

Optimasi Deteksi Wajah Menggunakan *Super Resolution* dan *YOLO-SAHI*

Diajukan Untuk Menyusun Skripsi
di Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer UNSRI



Oleh:

Fauzan Abghi Patra
NIM : 09021382126139

Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Optimasi Deteksi Wajah Menggunakan Super Resolution dan YOLO-SAHI

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di
Program Studi S1 Teknik Informatika

Oleh:

FAUZAN ABGHI PATRA

09021382126139

Pembimbing 1 : Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP. 198005222008121002

Pembimbing 2 : Muhammad Naufal Rachmatullah, S.Kom.,^Â M.T.
NIP. 199212012022031008

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria, Ph.D
198004182020121001

THESIS APPROVAL

OPTIMIZATION OF FACE DETECTION USING SUPER RESOLUTION AND YOLO-SAH1

By:

Fauzan Abghi Patra

NIM: 09021382126139

Palembang, 22 September 2025

Supervisor II

Supervisor I



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.

NIP 198005222008121002



Muhammad Naufal Rachmatullah, S.Kom., M.T.

NIP 199212012022031008

Approved,

Head of Informatics Engineering Department



TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF

Pada hari Kamis tanggal 24 Juli 2025 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Fauzan Abghi Patra

NIM : 09021382126139

Judul : Optimasi Deteksi Wajah Menggunakan Super Resolution dan YOLO-SAHL

dan dinyatakan **LULUS**.

1. Ketua Penguji

Dr. Firdaus, M.Kom.

NIP. 197801212008121003

2. Penguji

Hadipurnawan Satria, Ph.D.

NIP. 198004182020121001

3. Pembimbing I

Dr. Muhammad Fachrurrozi, S.SI., M.T.

NIP. 198005222008121002

4. Pembimbing II

M. Naufal Rachmatullah, S.Kom., M.T.

NIP. 199212012022031008

[Signature]

[Signature]

[Signature]

[Signature]

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauzan Abghi Patra

NIM : 09021382126139

Program Studi : Teknik Informatika

Judul Skripsi : Optimasi Deteksi Wajah Menggunakan *Super Resolution* dan *YOLO-SAHI*.

Hasil Pengecekan Software Turnitin: 3%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan proyek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dari saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 22 September 2025



Fauzan Abghi Patra
NIM: 09021382126139

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

"Kesuksesan bukanlah akhir dari perjalanan, melainkan awal dari pencapaian yang lebih besar." - Nelson Mandela

Kupersembahkan Karya Tulis ini kepada:

- Allah SWT
- Orang Tua
- Keluarga Besar
- Fakultas Ilmu Komputer
- Universitas Sriwijaya

OPTIMIZATION OF FACE DETECTION USING SUPER RESOLUTION AND YOLO-SAHI

By: Fauzan Abghi Patra

09021382126139

ABSTRACT

Face detection in low-resolution images remains a significant challenge in computer vision applications, particularly for surveillance systems and crowd analysis. This study proposes an integrated approach combining Enhanced Super-Resolution GAN (ESRGAN) for image quality enhancement and YOLO-SAHI (You Only Look Once with Slicing Aided Hyper Inference) for improved detection of small faces. The research utilizes the WIDER FACE dataset with varying difficulty levels to evaluate performance across different scenarios.

Experimental results demonstrate that the hybrid approach significantly improves detection accuracy, with SAHI integration increasing recall by 35% for small faces compared to standalone YOLOv8. The complete YOLO-SAHI-ESRGAN system achieves 78.2% mean Average Precision (mAP) while maintaining reasonable processing latency of 420 ms per image. ESRGAN effectively enhances image quality, achieving PSNR of 24.43 dB and SSIM of 0.76 for easy cases. The study also develops a practical web-based implementation for real-world application.

Keywords: Face detection, super-resolution, ESRGAN, YOLOv8, SAHI, mAP, PSNR

Palembang, 18 September 2025

Supervisor I

Dr. M Fachrurrozi, S.SI., M.T.

