

Sistem Pendeteksian Multi-Wajah Menggunakan Metode *Slicing Aided Hyper Inference (SAHI)*

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Informatika*



Oleh :

Miftahul Oktaviandie

NIM : 09021382025158

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Sistem Pendeteksian Multi-Wajah Menggunakan Metode *Slicing Aided Hyper Inference (SAHI)*

Oleh :

Miftahul Oktaviandie

NIM : 09021382025158

Palembang, 3 Oktober 2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria, Ph.D.

NIP-198004182020121001

Pembimbing,

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

NIP 198005222008121002

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF

Pada hari Jumat tanggal 13 September 2024 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Miftahul Oktaviandie

NIM : 09021382025158


Judul : Sistem Pendeteksian Multi-Wajah Menggunakan Metode *Slicing Aided Hyper Inference (SAHI)*

dan dinyatakan LULUS.

1. Ketua Penguji

Yunita, M.Cs.

NIP. 198306062015042002


.....

2. Penguji

Anggina Primanita, M.IT., Ph.D.


NIP. 198908062015042002


.....

3. Pembimbing

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

NIP. 198005222008121002


.....

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria, Ph.D

NIP. 198004182020121001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Miftahul Oktaviandie

NIM : 09021382025158

Program Studi : Teknik Informatika

Judul Skripsi : Sistem Pendeteksian Multi-Wajah Menggunakan Metode *Slicing Aided Hyper Inference (SAHI)*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 6%

Menyatakan bahwa laporan proyek 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, Saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan dari pihak mana pun.



Palembang, 3 Oktober 2024



Miftahul Oktaviandie

NIM 09021382025158

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ، وَإِلَى رَبِّكَ فَارْغَبْ^ع

(الإنشراح)

Karya Tulis ini Dipersembahkan kepada :

1. Allah dan Rasul
2. Keluarga
3. Sahabat
4. Fakultas Ilmu Komputer
5. Universitas Sriwijaya

ABSTRACT

Face detection is the basis of the recognition process used in various applications such as security, biometrics, and law enforcement. Multi-face detection becomes relevant for detecting face more than one at a time. The challenge in developing a multi-face detection system involves the complexity of managing several special conditions, one of which is the condition of different face orientations that have an impact on the accuracy and the detection time. This research uses the Slicing Aided Hyper Inference (SAHI) to develop a face detection system that is tested using test images taken from student face images. Based on the research result, SAHI configuration has an influence on the accuracy and total detection time. The detection system can detect multi-face images with an average detection time of 13,5 seconds and with the accuracy by each test, 0,92, 0,79, 0,84, 0,81, 0,84, 0,81, 0,84, dan 0,82.

Keywords : Face Detection, Multi-Face Detection, You Look Only Once (YOLO), Slicing Aided Hyper Inference (SAHI), Computer Vision.

ABSTRAK

Pendeteksian wajah merupakan dasar dari proses pengenalan yang digunakan dalam berbagai aplikasi seperti keamanan, biometrik, dan penegakan hukum. Dalam beberapa kondisi, pendeteksian multi-wajah menjadi semakin relevan untuk mendeteksi lebih dari satu waktu. Tantangan dalam pengembangan sistem pendeteksian multi-wajah melibatkan kompleksitas dalam mengelola beberapa kondisi khusus, salah satunya adalah kondisi orientasi arah wajah yang berbeda-beda yang berdampak pada hasil akurasi dan waktu yang dibutuhkan untuk proses pendeteksian. Penelitian ini menggunakan metode *Slicing Aided Hyper Inference (SAHI)* untuk mengembangkan sistem pendeteksian wajah yang diuji menggunakan citra uji yang diambil dari citra wajah mahasiswa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, konfigurasi pendeteksian *SAHI* memiliki pengaruh terhadap akurasi dan total waktu deteksi yang dihasilkan. Sistem pendeteksian yang dikembangkan dapat melakukan deteksi pada citra multi-wajah dengan rata-rata waktu deteksi sebesar 13,5 detik dengan akurasi yang dihasilkan tiap pengujian yaitu 0,92, 0,79, 0,84, 0,81, 0,84, 0,81, 0,84, dan 0,82.

