

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI ALGORITMA YOLOv5
UNTUK PENGENALAN WAJAH**

Oleh
Tb. Ahmad Amin
065117245



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024**

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI ALGORITMA YOLOv5
UNTUK PENGENALAN WAJAH**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Komputer Jurusan Ilmu Komputer
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Oleh
Tb. Ahmad Amin
065117245



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024**

HALAMAN KREASI/ PERSEMBAHAN SKRIPSI

Allah berfirman di dalam Al-Quran :

“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri...”
(Q.S. Al-Isra:7)

Skripsi ini tak akan pernah terwujud tanpa pertolongan Allah yang Maha Kuasa,
dan wasiat mulia Rasulullah yang menjadi cahaya dalam langkah-langkah kehidupan.

Dengan hati yang penuh rasa terima kasih, kupersembahkan skripsi ini kepada:

Kedua orang tuaku tercinta,
yang selalu memberikan cinta, doa, dukungan, serta pengorbanan tanpa batas.
Terima kasih atas segala kasih sayang dan kesabaran yang tak pernah habis.

Keluarga besar,
yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama
perjalanan akademik ini.

Ibu dan Bapak dosen Program Studi Ilmu Komputer
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan Bogor,
yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta dukungan selama masa studi
hingga selesainya skripsi ini.

Teman-teman Angkatan 2017, terkhusus kelas ekstensi,
yang telah menjadi teman seperjuangan dalam setiap proses, baik suka
maupun duka.

Teman-teman Asrama Global Leadership,
yang telah memberikan dukungan moral dan semangat selama masa studi ini.

Sahabat-sahabatku,
yang selalu ada di saat-saat sulit maupun senang, memberikan semangat dan
motivasi untuk terus maju.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan memberikan
semangat selama penyusunan skripsi ini.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Implementasi Algoritma YOLOv5 untuk Pengenalan Wajah

Nama : Tb. Ahmad Amin

NPM : 065117245

Mengesahkan,

Pembimbing Pendamping
Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA - UNPAK

Pembimbing Utama
Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA - UNPAK

Mulyati, S.Si., M.Kom.

Dr. Tjut Awaliyah Zuraiyah., S.Kom., M.Kom.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK

Dekan
FMIPA - UNPAK

Arie Qur'ania, M.Kom.

Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

Sejauh yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan karya tulis yang pernah dipublikasikan atau sudah pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian- bagian di mana sumber informasinya dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kelak dikemudian hari terdapat gugatan, penulis bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bogor, Juli 2024

Tb Ahmad Amin

PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Tb Ahmad Amin
NPM : 065117245
Judul Skripsi : Implementasi Algoritma YOLOv5 untuk Pengenalan Wajah

Dengan ini saya menyatakan bahwa Paten dan Hak Cipta dari produk Skripsi dan Tugas Akhir di atas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan Paten, hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pakuan.

Bogor, Juli 2024

Tb Ahmad Amin
NPM. 065117245

RIWAYAT HIDUP



Tb Ahmad Amin (penulis) lahir di Cianjur pada tanggal 13 November 1999 dari pasangan Tubagus Hadiri dan Nana Ruhiyana.

Penulis lulus pendidikan SMA/ Sederajat pada tahun 2017 dari MAN 1 Cianjur dan melanjutkan pendidikan sarjana di Universitas Pakuan, Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Bogor.

Ketekunan dan motivasi yang tinggi dari penulis untuk terus belajar dan berusaha berbuah hasil mampu menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan. Akhir kata penyusun mengucapkan rasa syukur yang sebesar besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul Implementasi Algoritma YOLOv5 untuk Pengenalan Wajah.

RINGKASAN

Tb Ahmad Amin. Implementasi Algoritma YOLOv5 untuk Pengenalan Wajah. Dibawah bimbingan Dr. Tjut Awaliyah Zuraiyah., S.Kom., M.Kom. dan Mulyati, S.Si., M.Kom.

Asrama Global Leadership dari Yayasan Sahabat Subuh merupakan sebuah lembaga pendidikan yang menampung mahasiswa tingkat akhir yang sedang menjalani perkuliahan. asrama ini terdiri dari empat asrama yang terletak di berbagai lokasi, yaitu Villa Mutiara, Villa Citra Bantarjati, Perumahan Taman Dramaga Permai, dan di Ciomas Permai sebagai pusat kegiatan asrama. Namun, karena asrama-asrama ini terpisah oleh jarak yang cukup jauh, diperlukan sistem yang dapat membantu dalam pemantauan asrama, salah satunya adalah sistem pengenalan wajah. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih canggih dan otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dengan menggunakan sistem pengenalan wajah di asrama Global Leadership. Salah satu pendekatan teknologi adalah dengan menggunakan Algoritma *You Only Look Once* dalam pengenalan wajah mahasiswa. Hasil yang telah didapatkan dari proses pelatihan (*training*) dengan membagi dataset menggunakan metode K-Fold dengan nilai $k = 5$ menunjukkan bahwa fold ke-3 memberikan hasil yang paling baik dibandingkan dengan fold lainnya yaitu dengan nilai *Precision* sebesar 94%, *Recall* 89.8%, *mAP50* 93.5%, dan *mAP50-95* 78.9%. Model yang telah dipilih kemudian diuji coba menggunakan dataset latih menghasilkan nilai matriks *Precision* sebesar 88.6%, *Recall* 92.6%, *mAP50* 94.3%, dan *mAP50-95* 82.6%. Secara keseluruhan, perbedaan kinerja antara data validasi dan *test* menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik. Performa yang konsisten menunjukkan bahwa model mampu menangani data baru dengan baik. Pada skenario dan hasil uji coba pengenalan wajah dengan 80 skenario pengujian menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang cukup baik dalam mengenali wajah, dengan tingkat keberhasilan sebesar 77,5% atau 62 dari 80 skenario uji coba. Oleh karena itu, model ini dapat digunakan untuk pengenalan wajah di asrama Global Leadership dengan penyesuaian seperti peningkatan akurasi.

Kata Kunci : Asrama, Pengenalan wajah, Algoritma YOLO (*You Only Look Once*), Image Processing, K-Fold.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan penulis kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini yang berjudul “Implementasi Algoritma YOLOv5 untuk Pengenalan Wajah”. Tanpa pertolongan-Nya tentunya penulis tidak akan sanggup untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa’atnya di akhirat nanti.

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat sehat-Nya, baik itu berupa sehat fisik maupun akal pikiran, sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan pembuatan tugas akhir sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer di Program Studi Ilmu Komputer FMIPA UNPAK Bogor.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis dengan senang hati ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Dr. Tjut Awaliyah Zuraiyah., S.Kom., M.Kom., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, semangat dan motivasi kepada penulis.
2. Mulyati, S.Si., M.Kom., selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan, semangat dan motivasi kepada penulis.
3. Arie Qur’ania, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer yang telah memberikan dorongan moril dan motivasi kepada penulis.
4. Kedua Orang Tua yang telah memberikan doa, perhatian, dukungan moril, materil dan motivasinya kepada penulis

Menyadari keterbatasan waktu dan kemampuan dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan diterima dengan senang hati. Mudah-mudahan Allah SWT akan membalas semua kebaikan kepada semua pihak yang membantu. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bogor, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN KREASI/ PERSEMBAHAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA	iv
RIWAYAT HIDUP	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	1
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Tujuan	3
1.3. Ruang Lingkup.....	3
1.4. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Citra.....	4
2.2. <i>Image Processing</i>	4
2.3. <i>K-Fold Cross-Validation</i>	5
2.4. <i>You Only Look Once (YOLO)</i>	5
2.5. YOLOv5	6
2.6. Arsitektur YOLOv5	9
2.7. Matriks Evaluasi	10
2.8. Penelitian terdahulu	12
2.9. Perbandingan penelitian terdahulu.....	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1. Metodologi Penelitian.....	15
3.2. Alat dan Bahan.....	16
BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI.....	17
4.1. Akuisisi Data.....	17
4.2. <i>Pre-processing</i>	18
4.3. <i>Processing</i>	21
4.4. Evaluasi model.....	22
4.5. Tahap Implementasi.....	23
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	25
5.1. Hasil	25
5.2. Pembahasan.....	27
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	29
6.1. Kesimpulan	29
6.2. Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>K-Fold Cross Valdiation</i>	5
Gambar 2. Deteksi Model YOLO (Redmon et al., 2016).....	5
Gambar 3. Perbandingan peforma varian model YOLOv5 (Jocher et al., 2022)	6
Gambar 4. Perbandingan model YOLOv5 dengan model lain.....	7
Gambar 5. <i>Grid</i> pada citra	8
Gambar 6. Arsitektur YOLOv5 (Jhatial et al., 2022)	10
Gambar 7. Confusion Matrix (Sary et al., 2023)	11
Gambar 8. Tahapan <i>Image Processing</i>	15
Gambar 9. Pengumpulan data sekunder	17
Gambar 10. Pengumpulan open data	18
Gambar 11. Pembagian dataset menggunakan metode K-Fold.....	18
Gambar 12. <i>Flowchart Pre-Processing</i>	19
Gambar 13. Seleksi Citra.....	19
Gambar 14. Anotasi citra.....	20
Gambar 15. <i>Resize</i>	20
Gambar 16. <i>Augmentation</i>	21
Gambar 17. <i>Export Dataset</i>	21
Gambar 18. <i>Labelling custom dataset</i>	23
Gambar 19. <i>Training custom dataset</i>	23
Gambar 20. <i>Validation training model</i>	24
Gambar 21. Hasil testing model	24
Gambar 22. Perbandingan hasil pelatihan	25
Gambar 23. Hasil <i>training</i> model fold-3	25
Gambar 24. Hasil uji coba model	26

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Parameter-parameter dalam bounding box	8
Tabel 2. Tabel Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	13
Tabel 3. Label untuk anotasi citra	19
Tabel 4. Perbandingan confusion matrix menggunakan dataset validasi dan test	26
Tabel 5. Hasil Skenario dan hasil uji coba pengenalan wajah.....	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keputusan Pengangkatan Pembimbing Tugas Akhir	33
Lampiran 2. Kartu Bimbingan Mahasiswa	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Asrama Global Leadership dari Yayasan Sahabat Subuh merupakan sebuah lembaga pendidikan yang menampung mahasiswa tingkat akhir yang sedang menjalani perkuliahan. asrama ini terdiri dari empat asrama yang terletak di berbagai lokasi, yaitu Villa Mutiara, Villa Citra Bantarjati, Perumahan TDP (Taman Dramaga Permai), dan di Ciomas Permai sebagai pusat kegiatan asrama. Namun, karena asrama-asrama ini terpisah oleh jarak yang cukup jauh, diperlukan sistem yang dapat membantu dalam pemantauan asrama, salah satunya adalah sistem pengenalan wajah.

Sistem pengenalan wajah adalah sistem yang dapat mengenali seseorang berdasarkan karakteristik wajah. Sistem ini memiliki banyak manfaat, salah satunya adalah untuk meningkatkan keamanan asrama (N. Dewi & Ismawan, 2021). Dengan sistem pengenalan wajah, petugas asrama dapat dengan mudah mengetahui identitas pendatang yang memasuki asrama. Selain itu, sistem pengenalan wajah juga dapat digunakan untuk keperluan lain, seperti presensi, pemantauan aktivitas pendatang, dan manajemen akses.

Pemantauan asrama yang menggunakan metode manual sering kali tidak mampu memberikan akurasi yang tepat dan berpotensi adanya manipulasi dalam mengisi presensi kehadiran (Salamah et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih canggih dan otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dengan menggunakan sistem pengenalan wajah di asrama Global Leadership. Salah satu pendekatan teknologi adalah dengan menggunakan Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) dalam pengenalan wajah mahasiswa (Hidayatulloh, 2021). YOLO memiliki keunggulan utama dalam aspek kecepatan tinggi, efisiensi optimal, kemampuan deteksi untuk multiple kelas, dan fleksibilitas arsitektur. Dengan kemampuan untuk menghasilkan prediksi objek dengan cepat, YOLO dapat memproses citra secara efisien melalui pendekatan paralel. Pendekatan YOLO juga memungkinkan deteksi objek secara simultan dalam berbagai kelas, dapat disesuaikan dengan berbagai situasi penggunaan (Alfarizi et al., 2023).

