

**IMPLEMENTASI SISTEM DETEKSI PAKAIAN BERBUDAI
MENGUNAKAN METODE *SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTOR*
BERBASIS *REAL TIME* DI LINGKUNGAN KAMPUS UNIVERSITAS
ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan
Gelar Sarjana Strata 1 (S1) program studi Teknik Informatika
pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh :

Nama : Anjas Restu Mulia Adhi
Nim : 32602100031
Program Studi : Teknik Informatika

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2025**

FINAL PROJECT
IMPLEMENTATION OF ISLAMIC ACADEMIC CLOTHING DETECTION
SYSTEM USING SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTOR METHOD
BASED ON REAL TIME IN SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY
CAMPUS ENVIRONMENT SEMARANG

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at
Informatics Engineering Departement of Industrial Technology Faculty Sultan
Agung Islamic University*



Arranged By :

Anjas Restu Mulia Adhi

32602100031

MAJORING OF INFORMATICS ENGINEERING
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY
SEMARANG
2025

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI SISTEM DETEKSI PAKAIAN BERBUDAI
MENGUNAKAN METODE *SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTOR*
BERBASIS *REAL TIME* DI LINGKUNGAN KAMPUS UNIVERSITAS
ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

ANJAS RESTU MULIA ADHI
NIM 32602100031

Telah dipertahankan di depan tim penguji ujian sarjana tugas akhir
Program Studi Teknik Informatika
Universitas Islam Sultan Agung
Pada tanggal : *Selasa, 3 Juni 2025*

TIM PENGUJI UJIAN SARJANA :

Ghufron, S.T., M.Kom

NIK. 210622056

(Ketua Penguji)

[Signature] 20/6/2025

Dedy Kurniadi, S.T., M.Kom

NIK. 210615048

(Anggota Penguji)

[Signature] 20/6/2025

Sam Farisa Chaerul Haviana, ST,

M.Kom

NIK. 210616051

(Pembimbing)

[Signature] 26/6/2025

Semarang, *26 Juni 2025*

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Informatika
Universitas Islam Sultan Agung

[Signature]
Moch. Taufik, ST, MIT
NIK. 210604034

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama :Anjas Restu Mulia Adhi

NIM :32602100031

Judul Tugas Akhir :IMPLEMENTASI SISTEM DETEKSI PAKAIAN
BERBUDAI MENGGUNAKAN METODE *SINGLE SHOT*
MULTIBOX DETECTOR BERBASIS *REAL TIME* DI
LINGKUNGAN KAMPUS UNIVERSITAS ISLAM
SULTAN AGUNG SEMARANG

Bahwa dengan ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Informatika tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 16 Juli 2025

Yang Menyatakan,



Anjas Restu Mulia Adhi

PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anjas Restu Mulia Adhi
NIM : 32602100031
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknologi Industri
Alamat Asal : Kelurahan Kalidoro Kec. Pati Kab. Pati, Jawa Tengah

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas akhir dengan Judul :
"IMPLEMENTASI SISTEM DETEKSI PAKAIAN
BERBUDAI MENGGUNAKAN METODE *SINGLE SHOT MULTIBOX
DETECTOR* BERBASIS *REAL TIME* DI LINGKUNGAN KAMPUS
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG" Menyetujui menjadi
hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti
Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan
dipublikasikan diinternet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap
menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat
dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak
Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum
yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam
Sultan agung

Semarang, 16 Juli 2025

Yang Menyatakan,



Anjas Restu Mulia Adhi

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur allhamdulillah atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Implementasi Sistem Deteksi Pakaian Berbudai Menggunakan Metode *Single Shot Multibox Detector* Berbasis *Real Time* Di Lingkungan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang” dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dan dibuat dengan adanya bantuan dari berbagai pihak berupa materi maupun teknis, oleh karena itu saya selaku penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang Bapak Prof. Dr. H. Gunarto, S.H., M.H yang mengizinkan penulis menimba ilmu di kampus ini.
2. Dekan Fakultas Teknologi Industri Ibu Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng
3. Dosen pembimbing penulis Bapak Sam Farisa Chaerul Haviana, ST, M.Kom yang telah meluangkan waktu dan memberi ilmu dalam penyusunan tugas akhir.
4. Orang tua penulis Alm. Bapak Bambang Darmanto dan Ibu Ambar Susilowati yang telah memberikan doa serta dukungan baik moral maupun material.
5. Saudari Nabila Aprilia Azzahra yang telah memberikan semangat dan menemani penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Teman seperjuangan yang telah memberikan dukungan moral, motivasi, serta semangat dalam proses penyelesaian tugas akhir
7. Dan kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

