



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA  
Murdifi  
Nim: 23206052007

## SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Tugas Akhir

Lam : -

Kepada :

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

Assalamualaikum wr.wb. Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengkoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka saya selaku pembimbing berpendapat bahwa tesis saudara:

Nama : Murdifin


NIM : 23206052007

Judul Tesis : Analisis Komparatif Retinaface dan Yolov8-Face  
Terhadap Kinerja Klasifikasi Ekspresi Wajah

Sudah dapat diajukan kepada program studi Magister Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Informatika. Dengan ini saya mengharap agar tugas akhir tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya saya ucapkan terimakasih.

Yogyakarta, 7 Februari 2026

Pembimbing

  
Maria Ulfah Siregar, S.Kom. MIT., Ph.D.  
Nim: 19780106 200212 2 001

## ABSTRAK

Deteksi wajah merupakan tahap kritis dalam sistem Facial Expression Recognition (FER) yang mempengaruhi akurasi klasifikasi ekspresi. Penelitian ini menganalisis pengaruh dua algoritma deteksi wajah satu tahap, RetinaFace dan YOLOv8-Face, terhadap kinerja klasifikasi ekspresi wajah menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan metode komparatif. Dataset terdiri dari 15.000 citra wajah dengan tiga kategori ekspresi, yaitu marah, sedih, dan senang. Evaluasi deteksi dilakukan menggunakan metrik Precision, Recall, F1-Score, mAP@0.5, dan inference time. Hasil deteksi selanjutnya digunakan untuk melatih model MobileNetV2 dan EfficientNetB0 dengan pendekatan transfer learning, yang kemudian dievaluasi menggunakan metrik Precision, Recall, F1-Score, Accuracy, Loss, dan Expected Calibration Error (ECE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa YOLOv8-Face unggul pada tahap deteksi dengan Precision sebesar 0,9449, Recall 0,9220, F1-Score 0,9333, mAP@0.5 sebesar 0,8754, serta inference time 1,27 detik, yang lebih baik dibandingkan RetinaFace. Namun, pada tahap klasifikasi ekspresi, sistem berbasis RetinaFace menunjukkan performa yang lebih optimal. RetinaFace-MobileNetV2 mencapai akurasi 0,98 dengan loss 0,35 dan ECE 0,003, sedangkan RetinaFace-EfficientNetB0 mencapai akurasi 0,99 dengan loss 0,36 dan ECE 0,005. Sistem berbasis YOLOv8-Face menghasilkan akurasi 0,98 dengan loss sebesar 0,40 pada MobileNetV2 dan 0,41 pada EfficientNetB0, serta ECE sebesar 0,006 pada kedua model. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun YOLOv8-Face lebih unggul dalam aspek efisiensi dan kinerja deteksi, RetinaFace mampu menghasilkan area wajah yang lebih representatif untuk proses ekstraksi fitur, sehingga memberikan dampak positif terhadap akurasi, stabilitas pelatihan, dan kalibrasi prediksi pada tahap klasifikasi. Dengan demikian, kombinasi RetinaFace-MobileNetV2 menjadi konfigurasi yang paling optimal dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemilihan metode deteksi wajah yang tepat pada sistem FER dengan mempertimbangkan keseimbangan antara efisiensi komputasi dan performa klasifikasi.

**Kata kunci:** Deteksi Wajah, Klasifikasi Ekspresi Wajah, RetinaFace, YOLOv8-Face, MobileNetV2, EfficientNetB0, *Deep Learning*, *Facial Expression Recognition*

## ABSTRACT

Face detection is a critical stage in Facial Expression Recognition (FER) systems affecting classification accuracy. This study analyzes the impact of two single-stage face detection algorithms, RetinaFace and YOLOv8-Face, on facial expression classification performance using quantitative experimental approach with comparative method. The dataset consists of 15,000 facial images with three expression categories (angry, sad, happy). Detection evaluation uses Precision, Recall, F1-Score,  $mAP@0.5$ , and inference time metrics. Detection results train MobileNetV2 and EfficientNetB0 models through transfer learning, evaluated using Precision, Recall, F1-Score, Accuracy, Loss, and Expected Calibration Error (ECE). Results show YOLOv8-Face excels in detection with Precision 0.9449, Recall 0.9220, F1-Score 0.9333,  $mAP@0.5$  of 0.8754, and inference time 1.27 seconds, outperforming RetinaFace (Precision 0.9306, Recall 0.8871, F1-Score 0.9083,  $mAP@0.5$  of 0.8297, inference time 6.77 seconds). However, in expression classification, RetinaFace-based systems demonstrate superior performance. RetinaFace-MobileNetV2 achieves 0.98 accuracy with 0.35 loss and 0.003 ECE, while RetinaFace-EfficientNetB0 achieves 0.99 accuracy with 0.36 loss and 0.005 ECE. YOLOv8-Face-based systems yield 0.98 accuracy with 0.40 loss on MobileNetV2 and 0.41 loss on EfficientNetB0 and 0.006 ECE on both models. The study concludes that YOLOv8-Face is more efficient in detection speed and coverage, but RetinaFace produces more precise facial regions, positively impacting accuracy, training stability, and prediction calibration in expression classification. RetinaFace-MobileNetV2 combination proves most reliable with optimal balance between accuracy, loss, and prediction reliability. These findings contribute significantly to selecting optimal face detection algorithms for FER systems, considering trade-offs between computational efficiency and classification accuracy.

**Keywords:** Face Detection, Facial Expression Classification, RetinaFace, YOLOv8-Face, MobileNetV2, EfficientNetB0, Deep Learning, Facial Expression Recognition

## MOTTO

“Absurditas hidup tidak meniadakan usaha manusia, kesadaran untuk bertahan dan berjuang adalah bentuk makna itu sendiri”



## PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan ketetapan-Nya, sehingga karya ini dapat diselesaikan melalui proses yang penuh pembelajaran dan ketekunan.