Beberapa penelitian terdahulu yang telah menerapkan algoritma YOLO dalam sistem presensi diantaranya dilakukan oleh Hidayatulloh (2021) dengan judul Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Yolo (*You Only Look Once*). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pengenalan wajah dengan menggunakan algoritma YOLO memiliki tingkat akurasi 100% dengan sudut kamera berada di posisi depan, kanan, dan kiri terhadap wajah, Untuk pengenalan dan identifikasi wajah dengan berbagai sudut pandang memiliki akurasi 100%. sedangkan pengujian pengenalan dengan jarak 30-100 cm memiliki akurasi 100% Dan jarak 5-20 cm dan memiliki akurasi 100%

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Sugianto et al. (2022) dengan judul Implementasi Pengenalan Wajah untuk Presensi Menggunakan Metode YoloV3. Penelitiannya menjelaskan bahwa YOLOv3 adalah metode yang cepat dan tepat dalam mengenal wajah karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Penelitian dan ujicoba yang dilakukan menggunakan epoch sebesar 200 dan batch sebesar 16, berhasil dilakukan dengan hasil akurasi sebesar 86 dalam mengenali wajah dan dapat digunakan pada presensi menggunakan pengenalan wajah.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Hartiwi et al., (2020) dengan judul Sistem Manajemen Absensi dengan Fitur Pengenalan Wajah dan GPS Menggunakan YOLO

pada Platform Android. Hasil penelitiannya memaparkan bahwa Hasil dari pengujian ini didapat akurasi sebesar 0.93435 dan tersendah masih dalam range 93%, sedangkan nilai rata-rata akurasi adalah 93.26%

Berdasarkan permasalahan dan penelitian terkait maka dilakukanlah penelitian ini dengan judul “Implementasi Algoritma YOLOv5 untuk Pengenalan Wajah ” diharapkan nantinya penelitian ini dapat memberikan hasil akurasi yang maksimal pada pengenalan wajah di asrama Global Leadership.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah Implementasi Algoritma YOLOv5 untuk Pengenalan Wajah asrama Global Leadership.

1.3. Ruang Lingkup

Adapun Ruang lingkup yang menjadi batasan penelitian ini sebagai berikut :

1. Dataset yang digunakan mencakup citra wajah dari 18 orang pendatang asrama Global Leadership. Selain itu, dataset juga diambil dari situs kaggle.com.
2. Dataset akan dibagi dengan metode K-Fold dengan dataset train dan validasi sebanyak 643 citra dan dataset test 500 citra.
3. Kelas terdaftar pada model berjumlah 2, yaitu kelas “PENDATANG” dan kelas “PENDATANG”.
4. Dataset akan dilakukan proses labelling di platform Roboflow
5. Algoritma YOLO yang digunakan adalah YOLOv5s
6. Pembuatan model menggunakan bahasa python di platform *Google Collabatory*

1.4. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dengan adanya penelitian ini adalah :

1. Menambah pemahaman yang lebih baik terhadap model YOLO dalam pengenalan wajah.
2. Terciptanya model YOLO dalam pengenalan wajah yang dapat dimanfaatkan untuk pemantauan asrama, presensi asrama, *face id* untuk pendatang asrama dsb.
3. Sebagai bahan penelitian lanjut untuk penelitian dalam bidang *face recognition*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Citra

Citra adalah representasi visual dari objek atau *scene* yang direkam dalam bentuk data digital atau analog. Dalam konteks pengolahan citra, citra dapat dianggap sebagai tumpukan piksel-piksel yang membentuk gambar yang dapat dilihat manusia (Ramadah et al., 2022). Citra digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pengenalan objek, deteksi wajah, pengolahan medis, pengenalan pola, dan banyak lagi. Dalam konteks Implementasi Algoritma YOLOv5 untuk Pengenalan Wajah, citra digunakan sebagai input untuk mendeteksi dan mengenali wajah dalam suatu gambar atau rangkaian gambar. Melalui teknik pengolahan citra dan algoritma yang tepat, citra wajah dapat diolah untuk mengekstraksi fitur-fitur penting, seperti bentuk wajah yang kemudian digunakan untuk tujuan presensi atau identifikasi (Hidayatulloh, 2021).

Menurut Furqon (2022), pembagian citra dapat dilakukan berdasarkan jenis representasi warna yang digunakan. Berikut adalah pembagian citra menjadi citra biner (*binary image*) dan citra RGB

1. Citra Biner (*Binary Image*)

Citra biner adalah jenis citra yang hanya memiliki dua nilai piksel yang mungkin, yaitu hitam dan putih. Setiap piksel dalam citra biner dapat memiliki nilai 0 (hitam) atau 1 (putih). Citra biner dapat diperoleh melalui proses *thresholding*, di mana nilai piksel diubah menjadi biner berdasarkan suatu batas ambang (*threshold*) tertentu (Yana & Nafi'iyah, 2021).

2. Citra RGB (*Red-Green-Blue Image*)

Citra RGB adalah jenis citra yang menggunakan representasi warna yang lebih kompleks, di mana setiap piksel memiliki tiga saluran warna utama: merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*). Kombinasi intensitas dari ketiga saluran ini membentuk berbagai warna yang dapat ditampilkan dalam citra. Citra RGB sangat umum digunakan dalam berbagai aplikasi pengolahan citra, termasuk deteksi objek, pengenalan wajah, pengolahan gambar, dan lain sebagainya (Yana & Nafi'iyah, 2021).

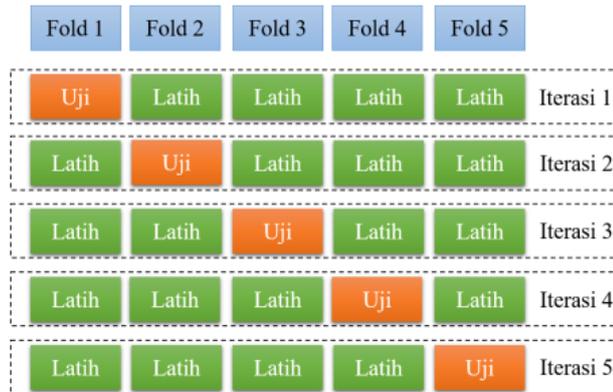
2.2. Image Processing

Penelitian yang dilakukan oleh Furqon, (2022) mendefinisikan pengolahan citra digital (*digital image processing*) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra diolah dengan menggunakan komputer dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas gambar yang menghasilkan gambar yang lebih jelas dan mengurangi ketegangan pada mata. Hal ini dilakukan dengan mengekstraksi informasi penting dari gambar sehingga dapat menghasilkan hasil yang optimal.

Beberapa teknik umum sering digunakan dalam pemrosesan citra untuk mengatasi efek degradasi pada gambar digital, teknik-teknik tersebut adalah perbaikan gambar (*image enhancement*), restorasi gambar (*image restoration*), dan transformasi spasial (*spatial transformation*). Selain teknik-teknik tersebut, terdapat juga teknik lain seperti pengodean gambar (*image coding*), segmentasi gambar (*image segmentation*), serta representasi dan deskripsi gambar (*image representation and description*) (Bergs et al., 2020).

2.3. K-Fold Cross-Validation

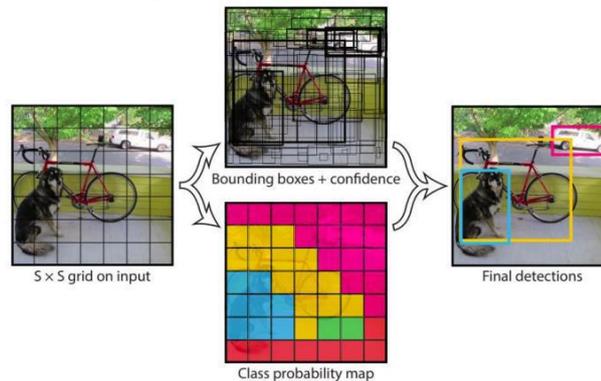
K-fold Cross Validation adalah sebuah metode untuk membagi data menjadi data pelatihan dan data pengujian. Metode ini bekerja dengan cara membagi data menjadi k subset dengan ukuran yang sama, kemudian dilanjutkan dengan proses pelatihan dan pengujian. Dalam metode ini, $k - 1$ subset digunakan sebagai data pelatihan, sementara sisanya digunakan sebagai data pengujian (Zahroh et al., 2024). Ilustrasi K-Fold ini dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. K-Fold Cross Valdiation

2.4. You Only Look Once (YOLO)

Menurut Gerald & Lubis (2020), YOLO (*You Only Look Once*) adalah sebuah algoritma yang digunakan untuk mendeteksi objek secara real-time. Algoritma ini menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk melakukan deteksi objek pada gambar atau video. CNN sendiri merupakan sebuah model *machine learning* yang menggunakan arsitektur *shared-weight* dengan mengandalkan konvolusi. Konvolusi merupakan operasi matematis yang bertujuan untuk menghasilkan suatu fungsi sehingga didapatkan gambaran rupa fungsi baru dari hasil perubahan fungsi awal tadi. Konsep deteksi objek pada model YOLO dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Deteksi Model YOLO (Redmon et al., 2016)

Berikut ini adalah ringkasan perkembangan YOLO dari awal hingga YOLOv4.

1. YOLO (v1) – 2016

YOLOv1 adalah pendekatan revolusioner untuk deteksi objek. YOLO menggunakan pendekatan membagi citra menjadi grid dan setiap grid bertanggung jawab mendeteksi objek dalam area tersebut. Pendekatan ini memungkinkan YOLO untuk melakukan deteksi secara cepat, karena hanya satu forward pass yang

diperlukan. Meskipun cepat, YOLOv1 memiliki kelemahan dalam mendeteksi objek kecil dan objek yang saling berdekatan (Redmon et al., 2016).

2. YOLOv2 (YOLO9000) - 2017

YOLOv2 memperkenalkan anchor boxes dan batch normalization untuk meningkatkan akurasi tanpa mengorbankan kecepatan. Dengan dukungan dari data besar yang mencakup 9000 kelas, YOLOv2 berhasil meningkatkan kemampuan deteksi objek yang lebih kecil dan beragam, membuatnya lebih handal dibandingkan pendahulunya (Redmon & Farhadi, 2017).

3. YOLOv3 – 2018

YOLOv3 hadir dengan arsitektur Darknet-53 yang lebih dalam dan multi-scale prediction yang memungkinkan deteksi pada berbagai ukuran objek dalam gambar. Dengan binary cross-entropy loss, YOLOv3 menjadi lebih efektif dalam tugas multi-label dan semakin meningkatkan keseimbangan antara akurasi dan kecepatan (Redmon & Farhadi, 2018).

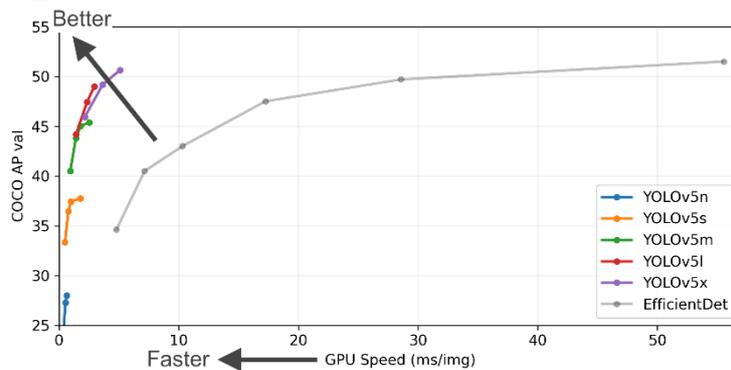
4. YOLOv4 – 2020

YOLOv4 berfokus pada efisiensi dengan memperkenalkan teknik Bag of Freebies dan Bag of Specials, yang meningkatkan akurasi tanpa mengurangi kecepatan. Peningkatan seperti penggunaan Mish activation dan PAN (Path Aggregation Network) menjadikan YOLOv4 sebagai salah satu model deteksi objek paling efisien pada masanya (Bochkovskiy et al., 2020).