NIP 198005222008121002

Supervisor II

M. Naufal Rachmatullah, S.Kom., M.T.

NIP 199212012022031008

Approved,

Head of Informatics Engineering Department



OPTIMASI DETEKSI WAJAH MENGGUNAKAN SUPER RESOLUTION DAN YOLO-SAH1

Oleh: Fauzan Abghi Patra

09021382126139

ABSTRAK

Deteksi wajah pada citra beresolusi rendah tetap menjadi tantangan signifikan dalam aplikasi computer vision, khususnya untuk sistem pengawasan dan analisis kerumunan. Penelitian ini mengusulkan pendekatan terintegrasi yang menggabungkan Enhanced Super-Resolution GAN (ESRGAN) untuk peningkatan kualitas citra dan YOLO-SAH1 (You Only Look Once dengan Slicing Aided Hyper Inference) untuk meningkatkan deteksi wajah berukuran kecil. Penelitian menggunakan dataset WIDER FACE dengan berbagai tingkat kesulitan untuk mengevaluasi performa across berbagai skenario.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pendekatan hybrid secara signifikan meningkatkan akurasi deteksi, dengan integrasi SAHI meningkatkan recall sebesar 35% untuk wajah kecil dibandingkan dengan YOLOv8 standalone. Sistem lengkap YOLO-SAH1-ESRGAN mencapai mean Average Precision (mAP) 78,2% sambil mempertahankan latensi pemrosesan yang wajar yaitu 420 ms per gambar. ESRGAN secara efektif meningkatkan kualitas gambar, mencapai PSNR 24,43 dB dan SSIM 0,76 untuk kasus mudah. Penelitian ini juga mengembangkan implementasi berbasis web yang praktis untuk aplikasi dunia nyata.

Kata Kunci: Deteksi wajah, super-resolusi, ESRGAN, YOLOv8, SAHI, mAP, PSNR

Palembang, 18 September 2025

Pembimbing I

Dr. M Fachrurrozi, S.SI., M.T.

NIP 198005222008121002

Pembimbing II

M. Naufal Rachmatullah, S.Kom., M.T.

NIP 199212012022031008

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika,



Hadipurnawan Satria, Ph.D.

NIP 198004182020121001

viii

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat sehat, iman dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan program Strata-1 di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya. Dalam proses pembuatan skripsi ini penulis menerima bimbingan, bantuan, semangat, maupun petunjuk dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas rahmat dan nikmat-Nya sehingga, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik
2. Kedua orang tua dan keluarga yang telah mendoakan, memberi semangat dan motivasi, serta mendukung segala hal yang diperlukan untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Hadipurnawan Satria, Ph.D. selaku Anggota Penguji dan ketua jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Firdaus, M.Kom. selaku Ketua Penguji
5. Bapak Dr. Muhammad Fachrurrozi, S.SI., M.T. selaku Dosen Pembimbing skripsi I dan M. Naufal Rachmatullah, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing skripsi II yang telah memberi bimbingan, arahan serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh dosen program studi serta admin Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

7. Seluruh staf Administrasi dan Pegawai Fakultas Ilmu Komputer yang telah membantu dalam urusan administrasi.
8. Sahabat-sahabat penulis seperjuangan yang selalu menemani dan membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dengan senang dan gembira.
9. Teman-teman Invention, Teknik Informatika 2021 yang turut serta kebersamai perjalanan ini.
10. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena kurangnya pengalaman dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna kemajuan penelitian selanjutnya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat. Terima Kasih.