Karya ini saya persembahkan kepada:

1. **Bapak Irwan dan Ibu Indrawati**, atas doa yang tidak pernah terputus, kasih sayang yang tulus, serta kesabaran dan pengorbanan yang senantiasa menguatkan penulis dalam menghadapi setiap tahapan studi. Dukungan yang diberikan, baik secara moral maupun material, menjadi fondasi utama yang memungkinkan penulis menyelesaikan perjalanan akademik ini dengan sebaik-baiknya.
2. **Almamater UIN Sunan Kalijaga**, sebagai tempat penulis menimba ilmu, mengembangkan cara berpikir, dan membentuk kedewasaan akademik. Lingkungan pembelajaran, bimbingan para dosen, serta nilai-nilai keilmuan yang ditanamkan telah menjadi bekal penting bagi penulis dalam memahami dan mengembangkan bidang ilmu yang ditekuni.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul “Analisis Komparatif Retinaface dan Yolov8-Face Terhadap Kinerja Klasifikasi Ekspresi Wajah” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulisan tesis ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ir. Sumarsono, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Magister Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Ir. Shofwatul Uyun, S.T., M.Kom., IPM. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, motivasi, dan pendampingan akademik selama penulis menempuh pendidikan.
5. Ibu Maria Ulfah Siregar, S.Kom. MIT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran

untuk memberikan bimbingan serta arahan selama penyusunan tesis ini.

6. Bapak/Ibu Dosen dan seluruh staf Program Studi Magister Informatika yang telah memberikan ilmu dan pelayanan akademik selama penulis menempuh pendidikan.
7. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, dan motivasi.
8. Rekan-rekan mahasiswa serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 7 Februari 2026

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

  
Murdifin  
Nim: 23206052007

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR .....	v
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
MOTTO .....	viii
PERSEMBAHAN .....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR RUMUS .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
C. Batasan Masalah.....	6
D. Tujuan.....	7
E. Manfaat Penelitian.....	7
F. Sistematika Pembahasan .....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	10
A. Kajian Pustaka .....	10
B. Landasan teori.....	22
BAB III METODE PENELITIAN .....	36

A. Metode Penelitian .....	36
B. Tahapan Penelitian.....	36
C. Sumber Data Penelitian .....	41
D. Teknik Pengumpulan Data.....	41
E. Analisis Data .....	41
F. Teknik Interpretasi dan Pengambilan Kesimpulan .....	42
G. Hipotesis .....	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>44</b>
A. Dataset Penelitian .....	44
B. Deteksi Wajah.....	45
C. Evaluasi Deteksi .....	48
D. Peningkatan Kualitas Citra Menggunakan CLAHE.....	52
E. Data Cleaning .....	53
F. Pembagian Dataset .....	55
G. Preprocessing Data .....	57
H. Pemodelan .....	59
I. Training Model .....	63
J. Evaluasi Klasifikasi .....	69
K. Pengujian Hipotesis .....	84
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>88</b>
A. Kesimpulan.....	88
B. Saran .....	89
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>92</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>101</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>106</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka .....	17
Tabel 4. 1 Distribusi Dataset.....	44
Tabel 4. 2 Deteksi Retinaface .....	46
Tabel 4. 3 Deteksi Yolov8-Face.....	46
Tabel 4. 4 Evaluasi Deteksi .....	49
Tabel 4. 5 Data Cleaning .....	54
Tabel 4. 6 Data Splitting.....	56
Tabel 4. 7 Konfigurasi Pelatihan .....	64
Tabel 4. 8 Evaluasi Klasifikasi Hasil Deteksi Retinaface .....	70
Tabel 4. 9 Evaluasi Klasifikasi Hasil Deteksi Yolov8-Face .....	72



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tahapan Penelitian.....	37
Gambar 2 Visualisasi Citra Asli dan Citra Hasil Clahe.....	53
Gambar 3 Alur Preprocessing Data.....	58
Gambar 4 Pemodelan MobileNetV2.....	59
Gambar 5 Pemodelan EfficientNetB0.....	61
Gambar 6 Grafik Akurasi dan Loss MobileNetv2 (Retinaface).....	67
Gambar 7 Grafik Akurasi dan Loss EfficientNetB0 (Retinaface).....	67
Gambar 8 Grafik Akurasi dan Loss MobileNetv2 (Yolov8-Face).....	68
Gambar 9 Grafik Akurasi dan Loss EfficientNetB0 (Yolov8-Face)....	69
Gambar 10 Confusion Matrix MobileNetV2 (Retinaface).....	75
Gambar 11 Confusion Matrix EfficientNetB0 (Retinaface).....	77
Gambar 12 Confusion Matrix MobileNetV2 (YOLOv8-Face).....	79
Gambar 13 Confusion Matrix EfficientNetB0 (YOLOv8-Face).....	81

## DAFTAR RUMUS

(2.1) Precision (Deteksi).....	29
(2.2) Recall (Deteksi) .....	30
(2.3) F1-Score (Deteksi).....	30
(2.4) mAP@0.5.....	30
(2.5) Precision (Klasifikasi).....	32
(2.6) Recall (Klasifikasi) .....	32
(2.7) F1-Score (Klasifikasi).....	33
(2.8) Accuracy .....	33
(2.9) ECE .....	34



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir, pengenalan ekspresi wajah (facial expression recognition, FER) telah berkembang menjadi area studi yang semakin penting (Kopalidis et al., 2024). Hal ini disebabkan oleh meningkatnya penggunaan FER dalam berbagai aplikasi, mulai dari interaksi antara manusia dan komputer (HCI) yang lebih alami (Shu et al., 2025), analisis sentimen untuk tujuan pemasaran dan pemahaman opini publik, sistem keamanan yang cerdas, hingga bantuan diagnosis untuk kondisi kesehatan mental seperti depresi dan gangguan spektrum autism (Küntzler et al., 2021). Sistem FER yang akurat menjanjikan perbaikan yang signifikan dalam cara kita berinteraksi dengan teknologi serta dalam memahami emosi sesama manusia (Sajjad et al., 2023).