Kata Kunci : Deteksi Wajah, Deteksi Multi-Wajah, *You Look Only Once (YOLO)*, *Slicing Aided Hyper Inference (SAHI)*, *Computer Vision*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas nikmat rahmat, rahim, dan hidayah-Nya sehingga karya tulis skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Program Strata-1 di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala atas nikmat rahmat, rahim, dan hidayah-Nya.
2. Kedua orang tua, serta keluarga yang telah mendoakan dan memberi dukungan.
3. Bapak Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing.
4. Bapak Hadipurnawan Satria, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika.
5. Seluruh dosen serta staf Fakultas Ilmu Komputer UNSRI yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa perkuliahan.
6. Teman dan sahabat yang telah memberi bantuan dan dukungan selama masa perkuliahan dan dalam pengerjaan skripsi.
7. Semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan pada bidang terkait. Segala kekurangan, saran, dan kritik diharapkan dapat menjadi pembelajaran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Palembang, 3 Oktober 2024

Penulis,



Miftahul Oktaviandie

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Pendahuluan	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah	I-1
1.3 Rumusan Masalah	I-4
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-5
1.6 Batasan Masalah	I-5
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-6
1.8 Kesimpulan.....	I-7
BAB II KAJIAN LITERATUR	II-1
2.1 Pendahuluan	II-1
2.2 Landasan Teori	II-1
2.2.1 Citra Digital	II-1
2.2.2 Deteksi Objek	II-1
2.2.3 Deteksi Wajah.....	II-2
2.2.4 <i>Slicing Aided Hyper Inference (SAHI)</i>	II-2
2.2.5 <i>Intersection Over Union (IoU)</i>	II-4
2.2.6 Latensi.....	II-5
2.2.7 Data Preprocessing	II-5

2.3 Penelitian Lain yang Relevan.....	II-7
2.4 Kesimpulan.....	II-9
BAB III METODOL OGI PENELITIAN	III-1
3.1 Pendahuluan	III-1
3.2 Pengumpulan Data	III-1
3.3 Tahapan Penelitian	III-2
3.4 Menentukan Kerangka Kerja.....	III-2
3.5 Menentukan Kriteria Pengujian.....	III-3
3.6 Menentukan Format Pengujian	III-4
3.7 Menentukan Alat Bantu Penelitian.....	III-4
3.8 Melakukan Pengujian Penelitian	III-5
3.9 Manajemen Proyek Penelitian.....	III-5
3.10 Kesimpulan.....	III-6
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 Kebutuhan.....	IV-1
4.2.3 Analisis dan Desain	IV-2
4.2.4 Implementasi.....	IV-3
4.3 Fase Elaborasi.....	IV-5
4.3.1 Pemodelan Bisnis.....	IV-5
4.3.2 Kebutuhan.....	IV-7
4.3.3 Analisis dan Desain	IV-7
4.4 Fase Konstruksi	IV-9
4.4.1 Kebutuhan.....	IV-9
4.4.2 Implementasi.....	IV-10
4.5 Fase Transisi.....	IV-11
4.5.1 Pemodelan Bisnis.....	IV-11
4.5.2 Kebutuhan.....	IV-11
4.5.3 Analisis dan Desain	IV-12
4.5.4 Implementasi.....	IV-12
4.6 Kesimpulan.....	IV-13
BAB V HASIL DAN ANALISIS	V-1

5.1 Pendahuluan	V-1
5.2 Hasil Penelitian.....	V-1
5.2.1 Konfigurasi Percobaan.....	V-1
5.2.2 Hasil Pengujian	V-2
5.3 Analisis Hasil Penelitian	V-40
5.4 Kesimpulan.....	V-43
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	VI-1
6.1 Pendahuluan	VI-1
6.2 Kesimpulan.....	VI-1
6.3 Saran	VI-1
DAFTAR PUSTAKA	xv
LAMPIRAN.....	xv