2.5. YOLOv5

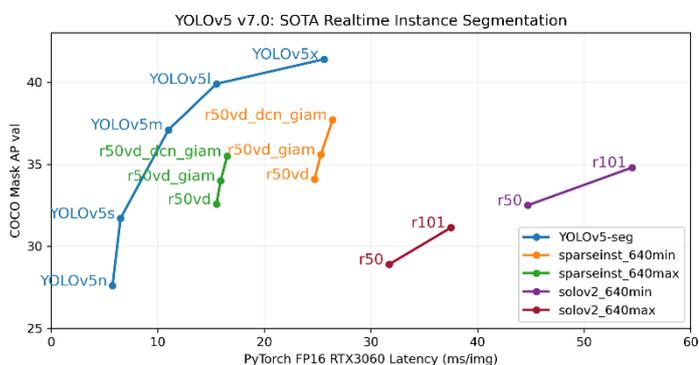
YOLOv5 adalah algoritma deteksi objek yang terkenal karena keakuratan tinggi dan komputasi inferensi yang cepat. YOLOv5 juga memiliki keunggulan dalam implementasinya karena menghasilkan model yang lebih ringan dan berukuran lebih kecil dibandingkan dengan versi sebelumnya (Isnayni, 2021). Pada saat penulisan penelitian ini, YOLOv5 menggunakan versi 7.0. YOLOv5 memiliki dokumentasi dan repository-nya tersedia secara lengkap, sehingga banyak penelitian yang menggunakan YOLOv5.

YOLOv5 adalah model deteksi objek yang dikembangkan oleh Ultralytics. Ada beberapa varian model YOLOv5, yaitu YOLOv5s, YOLOv5m, YOLOv5l, YOLOv5x, dan YOLOv5n. Perbedaan antara varian-varian ini terletak pada ukuran model dan jumlah layer yang digunakan. Semakin besar ukuran model, semakin banyak layer yang digunakan, dan semakin akurat deteksi objeknya tetapi semakin lambat kecepataannya. Berikut ini adalah Gambar 3 yang menjelaskan perbandingan kecepatan dan performa varian model YOLOv5



Gambar 3. Perbandingan performa varian model YOLOv5 (Jocher et al., 2022)

Pengembang YOLOv5, (Jocher et al., 2022) mengklaim bahwa YOLOv5 v7.0 adalah model deteksi objek yang memiliki kemampuan instance segmentation. Model ini diklaim sebagai model *instance segmentation* tercepat dan paling akurat di dunia, bahkan mengalahkan semua SOTA benchmarks yang ada. Selain itu, model ini juga diklaim mudah untuk dilatih, divalidasi, dan di-*deploy*. Klaim tersebut dibuktikan dengan Gambar 4



Gambar 4. Perbandingan model YOLOv5 dengan model lain

Seiring berjalannya waktu, para peneliti mengembangkan algoritma YOLO ini dengan beberapa peningkatan dibandingkan dengan versi sebelumnya, Salah satunya adalah YOLOv5 yang memiliki 3 bagian arsitektur yaitu model Backbone, Model Neck, dan Model Head (Isnayni, 2021). Adapun faktor penyusun pada algoritma YOLO dalam mendeteksi sebuah objek adalah sebagai berikut:

1. CNN

CNN (*Convolutional Neural Network*) merupakan sebuah deep learning untuk mengolah gambar/ video dengan berusaha meniru sistem pengenalan citra pada visual *cortex* manusia sehingga memiliki kemampuan mengolah informasi citra. (Hanum Harani et al., 2019). Dalam algoritma YOLO, CNN digunakan sebagai komponen utama untuk deteksi objek pada gambar secara *real-time*. YOLO menggabungkan konsep CNN dengan beberapa teknik dan komponen lainnya untuk menghasilkan deteksi objek yang cepat dan akurat (Baihaqi & Zonyfar, 2022).

2. Anchor Box

Aini et al., (2021) menjelaskan bahwa *anchor box* pada algoritma YOLO memiliki peran penting dalam memprediksi lokasi dan ukuran objek yang akan dideteksi dalam suatu gambar. Algoritma YOLO akan memetakan setiap objek pada gambar dengan *anchor box* yang memiliki tumpang tindih (*overlaps*) dengan objek tersebut. *Anchor box* ini akan digunakan oleh YOLO untuk menghasilkan prediksi mengenai lokasi dan ukuran objek dalam sel *grid* yang relevan. Penelitian Dharma et al., (2022) juga menerangkan setiap *anchor box* dalam YOLO akan menghasilkan beberapa prediksi, termasuk koordinat kotak pembatas (*bounding box*), skor kepercayaan (*confidence score*) yang mengindikasikan tingkat keyakinan model terhadap prediksi tersebut, serta probabilitas kelas objek yang diidentifikasi oleh kotak pembatas tersebut.

Auto-anchor pada YOLOv5 adalah suatu metode yang digunakan untuk menghasilkan *anchor box* secara otomatis dalam proses pelatihan model YOLOv5.

Anchor box dihasilkan oleh YOLOv5 dengan bantuan algoritma genetika. Prosedur ini menghitung ulang *anchor box* untuk lebih cocok dengan data jika *anchor box* default tidak memadai. Untuk menghasilkan *auto anchor box* maka digabungkan lah *anchor box* dengan algoritma *k-Means*. Ini menjadi salah satu alasan mengapa YOLOv5 memiliki kinerja yang sangat baik bahkan pada berbagai jenis dataset yang beragam (C. Dewi et al., 2022).

3. *Grid*

Grid merupakan suatu tata letak yang digunakan untuk membagi gambar input menjadi beberapa sel atau kotak kecil. Setiap sel dalam grid dapat digunakan untuk melakukan prediksi terhadap objek yang mungkin ada dalam gambar. Citra akan dibagi rata berukuran $S \times S$ dan *grid* tersebut bertanggung jawab untuk mengidentifikasi objek menggunakan *bounding box* (Furqon, 2022).



Gambar 5. *Grid* pada citra

Gambar 5 merupakan contoh pembagian citra dalam *grid* dengan ukuran 7×7 . Untuk menentukan ada atau tidak adanya objek di dalam *grid*, maka *grid* dimasukkan ke jaringan syaraf kovolusional sebanyak 1 kali *feedforward* dan disimpan ke dalam bentuk matriks.

Tabel 1. Parameter-parameter dalam bounding box

Y=	PC
	Bx
	By
	Bh
	Bw
	C1
	C2
	C3

Tabel 1 menjelaskan Y merupakan output yang didefinisikan oleh nilai PC yang menyatakan apakah suatu objek ada di satu *grid* tersebut atau tidak, jika ada $PC = 1$ jika tidak $PC = 0$. Nilai bx & by (koordinat) serta nilai bh & bw (panjang & lebar) merupakan bounding box dari objek. Nilai C1, C2, C3 merupakan kelas objek yang bernilai 1 atau 0 (Furqon, 2022).

4. Bounding Box

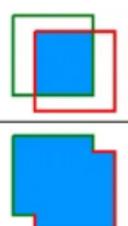
Bounding Box merupakan adalah suatu kotak pembatas yang digunakan untuk menunjukkan atau membatasi wilayah atau area di sekitar objek yang terdeteksi dalam gambar. *Bounding box* biasanya didefinisikan oleh lima parameter, yaitu titik kiri atas (x, y) sebagai koordinat pusat, lebar (w) dan tinggi (h) dari kotak tersebut serta (c) sebagai nilai *confidence bounding box*.

Nilai *confidence* dapat diperoleh melalui persamaan 1

$$Confidence = P(class) \times IoU \quad (1)$$

$P(class)$ adalah probabilitas kelas objek yang diidentifikasi oleh *bounding box* dan IoU adalah ukuran sejauh mana *bounding box* yang diprediksi oleh model tumpang tindih dengan *bounding box* yang sebenarnya pada dataset. *Pred* adalah luas area dalam kotak prediksi, *Truth* adalah area dalam *ground truth*. Makin besar nilai IoU, maka makin tinggi tingkat akurasi pendeteksiannya (Putra et al., 2021).

IoU adalah ukuran yang mengevaluasi irisan antara *bounding box*, yaitu antara *bounding box* yang diprediksi dan *bounding box* asli (*ground truth*). Prediksi dapat diketahui berupa *True Positive* atau *false positive* dengan mengetahui nilai IoU. Nilai IoU dapat diperoleh melalui persamaan 2

$$IoU = \frac{\text{area of overlap}}{\text{area of union}} = \frac{\text{Area of Overlap}}{\text{Area of Union}} \quad (2)$$


5. Fungsi Loss

Loss Function yaitu pengukuran selisih antara prediksi model dengan *ground truth* (nilai yang sebenarnya) dalam deteksi objek. Tujuan dari *loss function* adalah untuk memberikan umpan balik (*feedback*) kepada model agar dapat mengoptimalkan prediksi objek yang lebih akurat (Czum, 2020). Pada YOLOv5, fungsi loss yang digunakan adalah *box_loss*, *obj_loss*, dan *cls_loss* (Kasper-eulaers et al., 2021).

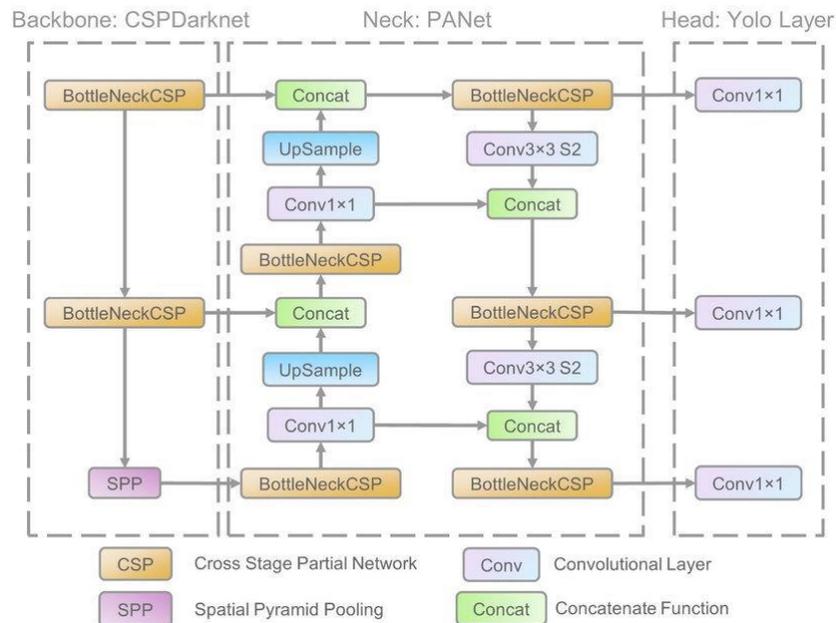
Box Loss yaitu *Loss* yang mengukur seberapa baik algoritma dapat menentukan pusat objek dan seberapa baik *bounding box* yang diprediksi menutupi objek. Semakin rendah nilai *box loss*, semakin baik *bounding box* yang diprediksi sesuai dengan *bounding box* sebenarnya.

Objectness yaitu *Loss* yang mengukur probabilitas bahwa suatu objek ada dalam wilayah proposisi tertentu. Ketika algoritma memproses gambar, setiap sel *grid* memprediksi apakah objek ada di dalamnya. Nilai *objectness* mendekati 1 jika ada objek, dan mendekati 0 jika tidak ada objek. *Loss* ini membantu model memahami apakah suatu sel *grid* mengandung objek atau bukan

Classification Loss yaitu Menilai seberapa baik algoritma memprediksi kelas yang benar untuk objek yang diberikan.

2.6. Arsitektur YOLOv5

Arsitektur YOLOv5 memiliki 3 bagian yaitu *Model Backbone*, *Model Neck* dan *Model Head*. Arsitektur YOLOv5 digambarkan pada Gambar 6



Gambar 6. Arsitektur YOLOv5 (Jhatial et al., 2022)

1. Model Backbone

YOLOv5 menggunakan *backbone* CSPDarknet53, yang merupakan pengembangan dari CSPDarknet YOLOv4. Bagian ini memecahkan pengulangan informasi gradien di *backbone* dan mengintegrasikan perubahan gradien ke dalam *feature map*, hal ini dapat meningkatkan akurasi deteksi, mengurangi kecepatan inferensi, dan mengurangi ukuran bobot model.

2. Model Neck

Bagian *neck* YOLOv5 menggunakan *Path Aggregation Network* (PANet) untuk meningkatkan aliran informasi. PANet merupakan pengembangan dari *Feature Pyramid Network* (FPN) pada YOLOv3 yang mencakup lapisan *bottom up* dan *top down*. Dengan menggunakan PANet, dapat meningkatkan propagasi level rendah fitur dalam model dan meningkatkan lokalisasi di lapisan bawah, sehingga meningkatkan akurasi lokalisasi objek

3. Model Head

Bagian *head* YOLOv5 sama dengan YOLOv3 dan YOLOv4, menghasilkan tiga keluaran peta fitur yang berbeda untuk mencapai skala *multi prediction*, sehingga dapat membantu dalam meningkatkan prediksi objek kecil hingga besar secara efisien (Nepal & Eslamiat, 2022).