Deteksi wajah merupakan langkah penting dalam membangun sistem FER yang andal (Talukder & Ghosh, 2024). Algoritma yang bertugas mendeteksi wajah harus mampu secara akurat mengidentifikasi dan menentukan lokasi wajah dalam gambar atau video sebelum ekspresi wajah dapat dianalisis (Yalçin & Alisawi, 2024). Tingkat keberhasilan dan efisiensi deteksi wajah memiliki pengaruh langsung terhadap akurasi dan kecepatan sistem FER secara keseluruhan (Ballesteros et al., 2024; Rehman et al., 2025). Jika wajah gagal dideteksi dengan tepat, atau jika area wajah yang terdeteksi kurang akurat, proses klasifikasi ekspresi wajah

selanjutnya akan terhambat, yang pada akhirnya menurunkan kinerja sistem secara keseluruhan (Talukder & Ghosh, 2024).

Kemajuan signifikan dalam bidang *deep learning* telah mengubah lanskap algoritma deteksi wajah (Liu et al., 2024). Arsitektur deteksi satu tahap (*single-stage detectors*) muncul sebagai solusi yang menjanjikan, menawarkan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan detektor dua tahap (*two-stage detectors*) tanpa mengorbankan akurasi (Qi et al., 2023). Di antara berbagai detektor satu tahap yang populer, RetinaFace dan YOLOv8s-Face (*You Only Look Once*) telah menarik perhatian besar karena hasil yang mereka tunjukkan dalam berbagai tolok ukur deteksi wajah (Deng et al., 2019; Hao et al., 2023).

RetinaFace merupakan detektor wajah satu tahap yang dikembangkan secara khusus untuk mendeteksi wajah berukuran kecil dan yang terletak berdekatan dalam lingkungan yang kompleks (Gao et al., 2024; Thaher et al., 2025). Algoritma ini memanfaatkan arsitektur *Feature Pyramid Network* (FPN) untuk menggunakan fitur pada berbagai skala, memungkinkan deteksi wajah yang akurat di berbagai ukuran (Zhao et al., 2019). Selain itu, RetinaFace menggunakan *contextual anchors* untuk meningkatkan kemampuan deteksinya, terutama dalam situasi di mana wajah terhalang sebagian atau memiliki variasi pose (Thaher et al., 2025). Efisiensi dan akurasi RetinaFace telah menjadikannya pilihan yang menarik untuk berbagai aplikasi deteksi wajah (Ren et al., 2025).

YOLOv8s-Face, yang merupakan versi YOLOv8 yang dioptimalkan untuk deteksi wajah (Shah & Tembhurne, 2023; J.

Terven et al., 2023). Model ini dirancang khusus untuk meningkatkan akurasi deteksi wajah manusia dengan mempertahankan kecepatan pemrosesan yang tinggi (Dewi et al., 2024; Yisihak & Li, 2024). Arsitektur YOLO membagi gambar masukan menjadi beberapa bagian dan secara bersamaan memprediksi kotak pembatas (bounding boxes) dan probabilitas kelas untuk setiap bagian (J. Terven et al., 2023). Pendekatan ini memungkinkan YOLOv8s-Face untuk memproses gambar secara paralel, menghasilkan kecepatan pemrosesan yang cepat dan efisien (Zhang et al., 2024).

Implementasi sistem *Facial Expression Recognition* masih menghadapi sejumlah tantangan teknis, khususnya ketika diterapkan pada kondisi citra yang beragam. Variasi kondisi pencahayaan, perbedaan pose wajah, keberadaan oklusi, serta ukuran wajah yang bervariasi dalam citra dapat mempengaruhi akurasi proses deteksi wajah dan ekstraksi fitur ekspresi. Ketidaktepatan dalam menentukan lokasi atau batas area wajah berpotensi menyebabkan hilangnya informasi penting terkait ekspresi, seperti perubahan pada area mata, alis, dan mulut yang merupakan indikator utama ekspresi wajah. Kondisi tersebut dapat berdampak pada kualitas fitur yang diekstraksi oleh model klasifikasi sehingga menurunkan performa sistem pengenalan ekspresi wajah secara keseluruhan (Akbar et al., 2024).

Meskipun RetinaFace dan YOLOv8-Face telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam tugas deteksi wajah, pengaruh relatifnya terhadap kinerja klasifikasi ekspresi wajah masih belum

sepenuhnya dipahami (Elsheikh et al., 2024; Mejia-Escobar et al., 2023). Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada perbandingan langsung antara algoritma deteksi wajah berdasarkan metrik deteksi standar, seperti presisi, *recall*, dan skor F1 (Alashbi et al., 2025; EL Fadel, 2025). Namun demikian, kajian yang secara sistematis menganalisis bagaimana perbedaan kinerja deteksi wajah dapat mempengaruhi hasil klasifikasi ekspresi wajah masih relatif terbatas (J. Kim & Lee, 2023; Mejia-Escobar et al., 2023).

Perbedaan karakteristik pada algoritma deteksi wajah juga dapat memengaruhi kualitas area wajah yang dihasilkan, yang selanjutnya berperan dalam proses ekstraksi fitur ekspresi (Gong et al., 2025; Lee et al., 2021). Penggunaan YOLOv8s-Face dilaporkan mampu menghasilkan area wajah yang lebih presisi, terutama pada kondisi pencahayaan rendah atau sudut wajah yang ekstrem, sehingga berpotensi meningkatkan akurasi klasifikasi ekspresi dibandingkan dengan model YOLO standar. Namun demikian, algoritma yang lebih kompleks umumnya membutuhkan sumber daya komputasi yang lebih besar dibandingkan dengan metode yang lebih sederhana, yang pada akhirnya dapat memengaruhi kecepatan pemrosesan sistem FER secara keseluruhan (Jiang et al., 2024; Zhu et al., 2024). Oleh karena itu, penting untuk memahami trade-off antara akurasi deteksi, kecepatan pemrosesan, dan kinerja klasifikasi ekspresi wajah dalam pemilihan algoritma deteksi wajah untuk aplikasi FER (Chaves et al., 2020).