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III-1. Sampel Citra Wajah Mahasiswa.....	III-1
Tabel III-2. Tabel Hasil Pengujian.....	III-4
Tabel III-3. Tabel Manajemen Proyek Penelitian.....	III-5
Tabel IV-1. Kebutuhan Fungsional Perangkat Lunak.....	IV-2
Tabel IV-2. Kebutuhan Non-Fungsional Perangkat Lunak.....	IV-2
Tabel IV-3. Sampel Citra Uji dan Anotasi <i>Ground-Truth Bounding Box</i>	IV-3
Tabel IV-4. Definisi Aktor.....	IV-4
Tabel IV-5. Definisi <i>Use Case</i>	IV-4
Tabel IV-6. Skenario <i>Use Case Input Data</i>	IV-5
Tabel IV-7. Rencana Pengujian Perangkat Lunak.....	IV-12
Tabel IV-8. Pengujian Perangkat Lunak.....	IV-12
Tabel V-1. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji A Menggunakan <i>YOLO</i>	V-4
Tabel V-2. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji A Menggunakan <i>SAHI</i>	V-5
Tabel V-3. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji B Menggunakan <i>YOLO</i>	V-8
Tabel V-4. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji B Menggunakan <i>SAHI</i>	V-9
Tabel V-5. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji C Menggunakan <i>YOLO</i>	V-12
Tabel V-6. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji C Menggunakan <i>SAHI</i>	V-13
Tabel V-7. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji D Menggunakan <i>YOLO</i>	V-17
Tabel V-8. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji D Menggunakan <i>SAHI</i>	V-18
Tabel V-9. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji E Menggunakan <i>YOLO</i>	V-21
Tabel V-10. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji E Menggunakan <i>SAHI</i>	V-22
Tabel V-11. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji 1 Menggunakan <i>YOLO</i>	V-25
Tabel V-12. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji 1 Menggunakan <i>SAHI</i>	V-26
Tabel V-13. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji 2 Menggunakan <i>YOLO</i>	V-30
Tabel V-14. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji 2 Menggunakan <i>SAHI</i>	V-31
Tabel V-15. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji 3 Menggunakan <i>YOLO</i>	V-34
Tabel V-16. Hasil Nilai <i>IoU</i> Citra Uji 3 Menggunakan <i>SAHI</i>	V-37
Tabel V-17. Hasil Pengujian Menggunakan Deteksi Standar <i>YOLO</i>	V-42
Tabel V-18. Hasil Pengujian Menggunakan Deteksi <i>SAHI</i>	V-42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II-1. Proses Eksekusi <i>Framework SAHI</i>	II-3
Gambar II-2. Contoh pendeteksian pada rambu tanda berhenti.....	II-4
Gambar II-3. Perhitungan Metrik <i>Intersection Over Union (IoU)</i>	II-5
Gambar II-4. Contoh augmentasi data	II-6
Gambar III-1. Tahapan Penelitian.....	III-2
Gambar III-2. Kerangka Kerja Penelitian	III-3
Gambar III-3. Contoh kriteria skor akurasi <i>IoU</i>	III-4
Gambar IV-1. <i>Use Case Diagram</i>	IV-4
Gambar IV-2. Rancangan Antarmuka Halaman	IV-6
Gambar IV-3. Rancangan Antarmuka Tampilan Hasil Deteksi.....	IV-6
Gambar IV-4. <i>Activity Diagram</i>	IV-8
Gambar IV-5. <i>Sequence Diagram</i> Perangkat Lunak	IV-9
Gambar IV-6. <i>Class Diagram</i>	IV-9
Gambar IV-7. Tampilan antarmuka halaman awal	IV-10
Gambar IV-8. Tampilan Antarmuka Hasil Deteksi	IV-10
Gambar IV-9. Tampilan Antarmuka Data Hasil Prediksi.....	IV-11
Gambar V-1. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji A Menggunakan <i>YOLO</i>	V-3
Gambar V-2. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji A Menggunakan <i>SAHI</i>	V-3
Gambar V-3. Grafik Nilai <i>IoU</i> pada Citra Uji A	V-6
Gambar V-4. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji B Menggunakan <i>YOLO</i>	V-7
Gambar V-5. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji B Menggunakan <i>SAHI</i>	V-7
Gambar V-7. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji C Menggunakan <i>YOLO</i>	V-11
Gambar V-8. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji C Menggunakan <i>SAHI</i>	V-11
Gambar V-9. Grafik Nilai <i>IoU</i> pada Citra Uji B.....	V-15
Gambar V-10. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji D Menggunakan <i>YOLO</i>	V-16
Gambar V-11. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji D Menggunakan <i>SAHI</i>	V-16
Gambar V-12. Grafik Nilai <i>IoU</i> pada Citra Uji D	V-19
Gambar V-13. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji E Menggunakan <i>YOLO</i>	V-20
Gambar V-14. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji E Menggunakan <i>SAHI</i>	V-20
Gambar V-15. Grafik Nilai <i>IoU</i> pada Citra Uji E.....	V-23