2.7. Matriks Evaluasi

2.6.1. Confusion Matrix

Confusion Matrix digunakan untuk mengevaluasi kinerja dari model *machine learning*. *Confusion Matrix* adalah matriks yang membandingkan nilai aktual dengan nilai prediksi. Ada empat istilah yang merupakan representasi hasil proses

klasifikasi pada *confusion matrix* yaitu *True Positif* (TP), *True Negatif* (TN), *False Positif* (FP), dan *False Negatif* (FN) yang dapat divisualisasikan pada Gambar 7

		Actual	
		TP	FP
Prediction	TP	TP	FP
	FN	FN	TN

Gambar 7. Confusion Matrix (Sary et al., 2023)

Berikut ini adalah penjelasan dari Gambar 6

1. *True Positive* (TP) menunjukkan jumlah prediksi positif dan itu benar.
2. *True Negative* (TN) menunjukkan jumlah prediksi negatif dan itu benar.
3. *False Positive* (FP) menunjukkan jumlah prediksi positif dan itu salah. Hal ini biasa disebut sebagai “*type error 1*”.
4. *False Negative* (FN) menunjukkan jumlah prediksi negatif dan itu salah. Hal ini biasa disebut sebagai “*type error 2*”.

Sary et al., (2023) menjelaskan nilai-nilai *confusion matrix* ini dapat digunakan dalam menghitung nilai performa model seperti *Precision* dan *Recall*.

Precision adalah matriks evaluasi yang mengukur seberapa akurat model dalam memprediksi kelas tertentu. *Precision* menghitung rasio antara jumlah prediksi yang benar sebagai positif dibandingkan dengan jumlah prediksi yang benar maupun salah sebagai positif. Matriks ini digunakan ketika semua kelas sama pentingnya dan distribusi kelas seimbang. Nilai *Precision* dapat diperoleh melalui persamaan 3

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

Recall adalah matriks evaluasi yang mengukur seberapa baik model untuk mengidentifikasi kelas positif dan benar. Nilai *recall* akan menginformasikan seberapa jauh model mampu mengenali dan mengklasifikasi prediksi positif dengan benar. Matriks ini digunakan ketika meminimalisasi false positive. Untuk menghitung nilai *Recall*, kita dapat menggunakan persamaan 4

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

2.6.2. Matriks pada deteksi objek

Mengutip dari Hui, (2018) *Average Precision* (AP) adalah matriks yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model deteksi objek. AP menggabungkan presisi dan recall dalam satu angka tunggal dengan mempertimbangkan area di bawah kurva *Precision recall* (PR Curve). *Precision-Recall curve* adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara *precision* dan *recall* pada berbagai *threshold* prediksi. AP hanya

menghitung pada 1 class saja, jadi jika model mendeteksi objek lain yang bukan modelnya akan langsung terhitung false positive.

Terdapat 2 cara untuk menghitung AP, yaitu dengan metode *11 point interpolation* dengan menggunakan persamaan 5 dan metode *interpolating all points* dengan menggunakan persamaan 6 dan 7

$$AP = \frac{1}{11} \sum_{r \in \{0, 0.1, \dots, 1\}} \rho_{interp}(r) \quad (5)$$

$$\sum_{n=0} (r_{n+1} - r_n) \rho_{interp}(r_{n+1}) \quad (6)$$

dimana

$$\rho_{interp}(r_{n+1}) = \max_{\tilde{r} \geq r} \rho(\tilde{r}) \quad (7)$$

Mengutip dari (Shiri, 2004) Mean Average Precision (mAP) adalah matriks yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model deteksi objek dengan menggabungkan rata-rata dari Average Precision (AP) untuk setiap kelas objek. Ini memberikan gambaran komprehensif tentang kemampuan model untuk mendeteksi berbagai jenis objek dalam satu angka. Dalam konteks YOLOv5 terdapat dua varian dari matriks mAP yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model :

1. mAP50

mAP50 adalah nilai AP pada semua kelas yang dihitung rata-ratanya dengan menggunakan threshold IoU sebesar 0,5. Batas ini digunakan pada dataset Pascal VOC.

2. mAP50-95

mAP50-95 adalah nilai AP pada semua kelas yang dihitung rata-ratanya dari rentang threshold IoU 0,5 hingga 0,95 dengan interval 0,05. Batas ini digunakan pada dataset COCO.

2.8. Penelitian terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang menerapkan algoritma YOLO diantaranya adalah:

1. Nama : Muhammad Syarif Hidayatullah
- Judul : Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Yolo (*You Only Look Once*)
- Tahun : 2021
- Isi Penelitian : Penelitian ini mengenai pengenalan wajah dengan tingkat akurasi hingga 100% dengan sudut kamera berada di posisi depan, kanan, dan kiri terhadap wajah. Apdapun pengenalan dan identifikasi wajah dengan berbagai sudut pandang memiliki akurasi 100%. Pengujian pengenalan dengan jarak 30-100 cm memiliki akurasi 100% Dan jarak 5-20 cm dan memiliki akurasi 100%.

2. Nama : Adam Furqon
 Judul : Aplikasi Pengolahan Citra untuk Deteksi Penyakit Tanaman Nilam Menggunakan Algoritma YOLO
 Tahun : 2022
 Isi Penelitian : Penelitian yang menggunakan model YOLO v4 dan objek yang dideteksi adalah penyakit tanaman nilam. Penelitian tersebut memiliki hasil pada model tuning pertama bernilai average IoU 63.45%, precision 86%, recall 89%, F1-score 87.474285714% dan mAP 89.6722%.
3. Nama : Irham Khalifah Putra, Favian Dewanta, dan Sri Astuti
 Judul : Sistem Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Deep Learning Object Detection Automatic Gate System Using Deep Learning Object Detection
 Tahun : 2022
 Isi Penelitian : Penelitian model YOLOv3 dengan objek yang dideteksi adalah kendaraan. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan dari confusion matrix, nilai akurasi yang diperoleh adalah 90%, presisi sebesar 86%, recall 100%, dan nilai F1- score adalah 92%.
4. Nama : Kiki Ahmad Baihaqi & Candra Zonyfar
 Judul : Deteksi Lahan Pertanian Yang Terdampak Hama Tikus Menggunakan Yolo v5
 Tahun : 2022
 Isi Penelitian : Penelitian model YOLOv5 untuk membuat system untuk mendeteksi area sawah yang terdampak. Hasil dari penelitian ini menunjukkan dari 260 data foto yang di ambil dari drone dibagi menjadi 230 dataset dan 30 data testing. Yang kemudian di dapatkan akurasi sebesar 88% rata-rata.

2.9. Perbandingan penelitian terdahulu

Perbandingan penelitian penulis dengan peneliti terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti, Tahun	Judul	Jenis Perbandingan					Jumlah Kelas	Jumlah Dataset
			Model yang digunakan			Objek yang dideteksi			
			YOLO v3	YOLO v4	YOLO v5	Objek lain	Plat Nomor		

1	Hidayatulloh, Muhammad Syarif, 2021	Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Yolo (<i>You Only Look Once</i>)	✓					✓	7	70
2	Adam Furqon, 2022	Aplikasi Pengolahan Citra untuk Deteksi Penyakit Tanaman Nilam Menggunakan Algoritma YOLO		✓		✓			3	6.062
3	Irham Khalifah Putra, Favian Dewanta, Sri Astuti, 2022	Sistem Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Deep Learning Object Detection Automatic Gate System Using Deep Learning Object Detection	✓					✓	1	2000
4	Kiki Ahmad Baihaqi & Candra Zonyfar, 2022	Deteksi Lahan Pertanian Yang Terdampak Hama Tikus Menggunakan Yolo v5			✓	✓			1	260
5	Tb. Ahmad Amin, 2023	Implementasi Algoritma YOLOv5 untuk Pengenalan Wajah			✓			✓	2	1143

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada Implementasi Algoritma YOLOv5 untuk Pengenalan Wajah ini menggunakan tahapan *Image Processing*, metode penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tahapan *Image Processing*

Penjelasan dari alur diagram pada gambar 8 antara lain:

3.1.1. Akuisisi Data

Merupakan langkah pengumpulan gambar atau citra yang akan digunakan dalam penelitian. Data ini berasal dari pengumpulan data sekunder dan open data. Dataset ini akan dibagi menjadi data latih (dataset training), data uji (dataset test), dan data validasi (dataset validation).

3.1.2. *Pre-Processing*

Langkah ini bertujuan untuk mempersiapkan citra agar siap digunakan dalam analisis atau pemrosesan lebih lanjut. Proses ini meliputi beberapa langkah penting, seperti seleksi citra yang buram atau tidak sesuai, melakukan anotasi, melakukan perubahan ukuran (resize), serta melakukan augmentasi sehingga dapat meningkatkan kinerja model dalam mengenali pola atau fitur yang ada pada citra tersebut.

3.1.3. *Processing*

Langkah ini melibatkan penerapan berbagai teknik pemrosesan citra, seperti segmentasi, ekstraksi fitur, deteksi objek, dan pengenalan pola. Tujuan dari proses ini adalah untuk mendapatkan informasi yang bermakna dari gambar yang telah diakuisisi, seperti identifikasi objek, klasifikasi pola, atau pengukuran fitur tertentu.

3.1.4. *Output*

Output ini bisa berupa statistik yang menggambarkan hasil dari proses pemrosesan citra, atau hasil klasifikasi atau pengenalan objek yang telah dilakukan. Output ini akan digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan atau sebagai masukan untuk langkah selanjutnya dalam proses penelitian atau aplikasi praktis dari teknik *Image Processing*.

3.1.5. *Evaluasi Model*

Setelah menghasilkan output, penting untuk mengevaluasi kinerja model atau teknik yang telah digunakan. Ini melibatkan penggunaan *confusion*. Evaluasi ini membantu memastikan bahwa hasil yang diperoleh dari proses *Image Processing* dapat diandalkan dan relevan untuk tujuan penelitian atau aplikasi yang diinginkan.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan untuk melakukan penelitian ini berupa perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).

Perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Laptop Acer Aspire
 - Processor : Intel Core i5
 - RAM : 8 GB
 - Storage : SSD 240 GB
- Handphone Huawei Nova 5t
 - Chipset : Kirin 980
 - RAM : 8 GB
 - Storage : 128 GB
 - Camera : 48 MP

Perangkat lunak yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Browser Google Chrome
- Github
- Roboflow
- Google Collabatory

3.2.2. Bahan

Bahan atau data yang digunakan untuk penelitian Implementasi Algoritma YOLOv5 untuk Pengenalan Wajah ini adalah sebagai berikut:

1. Dataset wajah pendatang & pengunjung
2. Buku panduan Skripsi dan Tugas Akhir Prodi Ilmu Komputer FMIPA
3. Jurnal referensi yang terkait dengan penelitian ini.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

4.1. Akuisisi Data

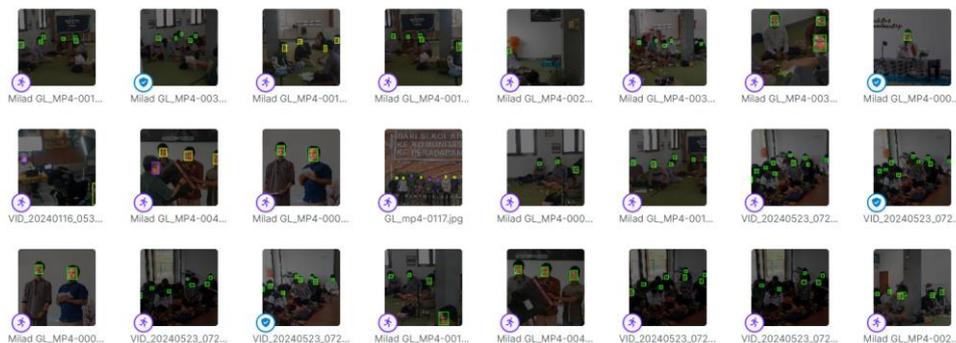
Akuisisi data ini merupakan tahapan pengumpulan gambar atau citra yang akan digunakan dalam penelitian. Data ini berasal dari pengumpulan data sekunder dan *open data*. Dataset ini akan dibagi menjadi data latih (*dataset training*), data uji (*dataset test*), dan data validasi (*dataset validation*). Proses pada tahap ini meliputi teknik akuisisi citra wajah dan pembagian dataset.