Berdasarkan permasalahan tersebut, analisis terhadap metode deteksi wajah menjadi penting untuk memahami sejauh mana

kualitas hasil deteksi dapat memengaruhi performa klasifikasi ekspresi wajah. Meskipun berbagai penelitian telah mengevaluasi performa algoritma deteksi wajah secara terpisah, kajian yang secara khusus menganalisis pengaruh perbedaan metode deteksi wajah terhadap kinerja klasifikasi ekspresi wajah masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan dua metode deteksi wajah, yaitu RetinaFace dan YOLOv8-Face, dalam konteks sistem *Facial Expression Recognition*, sehingga dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pengaruh metode deteksi wajah terhadap kinerja klasifikasi ekspresi wajah.

Dalam penelitian ini, ruang lingkup kajian dibatasi pada analisis pengaruh metode deteksi wajah terhadap kinerja klasifikasi ekspresi wajah. Penelitian ini secara khusus membandingkan dua metode deteksi wajah, yaitu RetinaFace dan YOLOv8-Face, dalam kerangka sistem pengenalan ekspresi wajah (*Facial Expression Recognition*). Proses klasifikasi ekspresi wajah dilakukan menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN), yaitu MobileNetV2 dan EfficientNetB0. Evaluasi kinerja sistem dilakukan dengan menggunakan beberapa metrik evaluasi, meliputi *precision*, *recall*, *F1-score*, *accuracy*, *loss*, serta *Expected Calibration Error* (ECE). Penelitian ini tidak membahas implementasi sistem pada lingkungan *real-time* atau pada perangkat keras tertentu, melainkan difokuskan pada analisis pengaruh metode deteksi wajah terhadap performa klasifikasi ekspresi wajah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis komparatif antara metode RetinaFace dan YOLOv8-Face terhadap kinerja klasifikasi ekspresi wajah. Secara khusus, penelitian ini menganalisis bagaimana perbedaan akurasi deteksi wajah, kecepatan pemrosesan, serta kualitas area wajah yang dihasilkan oleh masing-masing metode deteksi memengaruhi kemampuan sistem *Facial Expression Recognition* (FER) dalam mengklasifikasikan ekspresi wajah secara akurat.

#### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang, penelitian ini dirancang untuk menjawab beberapa pertanyaan utama sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan kinerja algoritma RetinaFace dan YOLOv8-Face dalam mendeteksi wajah pada citra ekspresi wajah?
2. Bagaimana hasil klasifikasi ekspresi wajah yang dihasilkan dari data deteksi RetinaFace dan YOLOv8-Face?
3. Algoritma deteksi wajah mana yang memberikan pengaruh lebih baik terhadap akurasi klasifikasi ekspresi wajah?

#### **C. Batasan Masalah**

1. Penelitian ini hanya membandingkan dua algoritma deteksi wajah satu tahap, yaitu RetinaFace dan YOLOv8-Face.
2. Fokus penelitian terbatas pada analisis pengaruh hasil deteksi wajah terhadap kinerja klasifikasi ekspresi wajah.
3. Pengujian dilakukan menggunakan dataset yang sama yang berisi gambar wajah dengan tiga variasi ekspresi, yaitu marah, senang, dan sedih.

#### **D. Tujuan**

1. Menganalisis dan membandingkan kinerja algoritma RetinaFace dan YOLOv8-Face dalam mendeteksi wajah pada citra ekspresi wajah.
2. Mengevaluasi hasil klasifikasi ekspresi wajah yang diperoleh dari data deteksi RetinaFace dan YOLOv8-Face.
3. Menentukan algoritma deteksi wajah yang memberikan pengaruh paling signifikan terhadap akurasi klasifikasi ekspresi wajah.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan wawasan bagi peneliti dan praktisi dalam menentukan algoritma deteksi wajah yang paling optimal untuk penerapan sistem Facial Expression Recognition (FER).
2. Menjelaskan trade-off antara akurasi deteksi dan kinerja klasifikasi, sehingga dapat menjadi acuan dalam pengambilan keputusan implementasi sistem FER yang efisien dan akurat.
3. Berkontribusi terhadap pengembangan bidang *computer vision*, khususnya dalam memahami hubungan antara tahap prapemrosesan (deteksi wajah) dan akurasi tahap klasifikasi ekspresi wajah.
4. Menjadi referensi bagi penelitian lanjutan dalam pengembangan dan optimasi sistem FER secara menyeluruh (*end-to-end*), dengan fokus pada pemilihan algoritma deteksi wajah yang tepat dan efektif.

## **F. Sistematika Pembahasan**

Penulisan tesis ini disusun secara sistematis agar memudahkan pembaca memahami alur penelitian. Adapun sistematika pembahasan disusun sebagai berikut:

### **Bab I Pendahuluan**

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, serta sistematika pembahasan tesis.

### **Bab II Kajian Pustaka dan Landasan Teori**

Bab ini memuat uraian mengenai teori-teori pendukung serta penelitian terdahulu yang menjadi dasar dalam penyusunan penelitian. Kajian pustaka berfungsi untuk meninjau hasil penelitian yang relevan, sedangkan landasan teori berisi konsep-konsep ilmiah yang mendukung topik penelitian.

### **Bab III Metode Penelitian**

Bab ini menguraikan pendekatan penelitian, tahapan penelitian, sumber data penelitian, teknik pengumpulan data, analisis data, teknik interpretasi, dan pengambilan kesimpulan. Diagram alir penelitian juga disajikan pada bagian ini untuk memperjelas alur kerja penelitian.

### **Bab IV Hasil dan Pembahasan**

Bab ini memaparkan hasil eksperimen mulai dari evaluasi deteksi wajah, preprocessing data, hasil klasifikasi ekspresi wajah, hingga analisis komparatif antara algoritma RetinaFace dan YOLOv8-Face terhadap performa model MobileNetV2 dan EfficientNetB0.

## **Bab V Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode deteksi wajah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja klasifikasi ekspresi wajah dalam sistem Facial Expression Recognition (FER).