Gambar V-16. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji 1 Menggunakan <i>YOLO</i>	V-24
Gambar V-17. Visualisasi Hasil Deteksi Citra Uji 1 Menggunakan <i>SAHI</i>	V-24
Gambar V-18. Grafik Nilai <i>IoU</i> pada Citra Uji 1	V-28
Gambar V-19. Hasil Deteksi Citra Uji 2 Menggunakan <i>YOLO</i>	V-29
Gambar V-20. Hasil Deteksi Citra Uji 2 Menggunakan <i>SAHI</i>	V-29
Gambar V-21. Grafik Nilai <i>IoU</i> pada Citra Uji 2	V-32
Gambar V-22. Hasil Deteksi Citra Uji 3 Menggunakan <i>YOLO</i>	V-33
Gambar V-23. Hasil Deteksi Citra Uji 3 Menggunakan <i>SAHI</i>	V-34
Gambar V-24. Grafik Nilai <i>IoU</i> pada Citra Uji 3	V-40
Gambar V-25. Grafik Rata-Rata Nilai <i>IoU</i> Pengujian	V-43

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

Wajah adalah hal pertama yang seseorang ingat ketika mereka bertemu. Selain digunakan untuk mengenali seseorang, wajah menjadi salah satu bagian tubuh yang digunakan dalam sistem keamanan biometrik, selain sidik jari dan iris mata. Wajah adalah fitur biometrik yang alami dan mudah untuk didapatkan tanpa harus melalui kontak fisik. Oleh karena itu wajah dapat digunakan sebagai pengenal individu yang efektif untuk berbagai keperluan karena kemudahan pengambilannya secara digital melalui kamera, serta dengan bantuan teknologi pendeteksian wajah yang semakin berkembang (Adjabi dkk, 2020).

Pendeteksian wajah merupakan dasar dari proses pengenalan wajah yang juga merupakan salah satu bagian dari *computer vision* (Sitorus dan Fadillah, 2020). Sistem pendeteksian wajah bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengekstraksi fitur wajah dari gambar diam maupun gambar bergerak yang memungkinkan untuk digunakan di berbagai kondisi.

Pendeteksian wajah sebagai dasar proses dari pengenalan wajah memiliki urgensi yang tinggi dalam penerapannya di berbagai bidang.

Berdasarkan laporan dari *U.S. Government Accountability Office (GAO)*, 18 dari 24 agen federal menggunakan teknologi pengenalan wajah untuk berbagai keperluan, seperti keamanan siber, penegakan hukum domestik, dan keamanan fisik (*U.S. GAO, 2021*). Laporan ini mengungkapkan bahwa teknologi pengenalan wajah digunakan untuk mengidentifikasi individu dalam penyelidikan kriminal, mengawasi lokasi untuk mendeteksi individu pada daftar pantauan, dan untuk mengontrol akses ke fasilitas tertentu. Namun terdapat kondisi yang mengharuskan sistem untuk memiliki kemampuan mendeteksi lebih dari satu wajah pada satu waktu. Pendeteksian wajah pada citra multi-wajah akan menjadi relevan untuk digunakan pada kondisi tersebut.