4.1.1. Teknik akuisisi Citra

Akuisisi citra berasal dari data sekunder dan *open data*.

1. Data sekunder

Sumber data sekunder dalam penelitian ini berasal dari dokumentasi kegiatan berupa kumpulan foto dan video yang memuat wajah para pendatang asrama. Teknik pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan dan mengorganisir foto serta video tersebut. File video akan dikonversi menjadi citra dengan membaginya ke dalam beberapa frame. Citra yang dihasilkan dari proses ini berjumlah 747 citra.

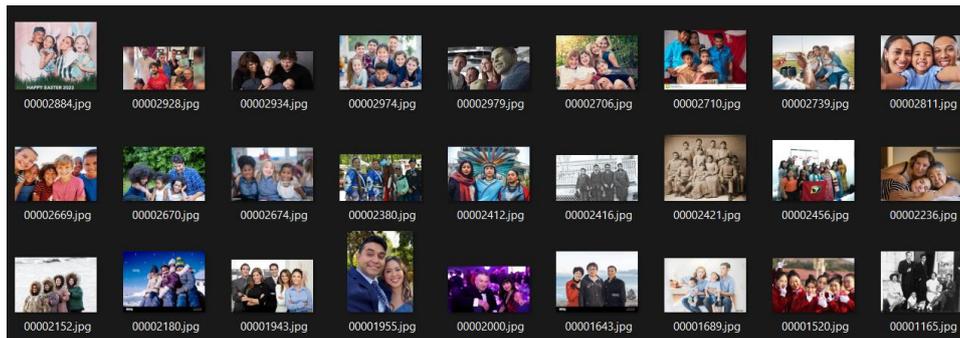


Gambar 9. Pengumpulan data sekunder

Pada Gambar 9 menunjukkan pengumpulan data sekunder untuk digunakan sebagai dataset pada penelitian ini.

2. Open Data

Sumber *open data* dalam penelitian ini berasal dari website dataset yang menyediakan data secara terbuka. Data ini digunakan untuk memberikan anotasi pada wajah selain wajah para pendatang asrama seperti pada Gambar 10. Proses pengumpulan data dilakukan melalui website *kaggle.com* dengan mengunduh 396 citra.

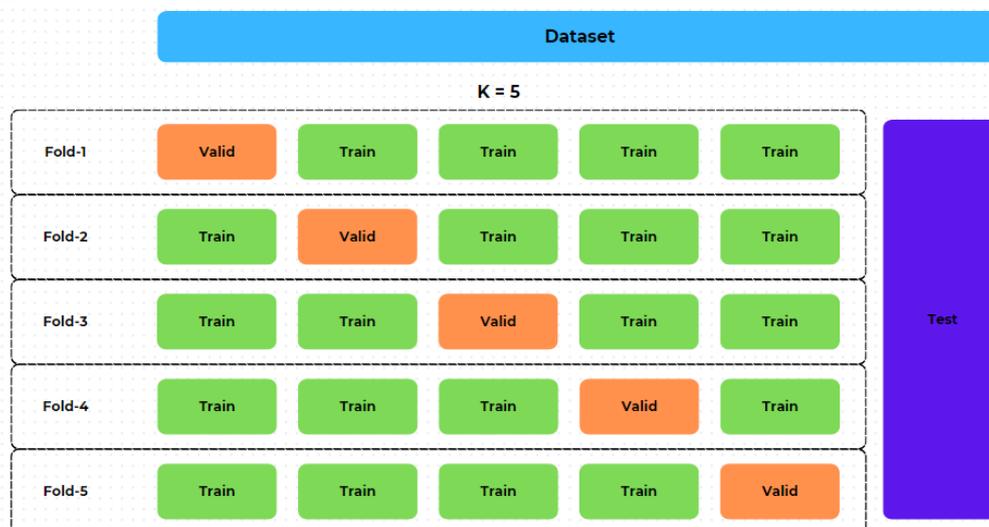


Gambar 10. Pengumpulan open data

Citra yang terkumpul dari pengumpulan data sekunder dan *open data* ini berjumlah 1143 citra yang berformat .jpg.

4.1.2. Pembagian dataset

Dataset yang telah terkumpul akan dibagi dengan menggunakan metode K-Fold dengan $K=5$. Pembagian dataset digambarkan pada Gambar 11.

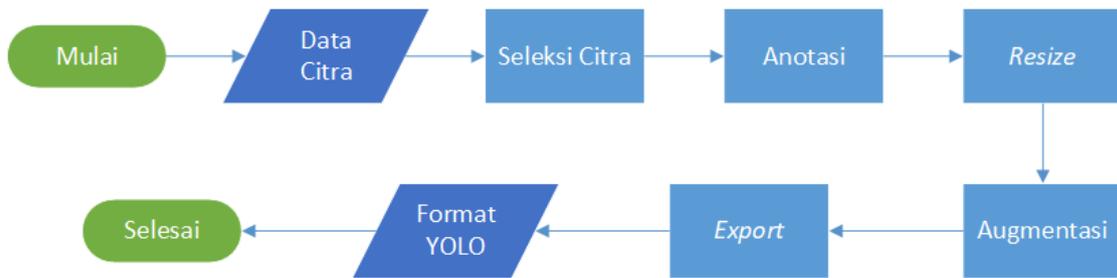


Gambar 11. Pembagian dataset menggunakan metode K-Fold

Dalam pembagiannya, dataset test akan dipisahkan terlebih dahulu dengan jumlah 500 citra. Sehingga tersisa dataset train dan validasi yang berjumlah 643. Dan dataset train dan validasi akan menggunakan metode K-Fold dalam proses pembagian dataset.

4.2. Pre-processing

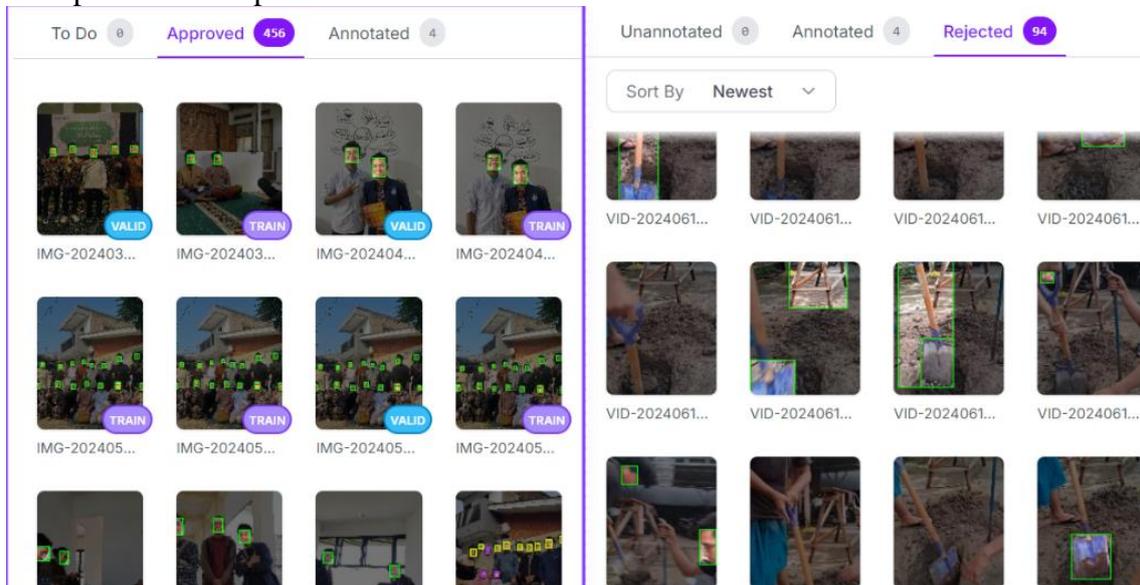
Langkah ini bertujuan untuk mempersiapkan citra agar siap digunakan dalam analisis atau pemrosesan lebih lanjut. Proses ini meliputi beberapa langkah penting, seperti seleksi citra yang buram atau tidak sesuai, melakukan anotasi, melakukan perubahan ukuran (*resize*), serta melakukan augmentasi sehingga dapat meningkatkan kinerja model dalam mengenali pola atau fitur yang ada pada citra tersebut. Langkah *pre-processing* ini dapat divisualisasikan pada Gambar 12



Gambar 12. Flowchart Pre-Processing

4.2.1. Seleksi Citra

Seleksi citra bertujuan untuk menyaring gambar-gambar yang akan digunakan dalam dataset dengan menghapus citra yang tidak relevan atau berkualitas rendah seperti gambar yang blur atau tidak sesuai dengan kriteria analisis. Proses ini memastikan bahwa hanya citra-citra yang memiliki kualitas baik dan sesuai yang masuk ke dalam dataset, sehingga meningkatkan akurasi model atau analisis yang dilakukan. Gambar 13 merupakan contoh proses seleksi citra



Gambar 13. Seleksi Citra

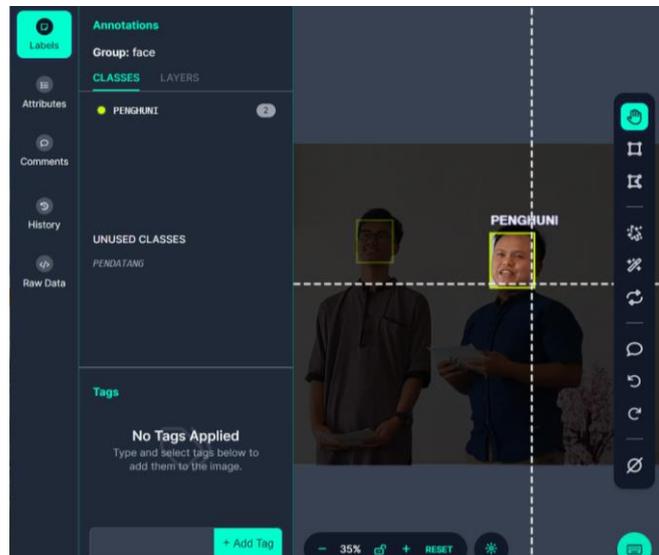
4.2.2. Anotasi Citra

Anotasi citra bertujuan untuk memberikan informasi tambahan pada citra, seperti label dan bounding box yang akan digunakan dalam proses pelatihan model. Dengan adanya anotasi, model YOLO dapat belajar untuk mengenali atau menganalisis objek dalam citra. Pemberian nomor kelas dimulai dari indeks ke-0.

Tabel 3. Label untuk anotasi citra

Nomor Kelas	Nama Kelas
0	PENDATANG
1	PENDATANG

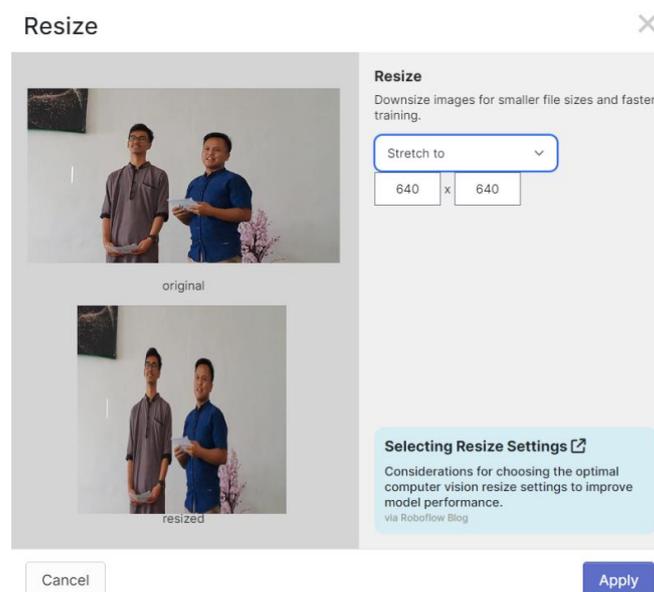
Kelas yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 3. Kelas "PENDATANG" digunakan untuk anotasi wajah-wajah pendatang asrama. Kelas "PENDATANG" digunakan untuk anotasi wajah-wajah yang bukan pendatang asrama. Gambar 14 menunjukkan proses anotasi citra.