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa YOLOv8-Face memiliki performa deteksi yang lebih unggul dibandingkan RetinaFace, dengan nilai Precision sebesar 0.9449, Recall sebesar 0.9220, dan F1-score sebesar 0.9333, yang lebih tinggi dibandingkan RetinaFace. Hal ini menunjukkan bahwa YOLOv8-Face lebih efektif dalam mendeteksi wajah pada berbagai kondisi citra.

Namun demikian, pada tahap klasifikasi ekspresi wajah, hasil penelitian menunjukkan bahwa model berbasis RetinaFace, khususnya kombinasi RetinaFace-MobileNetV2, menghasilkan performa yang lebih stabil dan akurat, dengan nilai accuracy mencapai 0.98 serta Expected Calibration Error (ECE) sebesar 0.003. Hasil ini menunjukkan bahwa kualitas deteksi wajah tidak hanya ditentukan oleh metrik deteksi, tetapi juga oleh kesesuaian area wajah yang dihasilkan terhadap kebutuhan ekstraksi fitur pada tahap klasifikasi.

Temuan ini mengindikasikan bahwa perbedaan karakteristik metode deteksi wajah, khususnya dalam menentukan lokasi dan batas area wajah, berpengaruh langsung terhadap kualitas fitur yang

diekstraksi oleh model klasifikasi. Oleh karena itu, pemilihan metode deteksi wajah menjadi faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan sistem FER, tidak hanya dari aspek akurasi deteksi, tetapi juga dari dampaknya terhadap performa klasifikasi secara keseluruhan.

## B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *Analisis Komparatif RetinaFace dan YOLOv8-Face terhadap Kinerja Klasifikasi Ekspresi Wajah*, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya.

### 1. Pengembangan Dataset dan Variasi Ekspresi

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dataset dengan jumlah sampel dan variasi ekspresi wajah yang lebih luas, tidak hanya terbatas pada ekspresi marah, sedih, dan senang, tetapi juga mencakup emosi lain seperti netral, takut, terkejut, dan jijik. Selain itu, penambahan variasi latar belakang, kondisi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, serta keberagaman demografis (usia, jenis kelamin, dan etnis) perlu dipertimbangkan guna meningkatkan kemampuan generalisasi sistem *Facial Expression Recognition* (FER) pada kondisi dunia nyata.

### 2. Integrasi Model End-to-End

Tahapan deteksi wajah dan klasifikasi ekspresi pada penelitian ini masih dilakukan secara terpisah. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan pendekatan *end-to-end pipeline* yang mengintegrasikan proses deteksi dan klasifikasi dalam satu

arsitektur terpadu. Pendekatan ini diharapkan mampu mengurangi propagasi kesalahan dari tahap deteksi ke tahap klasifikasi, serta meningkatkan efisiensi dan konsistensi performa sistem secara keseluruhan.

### 3. Uji Real-Time dan Lingkungan Nyata

Mengingat hasil penelitian menunjukkan bahwa YOLOv8-Face memiliki keunggulan dalam kecepatan deteksi, penelitian lanjutan disarankan untuk menguji sistem dalam skenario real-time, seperti interaksi manusia-komputer, sistem keamanan berbasis ekspresi emosi, atau aplikasi pemantauan di ruang publik. Pengujian pada lingkungan dengan kondisi pencahayaan, pose wajah, dan jumlah subjek yang dinamis akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kesiapan sistem untuk diterapkan secara nyata.

### 4. Eksplorasi Parameter dan Efisiensi Komputasi

Penelitian berikutnya dapat melakukan eksplorasi lebih lanjut terhadap parameter model, seperti resolusi citra input, strategi augmentasi data, serta teknik fine-tuning yang lebih mendalam. Selain itu, analisis terhadap waktu inferensi, penggunaan memori, dan konsumsi sumber daya komputasi perlu dilakukan, terutama untuk memastikan bahwa sistem dapat diimplementasikan secara optimal pada perangkat dengan keterbatasan komputasi, seperti perangkat edge atau sistem embedded.

### 5. Pengembangan Model Hibrida dan Transfer Learning

Pengembangan model hibrida yang mengombinasikan keunggulan YOLOv8-Face dalam kecepatan deteksi dengan

presisi tinggi dari RetinaFace dapat menjadi arah penelitian yang menarik. Selain itu, pemanfaatan teknik *transfer learning* dengan arsitektur yang lebih baru, seperti EfficientNetV2 atau ConvNeXt, berpotensi meningkatkan performa klasifikasi ekspresi wajah, baik dari sisi akurasi maupun kalibrasi prediksi, tanpa memerlukan peningkatan jumlah dataset yang signifikan.