Pendeteksian multi-wajah mengacu pada kemampuan sistem untuk mendeteksi dan melokalisasi lebih dari satu wajah yang terdapat dalam gambar atau video secara bersamaan dalam satu waktu. Tantangan dalam pengembangan sistem pendeteksian multi-wajah melibatkan kompleksitas dalam mengelola beberapa kondisi khusus, salah satunya adalah sudut pandang wajah yang tidak frontal (*non-frontal face*). Hal ini dapat berdampak pada performa akurasi dan waktu yang dibutuhkan untuk proses pendeteksian.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ali Akbar Lubis dkk, pendeteksian citra multi wajah yang menggunakan metode *Faster R-CNN* dengan kondisi wajah yang menghadap ke depan menghasilkan nilai *recall*, *precision*, dan *accuracy* masing-masing bernilai 89%, 89%, dan 80%. Sementara pendeteksian citra multi wajah dengan kondisi menghadap ke berbagai arah

memiliki nilai recall, precision, dan accuracy masing-masing bernilai 94%, 84%, dan 80% (Lubis dkk, 2019).

Slicing Aided Hyper Inference (SAHI) merupakan metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan performa akurasi pada pendeteksian objek kecil yang melibatkan proses inferensi pada beberapa bagian gambar dan kemudian mengakumulasi hasilnya. Meskipun metode *SAHI* dapat menunjukkan potensi yang menarik, namun belum banyak penelitian yang menyelidiki secara mendalam penerapan dari metode ini khususnya dalam konteks pendeteksian multi-wajah.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Muhammed Can Keleş dkk, penggunaan *sliced inference* pada pendeteksian objek yang menggunakan model *YOLOv5-Large* dan *YOLOX-Large* dalam beberapa skenario dapat meningkatkan skor *AP50* pada *dataset* standar dan *dataset* yang dipangkas. Model yang menghasilkan performa terbaik adalah model *YOLOv5-Large* dengan skor *AP50* mencapai 48.8 yang telah dilakukan *training* dengan *dataset* yang dipangkas dan dengan menerapkan *sliced inference*. Model yang dilatih dengan *dataset* yang dipangkas dan diuji dengan *standard inference* dapat menurunkan performa. Sementara model yang dilatih dengan *dataset* yang dipangkas dapat memberikan peningkatan performa ketika dievaluasi menggunakan *sliced inference* (Keles dkk, 2022).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini menggunakan *SAHI* untuk mengetahui performa pendeteksian multi-wajah menggunakan data latih wajah dengan orientasi arah wajah yang berbeda-beda. Oleh karena itu, maka

disusunlah penelitian dengan judul “Sistem Pendeteksian Multi-Wajah Menggunakan Metode *Slicing Aided Hyper Inference (SAHI)*.”

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana hasil akurasi sistem pendeteksian citra multi-wajah dengan kondisi orientasi arah wajah yang berbeda.
2. Bagaimana hasil waktu proses deteksi sistem pendeteksian citra multi-wajah dalam mendeteksi wajah dengan kondisi orientasi arah wajah yang berbeda menggunakan *Slicing Aided Hyper Inference (SAHI)*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem yang dapat mendeteksi citra multi-wajah dengan kondisi orientasi arah wajah yang berbeda-beda menggunakan *SAHI*.
2. Mengetahui seberapa besar hasil akurasi dan waktu proses deteksi dari sistem pendeteksian citra multi-wajah.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat diterapkan pada sistem yang membutuhkan kemampuan pendeteksian wajah dengan kondisi yang relevan.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rujukan untuk penelitian terkait.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan merupakan citra wajah mahasiswa yang diambil langsung dengan kondisi orientasi arah wajah yang berbeda. Orientasi yang ada pada citra wajah yaitu citra wajah yang menghadap ke arah depan (*frontal-face*), citra wajah yang menghadap ke arah kiri, citra wajah yang menghadap ke arah kanan, citra wajah yang menghadap ke arah atas, dan citra wajah yang menghadap ke arah bawah.
2. Citra wajah yang digunakan merupakan citra wajah dengan kondisi yang tidak terhalang oleh objek lain.
3. Area wajah yang menjadi acuan *ground-truth bounding box* untuk mengukur akurasi yaitu meliputi dahi, mata, alis, hidung, pipi, dagu, dan garis rahang.