Palembang, 24 Juli 2025

Penulis,

Fauzan Abghi Patra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
THESIS APPROVAL.....	iii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Pendahuluan	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.3 Rumusan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penulisan	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
1.6 Batasan Penelitian	I-4
1.7 Sistematika Penulisan	I-5
1.8 Kesimpulan	I-6
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	II-1
2.1 Pendahuluan	II-1
2.2 Landasan Teori	II-1
2.2.1 Deteksi Objek dengan You Only Look Once (YOLO)	II-1
2.2.2 Enhanced Super-Resolution GAN (ESRGAN).....	II-2
2.2.3 SAHI (Slicing Aided Hyper Inference) untuk Deteksi Objek Kecil ..	II-3

2.2.4 Metode Evaluasi.....	II-4
2.3 Penelitian Lain yang Relevan	II-6
2.4 Gap Penelitian dan Kontribusi	II-9
2.5 Kesimpulan	II-10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	III-11
3.1 Pendahuluan	III-11
3.2 Pengumpulan Data	III-11
3.2.1 Jenis Data	III-11
3.2.2 Sumber Data.....	III-11
3.3 Tahapan Penelitian	III-5
3.3.1 Pengumpulan dan Persiapan Data.....	III-6
3.3.2 Menentukan Kerangka Kerja Penelitian	III-7
3.3.3 Pra-pemrosesan Data (Preprocessing).....	III-7
3.3.4 Peningkatan Resolusi Gambar dengan ESRGAN.....	III-8
3.3.5 Deteksi Wajah dengan YOLO	III-9
3.3.6 Optimasi Deteksi dengan SAHI	III-10
3.3.7 Evaluasi dan Analisis	III-10
3.4 Perangkat yang Digunakan	III-11
3.5 Kriteria dan Prosedur Pengujian	III-12
3.6 Kesimpulan	III-14
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK.....	IV-1
4.1 Pendahuluan	IV-1
4.2 Fase Insepsi	IV-1
4.2.1 Pemodelan Bisnis.....	IV-1
4.2.2 Identifikasi Kebutuhan	IV-3
4.2.3 Analisis dan Desain	IV-6
4.3 Fase Elaborasi	IV-13
4.3.1 Desain Arsitektur Sistem.....	IV-13
4.3.2 Kebutuhan Sistem	IV-15
4.3.3 Analisis dan Perancangan.....	IV-16

4.4 Fase Konstruksi.....	IV-24
4.4.1 Antarmuka Pengguna Utama.....	IV-24
4.4.2 Fitur Deteksi Wajah.....	IV-25
4.4.3 Proses Output	IV-25
4.4.4 Pengujian dan Validasi	IV-25
4.5 Fase Transisi.....	IV-27
4.5.1 Pemodelan Bisnis.....	IV-27
4.5.2 Rencana Pengujian	IV-27
4.5.3 Implementasi Pengujian	IV-28
4.6 Kesimpulan	IV-31
BAB V HASIL DAN ANALISIS	V-164
5.1 Pendahuluan	V-1
5.2 Hasil Penelitian	V-1
5.2.1 Evaluasi Kualitas ESRGAN.....	V-1
5.2.2 Distribusi Deteksi Wajah.....	V-5
5.2.3 Hasil Gambar Deteksi	V-13
5.3 Analisis Hasil Penelitian	V-16
5.4 Kesimpulan	V-18
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	VI-1
6.1 Pendahuluan	VI-1
6.2 Kesimpulan	VI-1
6.3 Saran.....	VI-2
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN.....	xviii

DAFTAR TABEL

Tabel IV-1. Definisi Aktor	IV-9
Tabel IV-2. Definisi <i>Use Case</i>	IV-10
Tabel IV-3. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Deteksi Wajah	IV-10
Tabel IV-4. Skenario <i>Use Case</i> Mengevaluasi Performa Model	IV-11
Tabel IV-5. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Deteksi Wajah	IV-28
Tabel IV-6. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Mengevaluasi Performa Model	IV-28
Tabel IV-7. Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Deteksi Wajah	IV-29
Tabel IV-8. Pengujian <i>Use Case</i> Mengevaluasi Performa Model	IV-30