#### 6. Evaluasi dan Peningkatan Kalibrasi Model

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi teknik kalibrasi model, seperti *temperature scaling*, *Platt scaling*, atau *Bayesian neural networks*, guna menurunkan nilai Expected Calibration Error (ECE). Peningkatan kalibrasi prediksi penting untuk memastikan bahwa nilai confidence yang dihasilkan model benar-benar mencerminkan tingkat kepercayaan yang reliabel, terutama pada aplikasi sensitif seperti sistem keamanan, analisis emosi pengguna, dan pengambilan keputusan otomatis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aadil Alshammari, M. E. A. (2024). Emotional Facial Expression Detection using YOLOv8. *Engineering, Technology and Applied Science Research*, 14(5), 16619–16623. <https://doi.org/10.48084/etasr.8433>
- Abdurahman Kamil, M., & Mitha Djaksana, Y. (2024). Perbandingan Algoritma Convolutional Neural Network (Cnn) Dan Algoritma You Only Look Once (Yolo) Untuk Deteksi Wajah Comparison of Convolutional Neural Network (Cnn) Algorithm and You Only Look Once (Yolo) Algorithm for Facial Detection. *Jiic: Jurnal Intelek Insan Cendikia*, 1(9), 4866–4876. <https://jicnusantara.com/index.php/jiic>
- Adrezo, M., Ardiansyah, M. E., & Informatika, P. S. (2024). Deteksi Jenis Kelamin Berdasarkan Wajah Menggunakan Metode YOLOv8 Gender Detection Based On Face Using Te YOLOv8 Method 1,2. 7(2019), 1757–1762.
- Akbar, Ahmad Taufiq, Shoffan Saifullah, and Hari Prapcoyo. 2024. “Klasifikasi Ekspresi Wajah Menggunakan Convolutional Neural Network.” *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* 11 (6): 1399–1412. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2024118888>.
- Akbar, A. T., Saifullah, S., Prapcoyo, H., Rustamadji, H., & Cahyana, N. H. (2025). EfficientNet B0 Feature Extraction with L2-SVM Classification for Robust Facial Expression Recognition. *Journal of Information Systems and Informatics*, 7(2), 1106–1129. <https://doi.org/10.51519/journalisi.v7i2.1071>
- Alashbi, A., Mohamed, A. H. H. M., El-Saleh, A. A., Shayea, I., Sunar, M. S., Alqahtani, Z. R., Saeed, F., & Saoud, B. (2025). Human face localization and detection in highly occluded unconstrained environments. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 61(December 2023), 101893. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2024.101893>
- Anggraeni, D. T. (2021). Perbaikan Citra Dokumen Hasil Pindai Menggunakan Metode Simple, Adaptive-Gaussian, dan Otsu

- Binarization Thresholding. *EXPERT: Jurnal Manajemen Sistem Informasi Dan Teknologi*, 11(2), 71.  
<https://doi.org/10.36448/expert.v11i2.2170>
- Ballesteros, J. A., Ramírez V, G. M., Moreira, F., Solano, A., & Pelaez, C. A. (2024). Facial emotion recognition through artificial intelligence. *Frontiers in Computer Science*, 6.  
<https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1359471>
- Chaves, D., Fidalgo, E., Alegre, E., Alaiz-Rodríguez, R., Jáñez-Martino, F., & Azzopardi, G. (2020). Assessment and estimation of face detection performance based on deep learning for forensic applications. *Sensors (Switzerland)*, 20(16), 1–21. <https://doi.org/10.3390/s20164491>
- Daffa Ulhaq, M. R., Zaidan, M. A., & Firdaus, D. (2023). Pengenalan Ekspresi Wajah Secara Real-Time Menggunakan Metode SSD Mobilenet Berbasis Android. *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, 5(1), 48–52. <https://doi.org/10.37802/joti.v5i1.387>
- Darussalam, & Arief, G. (2021). Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Nyeri Bayi Melalui Citra Wajah Dengan YOLO. *Resti*, 1(1), 19–25.
- Deng, J., Guo, J., Zhou, Y., Yu, J., Kotsia, I., & Zafeiriou, S. (2019). *RetinaFace: Single-stage Dense Face Localisation in the Wild*. <http://arxiv.org/abs/1905.00641>
- Dewi, C., Manongga, D., Hendry, Mailoa, E., & Hartomo, K. D. (2024). Deep Learning and YOLOv8 Utilized in an Accurate Face Mask Detection System. *Big Data and Cognitive Computing*, 8(1).  
<https://doi.org/10.3390/bdcc8010009>
- Edy, M. R. (2024). Deteksi Emosi dari Ekspresi Wajah dengan Deep Learning. *Information Technology Education Journal*, 3(2), 116–123.  
<https://journal.unm.ac.id/index.php/INTEC/article/view/2866>
- EL Fadel, N. (2025). Facial Recognition Algorithms: A Systematic Literature Review. *Journal of Imaging*, 11(2).  
<https://doi.org/10.3390/jimaging11020058>
- Elsheikh, R. A., Mohamed, M. A., Abou-Taleb, A. M., & Ata, M. M. (2024).

Improved facial emotion recognition model based on a novel deep convolutional structure. *Scientific Reports*, 14(1), 1–31.

<https://doi.org/10.1038/s41598-024-79167-8>

Fardin. (2023). *Emotion Detection*.

<https://www.kaggle.com/datasets/fardinrangrezz/emotion-detection>

Fatima, S., Ghani Haider, N., Riaz, R., & Karachi, P. (2024). YOLOv8 vs RetinaNet vs EfficientDet: A Comparative Analysis for Modern Object Detection. *International Journal of Emerging Engineering and Technology*, 3(2), 1–5.

<https://grsh.org/journal1/index.php/ijeet/article/view/35>

Firmansyah, I., P, D. U. K., & S, B. A. A. (2012). Klasifikasi Ekspresi Wajah Menggunakan CNN Dalam Keadaan Wild Setting Pada Virtual Meeting. *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS)*, 14(x), 1–13.

Gao, Q., Ding, B., Jia, X., Xie, Y., & Han, X. (2024). Dense pedestrian face detection in complex environments. *Scientific Reports*, 14(1), 1–17.

<https://doi.org/10.1038/s41598-024-72523-8>

Gong, Q., Liu, X., & Ma, Y. (2025). Real-Time Facial Expression Recognition Based on Image Processing in Virtual Reality. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 18(1).

<https://doi.org/10.1007/s44196-024-00729-9>

Hajar, R., & Sejati, P. (2023). Real-time Smartphone Usage Surveillance System Based on YOLOv5. 11(2), 242–251.

<https://doi.org/10.14421/ijid.2022.3766>

Handayani, N. M. K. K., Hidayat, E. Y., Naufal, M., & Putra, P. L. W. E. (2024). Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan Transfer Learning MobileNetV2 dan EfficientNet-B0 dalam Memprediksi Perkelahian. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 8(1), 106.

<https://doi.org/10.30865/mib.v8i1.7048>

Hao, J., Zhang, H., Han, Y., Wu, J., Zhou, L., Luo, Z., & Du, Y. (2023). Sheep Face Detection Based on an Improved RetinaFace Algorithm. *Animals*, 13(15).