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 dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penelitian yang akan dijadikan sebagai pokok pikiran untuk mengembangkan dan menguji sistem pendeteksian multi-wajah menggunakan metode *Slicing Aided Hyper Inference (SAHI)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjabi, I., Ouahabi, A., Benzaoui, A., Taleb-Ahmed, A., 2020. Past, Present, and Future of Face Recognition: A Review. *Electronics* 9, 1188. <https://doi.org/10.3390/electronics9081188>
- Akyon, F.C., Altinuc, S.O., Temizel, A., 2022. Slicing Aided Hyper Inference and Fine-tuning for Small Object Detection, in: 2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). pp. 966–970. <https://doi.org/10.1109/ICIP46576.2022.9897990>
- Gallagher, J., 2023. How to Use SAHI to Detect Small Objects [WWW Document]. Roboflow Blog. URL <https://blog.roboflow.com/how-to-use-sahi-to-detect-small-objects/> (accessed 6.11.24).
- Gandhi, A., 2021. Data Augmentation | How to use Deep Learning when you have Limited Data [WWW Document]. Nanonets Intell. Autom. Bus. Process AI Blog. URL <https://nanonets.com/blog/data-augmentation-how-to-use-deep-learning-when-you-have-limited-data-part-2/> (accessed 6.13.24).
- Gonzalez, R.C., Woods, R.E., 2018. Digital image processing. Pearson, New York, NY.
- 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. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.04799>
- 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, 1603. <https://doi.org/10.3390/f13101603>
- 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. <https://doi.org/10.55601/jsm.v20i2.673>
- Malviya, N., 2024. Evaluation of Object Detection Models — Flops, FPS, Latency, Params, Size, Memory, Storage, mAP.... Medium. URL <https://medium.com/@nikitamalviya/evaluation-of-object-detection->

models-flops-fps-latency-params-size-memory-storage-map-8dc9c7763cfe
(accessed 6.20.24).

- Ming-Hsuan Yang, Kriegman, D.J., Ahuja, N., 2002. Detecting faces in images: a survey. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* 24, 34–58. <https://doi.org/10.1109/34.982883>
- Office, U.S.G.A., n.d. Facial Recognition Technology: Current and Planned Uses by Federal Agencies | U.S. GAO [WWW Document]. URL <https://www.gao.gov/products/gao-21-526> (accessed 5.27.24).
- Perez, L., Wang, J., 2017. The Effectiveness of Data Augmentation in Image Classification using Deep Learning.
- Ren, S., He, K., Girshick, R., Sun, J., 2016. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks.
- 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.
- Rosebrock, A., 2016. Intersection over Union (IoU) for object detection. PyImageSearch. URL <https://pyimagesearch.com/2016/11/07/intersection-over-union-iou-for-object-detection/> (accessed 6.11.24).
- Sitorus, M., Fadillah, N., 2020. MULTI FACE DETECTION SYSTEM USING HAAR CASCADE CLASSIFIER METHOD. *J. Inform. Dan Teknol. Komput. J-ICOM* 1, 1–5. <https://doi.org/10.33059/j-icom.v1i1.2728>
- Szeliski, R., 2021. *Computer Vision: Algorithms and Applications*, 2nd Edition.
- Wang, D., Wang, J.-G., Xu, K., 2021. Deep Learning for Object Detection, Classification and Tracking in Industry Applications. *Sensors* 21, 7349. <https://doi.org/10.3390/s21217349>
- 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. *Appl. Sci.* 12, 8707. <https://doi.org/10.3390/app12178707>
- Zhang, C., Zhang, Z., 2010. A Survey of Recent Advances in Face Detection.