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1. Gambar Cara Kerja Yolo	II-2
Gambar II-2. Gambar Cara Kerja Esrgan.....	II-2
Gambar II-3. Gambar Cara Kerja SAHI I.....	II-3
Gambar II-4. Gambar Cara Kerja SAHI II.....	II-4
Gambar III-1. Gambar Widerface _Train.....	III-3
Gambar III-2. Gambar Widerface _val.	III-3
Gambar III-3. Gambar Widerface _Test.	III-4
Gambar III-4. Struktur Penelitian.	III-6
Gambar III-5. Gambar Kerangka Kerja.	III-7
Gambar IV-1. Use Case Diagram.....	IV-9
Gambar IV-2. Antarmuka Perangkat Lunak I.....	IV-14
Gambar IV-3. Antarmuka Perangkat Lunak II	IV-14
Gambar IV-4. Activity Diagram.....	IV-18
Gambar IV-5. Sequence Diagram Deteksi Wajah.	IV-19
Gambar IV-6. Sequence Diagram Evaluasi Model.	IV-21
Gambar IV-7. Class Diagram	IV-24
Gambar IV-8. Implementasi antarmuka I.....	IV-26
Gambar IV-9. Implementasi antarmuka II.....	IV-26
Gambar V-1. Evaluasi ESRGAN.....	V-3
Gambar V-2. Evaluasi Yolo	V-3
Gambar V-3. Evaluasi ESRGAN PSNR.....	V-4
Gambar V-4. Evaluasi ESRGAN SSIM	V-4
Gambar V-5. Evaluasi Yolo	V-7
Gambar V-6. Evaluasi Yolo+SAHI.....	V-8

Gambar V-7. Gambar MaP Evaluasi Yolo	V-9
Gambar V-8. Gambar MaP Evaluasi Yolo+SAHI	V-10
Gambar V-9. Gambar deteksi Yolo	V-12
Gambar V-10. Gambar deteksi Yolo+Esrgan.....	V-12
Gambar V-11. Gambar deteksi Yolo+SAHI	V-13
Gambar V-12. Gambar deteksi Yolo+SAHI+Esrgan	V-13

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab ini berisi terkait latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

1.2 Latar Belakang Masalah

Pengenalan wajah merupakan salah satu teknologi yang semakin berkembang dalam bidang computer vision. Namun, tantangan utama dalam deteksi wajah adalah ketika gambar yang digunakan memiliki resolusi rendah, yang dapat mengurangi akurasi deteksi. Untuk mengatasi masalah ini, teknik super-resolution (SR) telah menjadi solusi yang menjanjikan. Super-resolution adalah proses meningkatkan resolusi gambar dengan memulihkan detail yang hilang, sehingga gambar yang awalnya buram atau kecil dapat ditingkatkan kualitasnya. Teknik ini sangat penting dalam aplikasi pengenalan wajah, terutama ketika gambar sumber memiliki kualitas yang buruk (Zhang et al., 2021).

Salah satu model deteksi objek yang populer adalah YOLOv8 (You Only Look Once version 8), yang dikenal karena kecepatan dan akurasi dalam mendeteksi objek secara real-time. Namun, YOLOv8 masih mengalami kesulitan ketika menghadapi objek beresolusi rendah, termasuk wajah. Untuk meningkatkan kinerja YOLOv8 dalam skenario ini, pendekatan Slicing Aided

Hyper Inference (SAHI) dapat digunakan. SAHI adalah teknik yang memotong gambar menjadi bagian-bagian kecil (slices) untuk memudahkan deteksi objek yang sulit terlihat, termasuk wajah beresolusi rendah. Kombinasi antara YOLOv8 dan SAHI telah menunjukkan peningkatan signifikan dalam deteksi objek kecil (Akyon et al., 2022).