<https://doi.org/10.3390/ani13152458>

- Hendrawati, T., Pravitasari, A. A., Hermawan, R. F., Subekti, A., & Yasyfi, M. (2025). *Jurnal resti*. 9(4), 714–720.
- Jiang, B., Li, N., Cui, X., Zhang, Q., Zhang, H., Li, Z., & Liu, W. (2024). Research on facial expression recognition algorithm based on improved MobileNetV3. *Eurasip Journal on Image and Video Processing*, 2024(1). <https://doi.org/10.1186/s13640-024-00638-z>
- Kim, H., Bian, Y., & Krumhuber, E. G. (2025). A Review of 25 Spontaneous and Dynamic Facial Expression Databases of Basic Emotions. *Affective Science*, 6(2), 380–394. <https://doi.org/10.1007/s42761-024-00289-3>
- Kim, J., & Lee, D. (2023). Facial Expression Recognition Robust to Occlusion and to Intra-Similarity Problem Using Relevant Subsampling. *Sensors*, 23(5). <https://doi.org/10.3390/s23052619>
- Kodoati, H., Rengkung, C., Takalamingan, G., Yusupa, A., & Tarigan, V. (2025). Klasifikasi Ekspresi Wajah Menggunakan Convolutional Neural Networks (CNN) pada Dataset FER-2013. *Riau Jurnal Teknik Informatika*, 4(1), 100–107. <https://doi.org/10.30606/rjti.v4i1.3252>
- Kopalidis, T., Solachidis, V., Vretos, N., & Daras, P. (2024). Advances in Facial Expression Recognition: A Survey of Methods, Benchmarks, Models, and Datasets. *Information (Switzerland)*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/info15030135>
- Kumari, V., & Kaur, B. (2023). Comparative Analysis of Face Detection Algorithms using Images. *International Journal of Computer Applications*, 185(14), 30–40. <https://doi.org/10.5120/ijca2023922827>
- Küntzler, T., Höfling, T. T. A., & Alpers, G. W. (2021). Automatic Facial Expression Recognition in Standardized and Non-standardized Emotional Expressions. *Frontiers in Psychology*, 12(May), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.627561>
- Lee, J. R., Wang, L., & Wong, A. (2021). EmotionNet Nano: An Efficient Deep Convolutional Neural Network Design for Real-Time Facial Expression Recognition. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 3(January), 1–9. <https://doi.org/10.3389/frai.2020.609673>
- Liu, L., Wang, G., & Miao, Q. (2024). ADYOLOv5-Face: An Enhanced

- YOLO-Based Face Detector for Small Target Faces. *Electronics (Switzerland)*, 13(21), 1–16.  
<https://doi.org/10.3390/electronics13214184>
- Marcelleno, D. J., Pajar, M., Putra, K., Science, C., & Indonesia, U. T. (2025). *PERFORMANCE EVALUATION OF YOLOV8 IN REAL-TIME VEHICLE*. 6(1), 269–279.
- Maulana, M. A., Informasi, P. T., Ar-, U. I. N., Aceh, R. B., Aceh, B., Wajah, P., & Learning, D. (2025). *Penerapan metode retinaface untuk sistem keamanan pintu berbasis pengenalan wajah*. 06(01).
- Mejia-Escobar, C., Cazorla, M., & Martinez-Martin, E. (2023). Towards a Better Performance in Facial Expression Recognition: A Data-Centric Approach. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2023(1).  
<https://doi.org/10.1155/2023/1394882>
- Muntiari, N. R., Indah Chairun Nisa, Ana Sriekaningih, Andri Yogi Adyatma Prasetyo, & Muhammad Yusril. (2024). Penerapan Algoritma YOLOv8 Dalam Identifikasi Wajah secara Real-Time menggunakan CCTV untuk Presensi Siswa. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(3), 1155–1165. <https://doi.org/10.51454/decode.v4i3.847>
- Nurchahyo, R., & Iqbal, M. (2025). Performance Comparison of YOLOv8 and DETR in White Blood Cell Detection. *Resti*, 6(6), 958–965.
- Prasetyawan, D., & Uyun, S. (2020). *Penentuan Emosi pada Video dengan Convolutional Neural Network*. 5(1), 23–35. <https://ejournal.uin-suka.ac.id/saintek/JISKA/article/view/51-04>
- Puls, S., & Carbonera, J. L. (2023). *A NEVALUATION OF PRE - TRAINED MODELS FOR FEATURE* arXiv: 2310 . 02037v1 [ cs . CV ] 3 Oct 2023. <https://arxiv.org/pdf/2310.02037>
- Qi, D., Tan, W., Yao, Q., & Liu, J. (2023). YOLO5Face: Why Reinventing a Face Detector. *Lecture Notes in Computer Science, 13805 LNCS*, 228–244. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-25072-9\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-031-25072-9_15)
- R E Saragih. (2025). *Coral Detection based on Optimised Lightweight YOLO Model*. 8(1), 10–20.  
<https://ojs.uajy.ac.id/index.php/IJIS/article/view/11628/4176>