Gambar 14. Anotasi citra

4.2.3. *Resize*

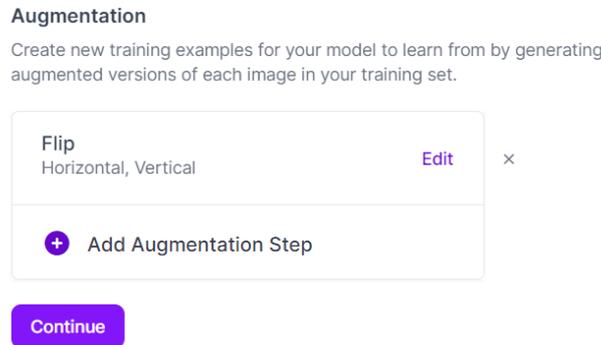
Resize adalah proses citra yang diinput diubah ukurannya agar sesuai dengan ukuran yang diterima oleh model, ukuran citra diubah menjadi 640x640 pixel dengan ketentuan *stretch to* seperti pada Gambar 15, untuk memastikan konsistensi dalam dimensi citra.



Gambar 15. *Resize*

4.2.4. Augmentation

Proses *augmentation* yaitu proses untuk memperkaya dataset latih yang dimiliki dengan melibatkan transformasi citra, yaitu *flip* secara vertikal dan horizontal seperti pada Gambar 16.

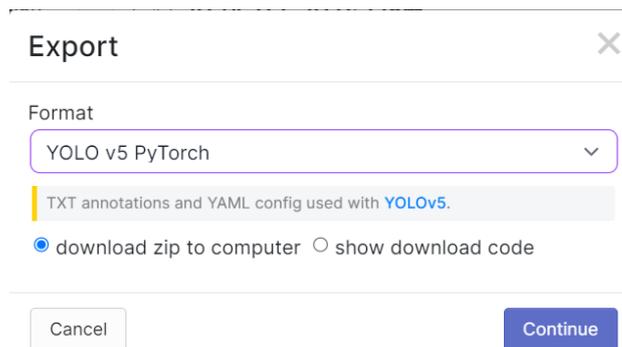


Gambar 16. *Augmentation*

Flip adalah proses membalik citra secara vertikal maupun horizontal. Dengan membalik citra secara horizontal dan vertikal, dataset akan mencakup variasi tambahan dalam arah objek. Proses augmentasi ini menghasilkan dataset menjadi lebih banyak dua kali lipat hanya untuk dataset training.

4.2.5. Export Dataset

Dataset yang telah di lakukan proses *resize* dan *augmentation* akan di-*export* ke dalam format YOLO v5 seperti pada Gambar 17.



Gambar 17. *Export Dataset*

4.3. Processing

Tahap processing merupakan inti dari metode penelitian image processing karena di sinilah informasi yang berguna diekstraksi dari dataset. Dataset akan di-*training* dengan menggunakan algoritma YOLO. Berikut beberapa kegiatan yang dilakukan dalam tahap processing:

4.3.1. Mengatur parameter

Sebelum memulai *training*, perlu adanya perubahan-perubahan pada parameter untuk menghasilkan model yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Adapun parameter-parameter tersebut adalah :

1. Ukuran gambar

Ukuran gambar secara default bernilai 640, sehingga tidak perlu adanya perubahan pada parameter ini.

2. *Batch*

Batch adalah jumlah sampel data yang diproses dalam satu iterasi (perjalanan) oleh model selama satu *epoch* dalam proses pelatihan. Dalam penentuan *batch*, perlu diperhatikan terlebih dahulu jumlah data yang akan dilatih dan spesifikasi hardware untuk melakukan proses pelatihan, maka dalam penelitian ini *batch* yang digunakan adalah 16 sesuai dengan rekomendasi oleh *google collab*.

3. *Epoch*

Epoch adalah satu putaran lengkap dari seluruh dataset yang digunakan dalam proses pelatihan model machine learning. Saat melatih model, dataset dibagi menjadi batch-batch kecil, dan model diperbarui berdasarkan hasil dari setiap batch. Ketika satu putaran lengkap dari dataset telah dilalui, maka satu epoch telah selesai. Dalam penentuan jumlah epoch, perlu diingat bahwa seiring bertambahnya jumlah epoch, semakin banyak pula weight (bobot) yang berubah dalam neural network, namun apabila jumlah epoch terlalu tinggi, maka model akan terlalu spesifik pada dataset pelatihan dan tidak dapat melakukan prediksi yang baik pada dataset baru. Maka peneliti menggunakan jumlah epoch 100 berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kusumah et al., (2023) dan Muhammad Juman Jhatial et al., (2022) yang mendapatkan hasil baik dalam penelitiannya.

4. Data

Parameter data menunjukkan bahwa dataset mana yang akan digunakan untuk proses pelatihan. Dalam penelitian ini, dataset yang akan digunakan adalah dataset yang sebelumnya telah melalui tahapan pre processing dan sudah dikonfigurasi agar dapat digunakan pada model YOLOv5 ini.

5. *Weight*

Parameter weight atau bobot digunakan untuk menentukan bobot yang akan digunakan untuk melatih model. pada penelitian ini, bobot yang digunakan adalah weight YOLOv5s.

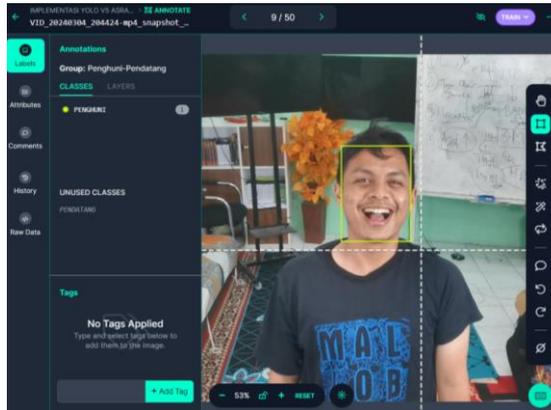
Untuk *convolution*, *pooling*, *feature map*, fungsi aktivasi dan *anchor* tidak dilakukan penyetingan ulang karena konfigurasinya sama dengan *default* model itu sendiri. Setelah konfigurasi sudah dilakukan maka *training* model YOLO bisa dijalankan. Perhitungan prediksi *bounding box* dan perhitungan *loss* selama pelatihan model dilakukan oleh model itu sendiri. penulis tidak mengikut sertakan perhitungan model YOLO seperti *loss*, *bounding box*, *anchor*, IoU, dan *accuration* pada bab ini disebabkan tidak ada log perhitungan dari model YOLO itu sendiri sehingga penulis hanya melatih model menggunakan dataset yang telah dibagi dengan metode K Fold.

4.4. Evaluasi model

Pada tahap ini model yang telah dilatih menggunakan *tuning scenario* dengan *K Fold* yang telah ditetapkan akan dicek evaluasinya. Hasil evaluasi yang diberikan oleh model YOLO yang digunakan pada penelitian ini adalah *confussion matrix* yang tinggi sebagai kriteria model yang digunakan saat implementasi. model yang lolos dengan kriteria tersebut akan diuji coba pengenalan objek dengan citra dan video *test*.

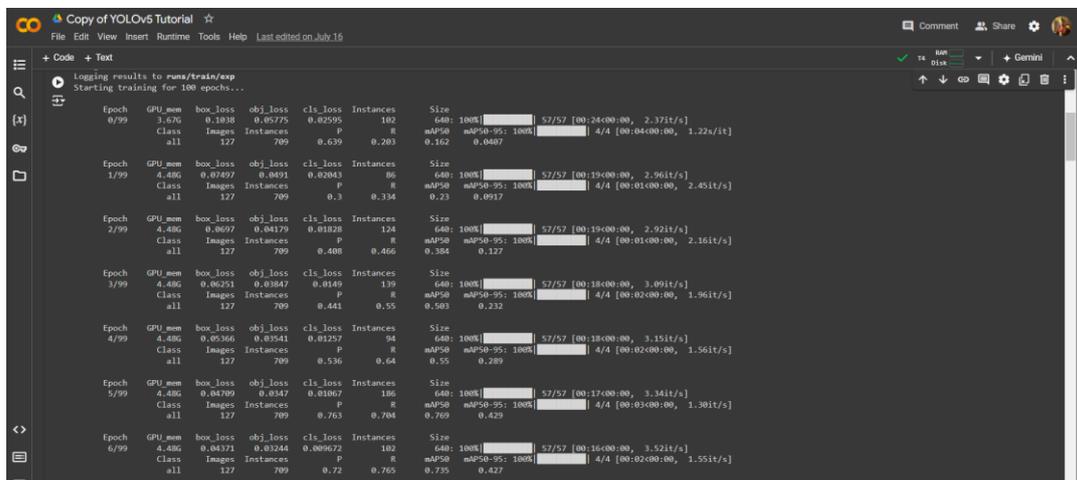
4.5. Tahap Implementasi

Tahap implementasi ini merupakan penerapan rancangan rancangan yang telah ditetapkan sebelumnya.



Gambar 18. Labelling custom dataset

Pada Gambar 18 merupakan implementasi *labelling* dalam pembuatan *custom dataset* sebelum pelatihan model.



Gambar 19. Training custom dataset

Pada Gambar 19 merupakan implementasi pelatihan model dengan menggunakan platform *google collab*. Pada gambar tersebut informasi yang dapat diperoleh selama proses model adalah jumlah *epoch* yang dilakukan pada *training* ini berjumlah 100 *epoch*. Selain itu, pada gambar tersebut memperlihatkan nilai *precision*, *recall*, mAP50 yang meningkat sering bertambahnya *epoch*. Pada proses ini dataset yang digunakan adalah dataset latih dan dataset validasi

```

# Validate YOLOv5s on COCO val
python val.py --weights /content/yolov5/thebase.pt --data /content/yolov5/fix/data.yaml --img 640

val: data=/content/yolov5/fix/data.yaml, weights=['/content/yolov5/thebase.pt'], batch_size=32, imgsiz=640, conf_thres=0.001, iou_thres=0.6, max_det=300, task=val, devi
YOLOv5 v7.0-345-g8003649c Python-3.10.12 torch-2.3.1+cu121 CUDA:0 (Tesla T4, 15102MiB)

Fusing layers...
Model summary: 157 layers, 7015519 parameters, 0 gradients, 15.8 GFLOPs
val: Scanning /content/yolov5/fix/test/labels... 500 images, 0 backgrounds, 0 corrupt: 100% 500/500 [00:00<00:00, 1685.79it/s]
val: New cache created: /content/yolov5/fix/test/labels.cache

```

Class	Images	Instances	P	R	mAP50	mAP50-95
all	500	652	0.886	0.926	0.943	0.826
PENDATANG	500	400	0.986	0.863	0.971	0.839
PENGHUNI	500	252	0.786	0.988	0.915	0.812

```

Speed: 0.5ms pre-process, 6.3ms inference, 4.2ms NMS per image at shape (32, 3, 640, 640)
Results saved to runs/val/exp

```

Gambar 20. Validation training model

Pada Gambar 20 merupakan hasil validasi pada model yang telah dilatih. Model yang telah divalidasi akan memperoleh nilai *precision*, *recall*, mAP-50 dan mAP50-95. Pada Gambar 21 merupakan hasil testing model dalam pengenalan wajah.

```

path/ # directory
path/*.jpg # glob
https://youtu.be/1M0DXXcv4 # YouTube
rtsp://example.com/media.mp4 # RTSP, RTMP, HTTP stream

python detect.py --weights /content/yolov5/thebase.pt --img 640 --conf 0.25 --source /content/yolov5/12.jpeg
# display_image(filename='runs/detect/exp/cidane.jpg', width=600)

detect: weights=['/content/yolov5/thebase.pt'], source=/content/yolov5/12.jpeg, data=/data/coco128.yaml, imgsiz=[
YOLOv5 v7.0-345-g8003649c Python-3.10.12 torch-2.3.1+cu121 CUDA:0 (Tesla T4, 15102MiB)

Fusing layers...
Model summary: 157 layers, 7015519 parameters, 0 gradients, 15.8 GFLOPs
WARNING ⚠️ NMS time limit 0.550s exceeded
image 1/1 /content/yolov5/12.jpeg: 384x640 2 PENDATANG, 86.5ms
Speed: 0.5ms pre-process, 86.5ms inference, 980.3ms NMS per image at shape (1, 3, 640, 640)
Results saved to runs/detect/exp

```

Gambar 21. Hasil testing model

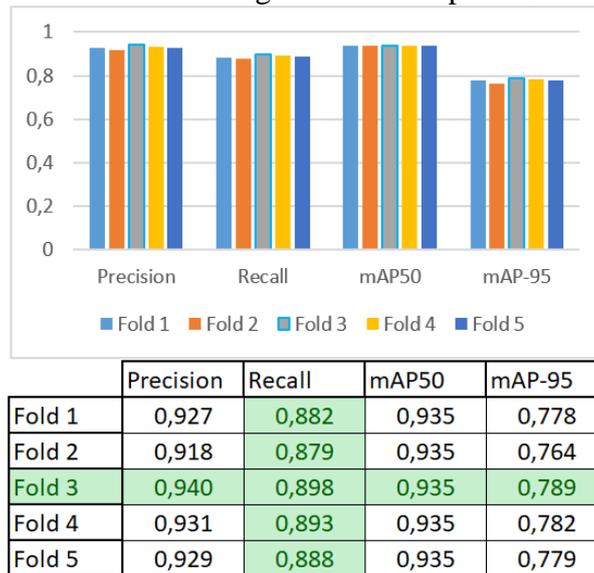
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil

Pada bab sebelumnya telah diuraikan perancangan model yang akan dibangun. Berikut ini hasil dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini.