Meskipun SAHI dan YOLOv8 memberikan solusi yang efektif, penggunaan super-resolution tetap menjadi komponen kritis dalam meningkatkan kinerja deteksi wajah beresolusi rendah. Super-resolution bekerja dengan memanfaatkan algoritma pembelajaran mendalam (deep learning) untuk memprediksi dan merekonstruksi detail gambar yang hilang. Beberapa pendekatan super-resolution seperti ESRGAN (Enhanced Super-Resolution Generative Adversarial Networks) dan SwinIR (Swin Transformer for Image Restoration) telah terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas gambar (Wang et al., 2021; Liang et al., 2021). Dengan menggabungkan teknik super-resolution dengan SAHI dan YOLOv8, diharapkan sistem deteksi wajah dapat bekerja lebih optimal, bahkan pada gambar dengan resolusi rendah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendeteksian multi-wajah yang mengintegrasikan teknik super-resolution, YOLOv8, dan SAHI. Dengan memanfaatkan keunggulan masing-masing teknologi, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi deteksi wajah pada gambar beresolusi rendah. Selain itu, penelitian ini juga akan menganalisis efektivitas kombinasi ketiga teknik

tersebut melalui eksperimen yang komprehensif, dengan data yang diambil dari jurnal-jurnal ahli yang tersedia secara gratis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem pengenalan wajah yang lebih robust dan akurat (Chen et al., 2020; Akyon et al., 2022).

Gabungan antara teknologi Super-Resolution dan SAHI memberikan peluang untuk mengatasi tantangan besar dalam pendeteksian multi-wajah, di mana gambar yang terdistorsi atau beresolusi rendah bisa diproses dengan lebih optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggabungan kedua teknologi ini dalam meningkatkan kinerja sistem pendeteksian multi-wajah, terutama pada gambar yang memiliki berbagai orientasi dan kondisi pencahayaan yang berbeda. Berdasarkan pemaparan tersebut, penelitian ini berjudul "Optimalisasi Deteksi Multi Wajah Dengan *SAHI* dan *ESRGAN*."

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan pada latar belakang, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kinerja sistem pendeteksian citra multi-wajah dalam mendeteksi wajah dengan orientasi dan ukuran yang bervariasi menggunakan *Slicing Aided Hyper Inference* (SAHI)?
2. Bagaimana kontribusi teknologi *Super-Resolution* dalam meningkatkan kinerja deteksi wajah pada sistem berbasis *YOLO* dengan metode *SAHI*?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem pendeteksian multi-wajah berbasis *YOLO* yang dioptimalkan dengan metode *SAHI* dan teknologi *Super-Resolution* untuk meningkatkan akurasi pada kondisi wajah yang berorientasi dan berukuran bervariasi.
2. Mengukur tingkat akurasi dari sistem pendeteksian multi-wajah dengan berbagai kondisi dataset.
3. Membandingkan jumlah hasil deteksi wajah *SAHI*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan solusi untuk pengembangan sistem pendeteksian wajah yang mampu mendeteksi wajah dalam berbagai orientasi dan ukuran dengan akurasi tinggi.
2. Menyediakan dasar referensi ilmiah bagi penelitian lebih lanjut terkait integrasi metode *SAHI* dan *Super-Resolution* dalam sistem pendeteksian wajah berbasis *YOLO*.

1.6 Batasan masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Dataset yang digunakan merupakan dataset standar *WIDER FACE* yang mencakup variasi ukuran, pose, pencahayaan, dan resolusi wajah.

2. Sistem pendeteksian wajah akan difokuskan pada gambar wajah tanpa obstruksi signifikan seperti masker, kacamata hitam, atau benda lainnya.
3. Teknologi *Super-Resolution* (ESRGAN) diterapkan untuk meningkatkan resolusi gambar sebelum proses pendeteksian.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan pada penelitian ini.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Bab ini berisi studi literatur terkait masalah dan metode yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Bab ini juga menguraikan penelitian-penelitian terdahulu yang terkait pada penelitian ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai metodologi dan tahapan perancangan penelitian seperti pengumpulan data, metode pengembangan perangkat lunak, dan manajemen proyek penelitian.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab ini membahas setiap tahapan pengembangan sistem yang dilakukan. Pengembangan sistem pendeteksian multi-wajah dilakukan menggunakan Slicing Aided Hyper Inference (SAHI).