- Rauf, M., & Kristiana, L. (2024). Implementasi backbone CSPDarknet53 pada algoritma YOLOv4 sebagai sistem pendeteksi wajah manusia. *Nautical : Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(11), 1–8. <https://doi.org/10.55904/nautical.v2i11.609>
- Rehman, A., Mujahid, M., Elyassih, A., AlGhofaily, B., & Bahaj, S. A. O. (2025). Comprehensive Review and Analysis on Facial Emotion Recognition: Performance Insights into Deep and Traditional Learning with Current Updates and Challenges. *Computers, Materials and Continua*, 82(1), 41–72. <https://doi.org/10.32604/cmc.2024.058036>
- Ren, Z., Liu, X., Xu, J., Zhang, Y., & Fang, M. (2025). LittleFaceNet: A Small-Sized Face Recognition Method Based on RetinaFace and AdaFace. *Journal of Imaging*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/jimaging11010024>
- Rizqolima, A. H., & Widhiantoro, D. (2025). Analisis Perbandingan Algoritma Deepface, YOLO, dan Tensorflow dalam Pengenalan Wajah. 4(1), 768–777.
- Sajjad, M., Ullah, F. U. M., Ullah, M., Christodoulou, G., Alaya Cheikh, F., Hijji, M., Muhammad, K., & Rodrigues, J. J. P. C. (2023). A comprehensive survey on deep facial expression recognition: challenges, applications, and future guidelines. *Alexandria Engineering Journal*, 68, 817–840. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.01.017>
- Seandrio, A. L., Pratomo, A. H., & Florestiyanto, M. Y. (2021). Implementation of Convolutional Neural Network (CNN) in Facial Expression Recognition. *Telematika*, 18(2), 211. <https://doi.org/10.31315/telematika.v18i2.4823>
- Setyawan, A. Y., Jumadi, J., & Nurlatifah, E. (2024). Deteksi Emosi Pada Citra Wajah Dengan Deep Learning Sebagai Alat Pendukung Terapi Bagi Pengidap Alexithymia. *Smatika Jurnal*, 14(02), 353–362. <https://doi.org/10.32664/smatika.v14i02.1368>
- Shah, S., & Tembhurne, J. (2023). Object detection using convolutional neural networks and transformer-based models: a review. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s43067-023-00123-z>

- Shu, L., Barradas, V. R., Qin, Z., & Koike, Y. (2025). Facial expression recognition through muscle synergies and estimation of facial keypoint displacements through a skin-musculoskeletal model using facial sEMG signals. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *13*(February), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2025.1490919>
- Silalahi, D. M., Putra, D. D., Sari, D. P., Pramudya, F. A., & Supiyandi, S. (2024). Aplikasi Python untuk Deteksi Wajah pada Frame Menggunakan Algoritma Haar Cascade Classifier di OpenCV. *Coding: Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, *12*(3), 298–310. <https://doi.org/10.26418/coding.v12i3.88402>
- Sivaramakrishnan. (2022). *Deep learning model calibration for improving performance in class-imbalanced medical image classification tasks*. 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262838>
- Sopian, A., Setiadi, D., & Agustino, R. (2024). Computer Vision: Deteksi Masker Wajah Prediksi Usia Jenis Kelamin dengan Teknik Deep Learning Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, *10*(2), 720–733. <https://doi.org/10.37012/jtik.v10i2.2395>
- Supiyandi Supiyandi, Tegar Ardiansyah, Sri Putri Balqis, Jundi Haqqoni, & Salsa Nabila Iskandar. (2024). Deteksi Wajah dalam Foto Menggunakan Teknologi Visi Komputer. *Mars : Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer*, *2*(6), 32–39. <https://doi.org/10.61132/mars.v2i6.490>
- Talukder, A., & Ghosh, S. (2024). Facial Image expression recognition and prediction system. *Scientific Reports*, *14*(1), 1–28. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79146-z>
- Taufiqurrahman, T., Hadi, A. P., & Siregar, R. E. (2024). Evaluasi Performa Yolov8 Dalam Deteksi Objek Di Depan Kendaraan Dengan Variasi Kondisi Lingkungan. *Jurnal Minfo Polgan*, *13*(2), 1755–1773. <https://doi.org/10.33395/jmp.v13i2.14228>
- Terven, J., Córdova-Esparza, D. M., & Romero-González, J. A. (2023). A Comprehensive Review of YOLO Architectures in Computer Vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS. *Machine Learning and*

- Knowledge Extraction*, 5(4), 1680–1716.  
<https://doi.org/10.3390/make5040083>
- Terven, J. R., Cordova-esparza, D. M., Ramirez-pedraza, A., Chavez-urbiola, E. A., & Romero-gonzalez, J. A. (2023). *LOSS FUNCTIONS AND METRICS IN DEEP LEARNING*.  
[https://arxiv.org/abs/2307.02694?utm\\_source=chatgpt.com](https://arxiv.org/abs/2307.02694?utm_source=chatgpt.com)
- Thaher, T., Mafarja, M., Saffarini, M., Mohamed, A. H. H. M., & El-Saleh, A. A. (2025). A Comprehensive Review of Face Detection Techniques for Occluded Faces: Methods, Datasets, and Open Challenges. *CMES - Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 143(3), 2615–2673.  
<https://doi.org/10.32604/cmes.2025.064857>
- V, M. Y., Agung, A., & Bagus, G. (2023). *Pengenalan Jenis Rambu Lalu Lintas menggunakan Metode Yolo V5*. 11(4), 1011–1018.  
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/jlk/article/view/100296/49657>
- Yalçın, N., & Alisawi, M. (2024). Introducing a novel dataset for facial emotion recognition and demonstrating significant enhancements in deep learning performance through pre-processing techniques. *Heliyon*, 10(20), e38913. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38913>
- Yisihak, H. M., & Li, L. (2024). Advanced Face Detection with YOLOv8: Implementation and Integration into AI Modules. *OALib*, 11(11), 1–19.  
<https://doi.org/10.4236/oalib.1112474>
- Zahra Salsa Azizah, A., Nazar To Yalis, F., Shiva Narayana, I., Azelia Syalom, K., & Rosyani, P. (2024). Pengolahan Citra Digital Dengan Penerapan Teknik Ambang Batas: Studi Kasus Menggunakan Opencv. *Jurnal Artificial Intelligent Dan Sistem Penunjang Keputusan*, 1(4), 283–287. <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk>
- Zhang, R., Deng, B., Cheng, X., & Zhao, H. (2024). GCS-YOLOv8: A Lightweight Face Extractor to Assist Deepfake Detection. *Sensors*, 24(21). <https://doi.org/10.3390/s24216781>
- Zhao, Y., Han, R., & Rao, Y. (2019). A new feature pyramid network for object detection. *Proceedings - 2019 International Conference on Virtual Reality and Intelligent Systems, ICVRIS 2019*, 428–431.

<https://doi.org/10.1109/ICVRIS.2019.00110>

Zhu, Q., Zhuang, H., Zhao, M., Xu, S., & Meng, R. (2024). A study on expression recognition based on improved mobilenetV2 network. *Scientific Reports*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58736-x>