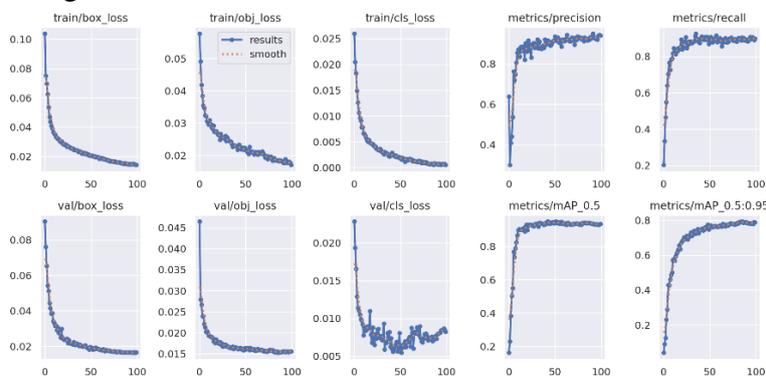
5.1.1 Hasil Pelatihan Model

Pada bagian ini setelah pelatihan model yolo dengan dataset yang telah dibagi menggunakan metode *K-Fold* akan menghasilkan data pada Gambar 22



Gambar 22. Perbandingan hasil pelatihan

Gambar 22 merupakan ringkasan hasil *training fold 1* hingga *fold 5*. Keseluruhan model memiliki nilai *precision*, *recall*, *mAP50*, dan *mAP50-95* yang tinggi. Adapun yang tertinggi diantara semua model, *fold ke 3* merupakan model yang memiliki nilai paling tinggi pada seluruh nilai parameter sehingga model tersebut akan dipilih untuk melakukan uji coba model dengan dataset *test*.



Gambar 23. Hasil *training* model fold-3

Gambar 23 menunjukkan bahwa model yang telah dilatih mencapai tingkat *loss* yang rendah dan kinerja matriks yang tinggi pada epoch ke-100

5.1.2 Hasil Uji Coba Model

Pada bagian ini model dengan *fold* ke 3 akan diuji coba dengan dataset *test* Gambar 24 merupakan hasil akhir uji coba model dengan menggunakan 500 dataset test dengan model yang telah dipilih yaitu model fold-3. Pada gambar tersebut bisa kita bandingkan dengan hasil validasi pelatihan model terbaik yaitu fold-3 pada Tabel 4.

```
# Validate YOLOv5s on COCO val
python val.py --weights /content/yolov5/thebase.pt --data /content/yolov5/fix/data.yaml --img 640

val: data=/content/yolov5/fix/data.yaml, weights=['/content/yolov5/thebase.pt'], batch_size=32, imgsz=640, conf_thres=0.001, iou_thres=0.6, max_det=300, task=val, device=YOLOv5 v7.0-345-g8003649c Python-3.10.12 torch-2.3.1+cu121 CUDA:0 (Tesla T4, 15102MiB)

Fusing layers...
Model summary: 157 layers, 7015519 parameters, 0 gradients, 15.8 GFLOPs
val: Scanning /content/yolov5/fix/test/labels... 500 images, 0 backgrounds, 0 corrupt: 100% 500/500 [00:00<00:00, 1685.79it/s]
val: New cache created: /content/yolov5/fix/test/labels.cache

```

Class	Images	Instances	P	R	mAP50	mAP50-95
all	500	652	0.886	0.926	0.943	0.826
PENDATANG	500	400	0.986	0.863	0.971	0.839
PENGHUNI	500	252	0.786	0.988	0.915	0.812

Speed: 0.5ms pre-process, 6.3ms inference, 4.2ms NMS per image at shape (32, 3, 640, 640)
Results saved to runs/val/exp

Gambar 24. Hasil uji coba model

Tabel 4. Perbandingan confusion matrix menggunakan dataset validasi dan test

	Precision	Recall	mAP50	mAP50-95
Validasi	0,940	0,898	0,935	0,789
Test	0,886	0,926	0,943	0,826

Tabel 4 menunjukkan perbandingan matriks evaluasi untuk dua dataset yang berbeda, yaitu dataset validasi dan dataset *test*. Matriks yang digunakan meliputi *Precision*, *Recall*, mAP50, dan mAP50-95. Hasil dari perbandingan dari dua dataset tersebut menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan di semua matriks.

5.1.3 Skenario dan Hasil Uji Coba Pengenalan Wajah

Pada bagian ini model terpilih akan diuji coba untuk mengenali wajah pendatang asrama untuk mengetahui apakah model ini dapat mengenali wajah dan membedakan antara pendatang dan pengunjung. Skenario dan hasil uji coba pengenalan wajah akan dicantumkan di Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Skenario dan hasil uji coba pengenalan wajah

Objek	Kondisi				
	Normal	Kecerahan +100	Kecerahan -100 Kontras +50	Rotasi 90°	Sketsa
Penghuni	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
Penghuni_kacamata	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai
Penghuni_masker	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai
Penghuni_peci	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai

Penghuni_kacamata_masker	Sesuai	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai
Penghuni_kacamata_peci	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai
Penghuni_masker_peci	Tidak Sesuai				
Penghuni_kacamata_masker_peci	Sesuai	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai
Pendatang	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
Pendatang_kacamata	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
Pendatang_masker	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
Pendatang_peci	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
Pendatang_kacamata_masker	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai
Pendatang_kacamata_peci	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
Pendatang_masker_peci	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
Pendatang_kacamata_masker_peci	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai

5.2.Pembahasan

Hasil yang telah didapatkan dari proses pelatihan (*training*) dengan membagi dataset menggunakan metode *K-Fold* dengan nilai $k = 5$ menunjukkan bahwa fold ke-3 memberikan hasil yang paling baik dibandingkan dengan fold lainnya, yaitu dengan nilai *Precision* sebesar 94%, *Recall* 89.8%, *mAP50* 93.5%, dan *mAP50-95* 78.9%. Metode *K-Fold Cross-Validation* ini sangat penting dalam evaluasi model karena memungkinkan penggunaan maksimal dari dataset yang tersedia. Hasil terbaik pada *fold* ke-3 ini menunjukkan bahwa model pada *fold* tersebut memiliki kinerja yang lebih optimal dalam mengenali dan mengklasifikasikan data dengan benar dibandingkan *fold* lainnya.

Model yang telah dipilih kemudian diuji coba menggunakan dataset latih dan hasilnya ditunjukkan oleh Tabel 4 dengan nilai matriks *Precision* sebesar 88.6%, *Recall* 92.6%, *mAP50* 94.3%, dan *mAP50-95* 82.6%. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa model tidak hanya berperforma baik pada data validasi tetapi juga pada data *test* yang benar-benar baru bagi model. Nilai *Precision* yang mencapai 88.6% menunjukkan bahwa sebagian besar prediksi positif yang dibuat oleh model adalah benar, meskipun

ada beberapa *false positives*. Nilai *Recall* sebesar 92.6% menunjukkan bahwa model berhasil mendeteksi sebagian besar data positif yang ada. mAP50 dan mAP50-95 yang masing-masing bernilai 94.3% dan 82.6% menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang sangat baik dalam hal deteksi objek pada berbagai tingkat ketepatan *Intersection over Union* (IoU).

Secara keseluruhan, perbedaan kinerja antara data validasi dan *test* menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik. Ini berarti dapat bekerja dengan baik pada data baru yang tidak terlihat sebelumnya selama pelatihan. Performa yang konsisten antara data validasi dan data *test* mengindikasikan bahwa model dapat membuat prediksi yang akurat pada data baru. Hal ini sangat penting dalam penerapan model di dunia nyata, dimana data yang dihadapi sering kali berbeda dari data yang digunakan selama pelatihan.

Pada skenario dan hasil uji coba pengenalan wajah yang tercantum di Tabel 5 menunjukkan bahwa dengan 80 skenario uji coba, model memiliki kinerja yang cukup baik dalam mengenali wajah, dengan tingkat keberhasilan sebesar 77,5% atau 62 dari 80 skenario uji coba. Meskipun masih terdapat 18 skenario yang tidak sesuai dengan ekspektasi, hasil ini menunjukkan potensi besar dari model yang digunakan, dan masih terdapat ruang untuk peningkatan lebih lanjut. Dengan beberapa penyesuaian seperti peningkatan akurasi dan optimasi dalam kondisi uji coba, model ini berpeluang untuk mencapai performa yang lebih optimal

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Hasil yang telah didapatkan dari proses pelatihan (*training*) dengan membagi dataset menggunakan metode *K-Fold* dengan nilai $k = 5$ menunjukkan bahwa *fold* ke-3 memberikan hasil yang paling baik dibandingkan dengan *fold* lainnya yaitu dengan nilai *Precision* sebesar 94%, *Recall* 89.8%, mAP50 93.5%, dan mAP50-95 78.9%.

Model yang telah dipilih kemudian diuji coba menggunakan dataset latihan menghasilkan nilai matriks *Precision* sebesar 88.6%, *Recall* 92.6%, mAP50 94.3%, dan mAP50-95 82.6%. Secara keseluruhan, perbedaan kinerja antara data validasi dan test menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik. Performa yang konsisten menunjukkan bahwa model mampu menangani data baru dengan baik.

Pada skenario dan hasil uji coba pengenalan wajah dengan 80 skenario pengujian menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang cukup baik dalam mengenali wajah, dengan tingkat keberhasilan sebesar 77,5% atau 62 dari 80 skenario uji coba. Oleh karena itu, model ini dapat digunakan untuk pengenalan wajah di asrama Global Leadership dengan penyesuaian seperti peningkatan akurasi.

6.2. Saran

Dalam penelitian ini terdapat kekurangan yang diharapkan dapat diperbaiki pada masa mendatang. Hal-hal tersebut antara lain:

1. Penggunaan Algoritma Terbaru: Menggunakan versi terbaru dari algoritma YOLO yang telah disesuaikan arsitekturnya. Dengan melakukan penyesuaian pada arsitektur algoritma, model diharapkan akan lebih mudah dalam mengenali dan mengklasifikasikan objek sesuai dengan kebutuhan penelitian, sehingga meningkatkan kinerja dan akurasi model.
2. *Deployment* Model ke dalam Aplikasi: model yang telah dirancang dan dioptimalkan dapat diimplementasikan ke dalam aplikasi dan memastikan bahwa pengguna dapat memanfaatkan teknologi pengenalan wajah ini dengan cara yang aman, efisien, dan user-friendly.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Q., Lutfiani, N., Kusumah, H., & Zahran, M. S. (2021). Deteksi dan Pengenalan Objek Dengan Model Machine Learning: Model Yolo. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(2), 192. <https://doi.org/10.24114/cess.v6i2.25840>
- Baihaqi, K. A., & Zonyfar, C. (2022). Deteksi Lahan Pertanian Yang Terdampak Hama Tikus Menggunakan Yolo v5. *Syntax: Jurnal Informatika*, 11(02), 1–9.
- Bergs, T., Holst, C., Gupta, P., & Augspurger, T. (2020). Digital image processing with deep learning for automated cutting tool wear detection. *Procedia Manufacturing*, 48, 947–958. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.05.134>
- Bochkovskiy, A., Wang, C., & Liao, H. M. (2020). *YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.10934>
- Czum, J. M. (2020). Dive Into Deep Learning-pytorch-newest. *Journal of the American College of Radiology*, 17(5), 637–638.
- Dewi, C., Chen, R. C., Zhuang, Y. C., & Christanto, H. J. (2022). Yolov5 Series Algorithm for Road Marking Sign Identification. *Big Data and Cognitive Computing*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/bdcc6040149>
- Dewi, N., & Ismawan, F. (2021). Implementasi Deep Learning Menggunakan Cnn Untuk Sistem Pengenalan Wajah. *Faktor Exacta*, 14(1), 34. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v14i1.8989>
- Dharma, A. S., Kom, M., Tambunan, S., & Naibaho, P. K. (2022). *Deteksi Objek Aksara Batak Toba Menggunakan Faster R-CNN dan YoloV3*.
- Furqon, A. (2022). *Aplikasi Pengolahan Citra untuk Deteksi Penyakit Tanaman Nilam Menggunakan Algoritma YOLO*.
- Gerald, C., & Lubis, C. (2020). Pendeteksian Dan Pengenalan Jenis Mobil Menggunakan Algoritma You Only Look Once Dan Convolutional Neural Network. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi*, 8(2), 197. <https://doi.org/10.24912/jiksi.v8i2.11495>
- Hanum Harani, N., Prianto, C., & Hasanah, M. (2019). Deteksi Objek Dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Python. *Jurnal Teknik Informatika*, 11(3), 47–53.
- Hartiwi, Y., Rasywir, E., Pratama, Y., & Jusia, P. A. (2020). Sistem Manajemen Absensi dengan Fitur Pengenalan Wajah dan GPS Menggunakan YOLO pada Platform Android. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4, 1235–1242. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i4.2522>
- Hidayatulloh, M. S. (2021). *Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Yolo (You Only Look Once)*. i–43.