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Bab ini berisi hasil pengujian pada perangkat lunak yang telah dikembangkan dan bab ini juga akan memaparkan pembahasan mengenai analisis dari hasil pengujian yang dilakukan.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memberikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

1.8 Kesimpulan

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, serta batasan masalah yang menjadi dasar penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem pendeteksian multi-wajah berbasis YOLO yang dioptimalkan dengan metode *Slicing Aided Hyper Inference* (SAHI) dan teknologi *Super-Resolution*. Pendekatan ini dirancang untuk mengatasi tantangan deteksi wajah dengan orientasi dan ukuran yang bervariasi, sekaligus meningkatkan akurasi dan efisiensi waktu proses. Penjelasan dalam bab ini menjadi landasan utama untuk tahap implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem pendeteksian multi-wajah berbasis SAHI dan *Super-Resolution*, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi pengolahan citra.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Adjabi, I., Ouahabi, A., Benzaoui, A., Taleb-Ahmed, A.** (2020). *Past, Present, and Future of Face Recognition: A Review*. Electronics, 9(8), 1188.
2. **Akyon, F.C., Altinuc, S.O., Temizel, A.** (2022). *Slicing Aided Hyper Inference and Fine-tuning for Small Object Detection*. 2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 966–970.
3. **Gallagher, J.** (2023). *How to Use SAHI to Detect Small Objects*. RoboFlow Blog.
4. **Keles, M.C., Salmanoglu, B., Guzel, M.S., Gursoy, B., Bostanci, G.E.** (2022). *Evaluation of YOLO Models with Sliced Inference for Small Object Detection*. arXiv:2203.04799.
5. **Lin, J., Lin, H., Wang, F.** (2022). *STPM_SAHl: A Small-Target Forest Fire Detection Model Based on Swin Transformer and Slicing Aided Hyper Inference*. Forests, 13(10), 1603.
6. **Wang, D., Wang, J.-G., Xu, K.** (2021). *Deep Learning for Object Detection, Classification and Tracking in Industry Applications*. Sensors, 21(21), 7349.
7. **Yang, L., Yuan, G., Zhou, H., Liu, H., Chen, J., Wu, H.** (2022). *RS-YOLOX: A High-Precision Detector for Object Detection in Satellite Remote Sensing Images*. Applied Sciences, 12(17), 8707.
8. **Zhang, C., Zhang, Z.** (2010). *A Survey of Recent Advances in Face Detection*.
9. **Perez, L., Wang, J.** (2017). *The Effectiveness of Data Augmentation in Image Classification using Deep Learning*.
10. **Ren, S., He, K., Girshick, R., Sun, J.** (2016). *Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks*.
11. **Rezatofghi, H., Tsoi, N., Gwak, J., Sadeghian, A., Reid, I., Savarese, S.** (2019). *Generalized Intersection over Union: A Metric and A Loss for Bounding Box Regression*.
12. **Szeliski, R.** (2021). *Computer Vision: Algorithms and Applications* (2nd ed.).

13. **Lubis, A.A., Sirait, P., Albert, Tanrisiono, A., Andy.** (2019). *Klasifikasi Citra Multi Wajah Menggunakan Domain Adaptive Faster Region Convolutional Neural Network*. J. SIFO Mikroskil, 20(2).
14. **Sitorus, M., Fadillah, N.** (2020). *Multi Face Detection System Using Haar Cascade Classifier Method*. J. Inform. Dan Teknol. Komput. (J-ICOM), 1(1), 1–5.
15. **Malviya, N.** (2024). *Evaluation of Object Detection Models — Flops, FPS, Latency, Params, Size, Memory, Storage, mAP* Medium.