- Hui, J. (2018). *mAP (mean Average Precision) for Object Detection*. Medium. <https://jonathan-hui.medium.com/map-mean-average-precision-for-object-detection-45c121a31173>
- Isnayni, D. N. (2021). *SISTEM KEHADIRAN PEMUSTAKA MENGGUNAKAN FACE RECOGNITION*.
- Jocher, G., Chaurasia, A., Stoken, A., Borovec, J., NanoCode012, Kwon, Y., Michael, K., TaoXie, Fang, J., Imyhxy, Lorna, Yifu), 曾逸夫(Zeng, Wong, C., V, A., Montes, D., Wang, Z., Fati, C., Nadar, J., Laughing, ... Jain, M. (2022). *ultralytics/yolov5: v7.0 - YOLOv5 SOTA Realtime Instance Segmentation*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7347926>
- Kasper-eulaers, M., Hahn, N., Berger, S., Sebulonsen, T., & Myrland, Ø. (2021). *Short Communication : Detecting Heavy Goods Vehicles in Rest Areas in Winter Conditions Using YOLOv5*.
- Kusumah, H., Zahran, M. S., Rifqi, K. N., Putri, D. A., & Waktu Hapsari, E. M. (2023). Deep Learning Pada Detektor Jerawat: Model YOLOv5. *Journal Sensi*, 9(1), 24–35. <https://doi.org/10.33050/sensi.v9i1.2620>
- Muhammad Juman Jhatial, Shaikh, D. R. A., Noor Ahmed Shaikh, Samina Rajper, Rafaqat Hussain Arain, Ghulam Hussain Chandio, Abdul Qadir Bhangwar, Hidayatullah Shaikh, & Kashif Hussain Shaikh. (2022). Deep Learning-Based Rice Leaf Diseases Detection Using Yolov5. *Sukkur IBA Journal of Computing and Mathematical Sciences*, 6(1), 49–61. <https://doi.org/10.30537/sjcms.v6i1.1009>
- Nafis Alfarizi, D., Agung Pangestu, R., Aditya, D., Adi Setiawan, M., & Rosyani, P. (2023). Penggunaan Metode YOLO Pada Deteksi Objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis. *Jurnal Artificial Intelligent Dan Sistem Penunjang Keputusan*, 1(1), 54–63. <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk>
- Nepal, U., & Eslamiat, H. (2022). Comparing YOLOv3, YOLOv4 and YOLOv5 for Autonomous Landing Spot Detection in Faulty UAVs. *Sensors*, 22(2). <https://doi.org/10.3390/s22020464>
- Putra, B., Pamungkas, G., Nugroho, B., & Anggraeny, F. (2021). Deteksi dan Menghitung Manusia Menggunakan YOLO-CNN. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi*, 02(1), 67–76.
- Ramadah, F., Dwi Wibawa, P., & Rizal, A. (2022). *Sistem Deteksi Api Menggunakan Pengolahan Citra Pada Webcam Dengan Metode Yolov3 Fire Detection System Using Image Processing on Webcam with Yolov3 Method*. 9(2), 226–231.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016-Decem*, 779–788. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91>
- Redmon, J., & Farhadi, A. (2017). YOLO9000: Better, faster, stronger. *Proceedings - 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2017, 2017-Janua*, 6517–6525. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.690>

- Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). *YOLOv3: An Incremental Improvement*. <http://arxiv.org/abs/1804.02767>
- Salamah, I., Said, M. R. A., & Soim, S. (2022). *Perancangan Alat Identifikasi Wajah Dengan Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Presensi Mahasiswa*. 6, 1492–1500. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i3.4399>
- Sary, I. P., Andromeda, S., & Armin, E. U. (2023). Performance Comparison of YOLOv5 and YOLOv8 Architectures in Human Detection using Aerial Images. *Ultima Computing : Jurnal Sistem Komputer*, 15(1), 8–13. <https://doi.org/10.31937/sk.v15i1.3204>
- Shiri, A. (2004). Introduction to Modern Information Retrieval (2nd edition). *Library Review*, 53(9), 462–463. <https://doi.org/10.1108/00242530410565256>
- Yana, Y. E., & Nafi'iyah, N. (2021). Klasifikasi Jenis Pisang Berdasarkan Fitur Warna, Tekstur, Bentuk Citra Menggunakan SVM dan KNN. *RESEARCH: Journal of Computer, Information System & Technology Management*, 4(1), 28. <https://doi.org/10.25273/research.v4i1.6687>
- Zahroh, K. A., Candra, D., Novitasari, R., & Hakim, L. (2024). *Perbandingan Ekstraksi Fitur Untuk Klasifikasi COVID-19 , MERS , dan SARS Menggunakan Algoritma Extreme Learning Machine*. 13(1), 30–41. <https://doi.org/10.14421/fourier.2024.131.30-41>

Lampiran

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keputusan Pengangkatan Pembimbing Tugas Akhir



YAYASAN PAKUAN SILIWANGI
Universitas Pakuan
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Unggul, Mandiri & Berkarakter Dalam Bidang MIPA

**KEPUTUSAN DEKAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
No. : 4498/KEP/D/FMIPA/XII/2023**

T E N T A N G

**PENGANGKATAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
PADA PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN**

**DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN,**

- Menimbang : a. bahwa setiap mahasiswa tingkat akhir Program Strata Satu (S1) harus melaksanakan Tugas Akhir sebagaimana tercantum di dalam kurikulum setiap Program Studi di lingkungan Fakultas MIPA Universitas Pakuan.
b. bahwa untuk pelaksanaan Tugas Akhir diperlukan pengawasan dari pembimbing.
c. bahwa sehubungan dengan point a dan b di atas perlu dituangkan dalam suatu Keputusan Dekan.
- Mengingat : 1. Undang-undang RI No.: 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Peraturan Pemerintah No.: 60 Tahun 1999 tentang Pendidikan Tinggi.
3. Statuta Universitas Pakuan Tahun 2019.
4. Surat Keputusan Rektor Nomor: 35/KEP/REK/VIII/2020 tanggal 03 Agustus 2020 tentang Pemberhentian Dekan dan Wakil Dekan Masa Bakti 2015-2020 serta Pengangkatan Dekan dan Wakil Dekan Masa Bakti 2020-2025 di lingkungan Universitas Pakuan.
5. Ketentuan Akademik yang tercantum dalam Buku Panduan Studi Fakultas MIPA, Universitas Pakuan Tahun 2023.
- Memperhatikan : Usulan dari Ketua Program Studi Ilmu Komputer FMIPA UNPAK.

M E M U T U S K A N

- Menetapkan :
Pertama : Mengangkat pembimbing yang namanya tersebut di bawah ini :
1. Pembimbing Utama : Dr. Tjut Awaliyah Zuraiyah, S.Kom., M.Kom.
2. Pembimbing Pendamping : Mulyati, M.Kom.

Untuk membimbing dalam rangka melaksanakan tugas akhir bagi mahasiswa :

Nama : Tb Ahmad Amin
NPM : 065117245
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Implementasi Algoritma Yolo Untuk Pengenalan Wajah Mahasiswa di Asrama Global Leadership

- Kedua : Kepada para pembimbing diharapkan dapat menjalankan tugasnya sebagai pembimbing dengan sebaik-baiknya.
- Ketiga : Dalam waktu 1 (satu) bulan setelah diterbitkannya SK ini, mahasiswa wajib melaksanakan Seminar Rencana Penelitian yang diselenggarakan oleh Program Studi Ilmu Komputer dengan dihadiri oleh Pembimbing dan Penguji.
- Keempat : Dana untuk honorarium pembimbing dibebankan kepada mahasiswa yang ketentuannya diatur oleh Fakultas MIPA.
- Kelima : Surat Keputusan ini berlaku untuk jangka waktu 1 (satu) tahun sejak tanggal ditetapkan sampai dengan mahasiswa tersebut Lulus Sidang/Ujian Skripsi, dengan ketentuan akan diadakan perubahan/perbaikan sebagaimana mestinya bila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapannya.

Ditetapkan di : Bogor
Pada tanggal : 19 Desember 2023

☞ Dekan,



Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

Tembusan :

1. Yth. Ketua Program Studi Ilmu Komputer;
2. Yth. Dr. Tjut Awaliyah Zuraiyah, S.Kom., M.Kom.;
3. Yth. Mulyati, M.Kom.;
4. Arsip.

Lampiran 2. Kartu Bimbingan Mahasiswa

Kartu Bimbingan Mahasiswa
Program Studi Ilmu Komputer FMIPA – UNPAK

Nama Mahasiswa : Tb Ahmad Amin
 NPM : 065117245
 Judul Proposal : Implementasi Algoritma Yolov5 Untuk Pengenalan Wajah
 Pembimbing Utama : Dr. Tjut Awaliyah Zuraiyah., S.Kom., M.Kom.
 Pembimbing Pendamping : Mulyati, S.Si., M.Kom.

No	Hari, Tanggal	Catatan	Tanda Tangan	
			Pemb. I	Pemb. II
1.	2 Maret 2023	Bimbingan mengenai judul skripsi		
2.	16 Maret 2023	Bimbingan mengenai judul skripsi		
3.	31 Maret 2023	Bimbingan mengenai judul yang diajukan		
4.	25 September 2023	Pengajuan draft Bab I s.d. Bab III		
5.	12 Oktober 2023	Revisi Bab I s.d. Bab III		
6.	24 Oktober 2023	Revisi Bab III		
7.	31 Oktober 2023	Bimbingan mengenai proposal penelitian		
8.	13 November 2023	Revisi penulisan proposal penelitian		
9.	22 November 2023	Revisi penulisan proposal penelitian		
10.	6 Desember 2023	Revisi penulisan proposal penelitian		
11.	11 Desember 2023	ACC Seminar Proposal		
12.	15 Desember 2023	Bimbingan mengenai proposal penelitian		
13.	19 Desember 2023	ACC Seminar Proposal		
14.	28 Februari 2024	Bimbingan mengenai hasil penelitian		
15.	6 Mei 2024	Revisi hasil penelitian		
16.	13 Mei 2024	Bimbingan mengenai hasil penelitian		

17.	14 Mei 2024	ACC Seminar Hasil	Q >	
18.	20 Mei 2024	Revisi Penulisan hasil penelitian & ACC Seminar Hasil		Mulyati
19.	10 Juni 2024	Bimbingan mengenai skripsi		Mulyati
20.	1 Juli 2024	Memperbaiki rancangan model dan penulisan skripsi		Mulyati
21.	9 Juli 2024	Memperbaiki rancangan model dan dataset		Mulyati
22.	15 Juli 2024	Memperbaiki rancangan model dan dataset	Q >	
23.	16 Juli 2024	Memperbaiki dataset	Q >	
24.	17 Juli 2024	Memperbaiki dataset		Mulyati
25.	23 Juli 2024	ACC sidang skripsi		Mulyati
26.	23 Juli 2024	ACC sidang skripsi	Q >	

Bogor, 25 Juli 2024
Program Studi Ilmu Komputer
Fakultas MIPA – UNPAK

Ketua,

Arie Qur'ania, M.Kom.