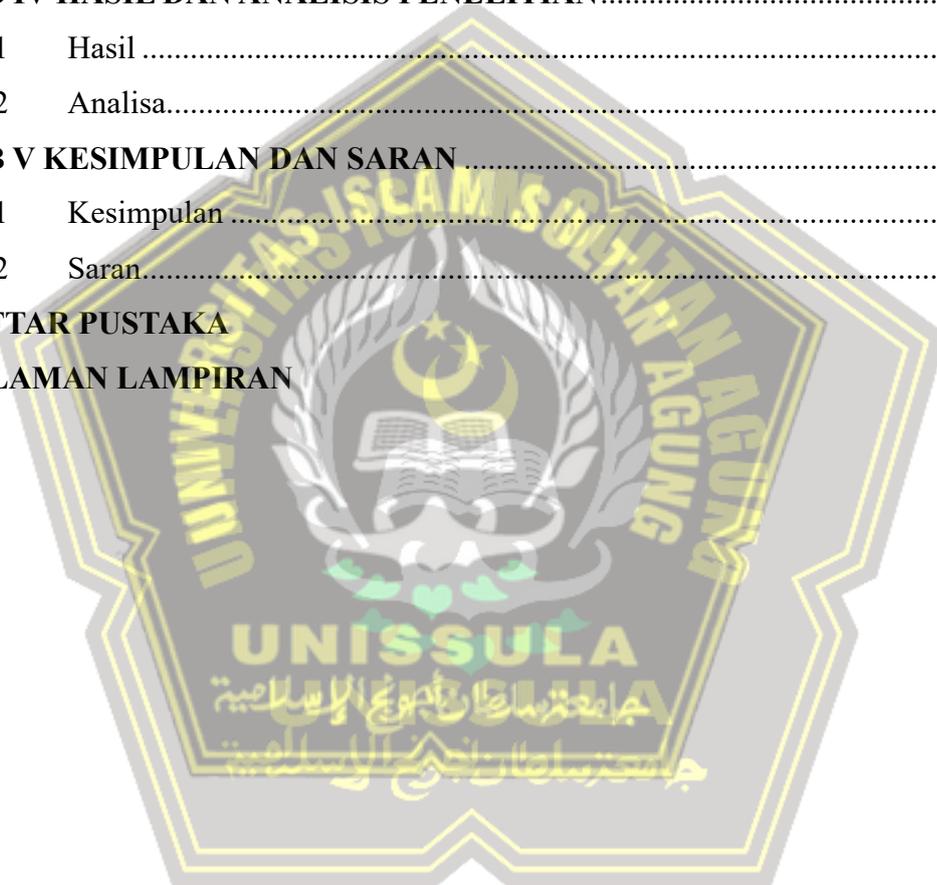
Semarang, 16 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Pakaian Berbudaya Akademik Islami (BudAI).....	9
2.2.2 <i>Computer Vision</i>	12
2.2.3 <i>Object Detection</i>	12
2.2.4 <i>Object Recognition</i>	13
2.2.5 <i>Single Shot Multibox Detector</i>	13
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Deskripsi Sistem.....	17
3.2 Studi Literatur	17
3.3 Rancang Alur Model	18

3.4	Tahapan Perancangan Model	19
3.4.1	<i>Data Collection</i>	19
3.4.2	<i>Data Preprocessing</i>	20
3.4.3	<i>Data Training dan Validation</i>	23
3.4.4	<i>Testing Model</i>	25
3.4.5	<i>Evaluation Model</i>	26
3.5	Perancangan Sistem	28
BAB IV HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN		30
4.1	Hasil	30
4.2	Analisa	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		
HALAMAN LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hyperparameter	40
Tabel 4. 2 Pengujian Sistem	41
Tabel 4. 3 Metrik Evaluasi	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pria BerbudAI	10
Gambar 2. 2 Pria Tidak BudAI	10
Gambar 2. 3 Wanita BudAI.....	11
Gambar 2. 4 Wanita Tidak BudAI.....	11
Gambar 2. 5 Arsitektur Single Shot Multibox Detector (Liu dkk., 2016)	14
Gambar 3. 1 Alur Kerja Rancangan Model.....	18
Gambar 3. 2 Pengumpulan Data	19
Gambar 3. 3 Anotasi Data wanita tidak BudAI.....	20
Gambar 3. 4 Anotasi Data pria BudAI.....	20
Gambar 3. 5 Anotasi Data wanita BudAI.....	21
Gambar 3. 6 Anotasi Data pria tidak BudAI.....	21
Gambar 3. 7 Revisi Data.....	22
Gambar 3. 8 Augmentasi Data	22
Gambar 3. 9 Alur Pengujian Model	25
Gambar 4. 1 Folder Awal	30
Gambar 4. 2 Folder Baru.....	31
Gambar 4. 3 File Anotations	31
Gambar 4. 4 File Images	31
Gambar 4. 5 Proses Ekstraksi File Dataset	32
Gambar 4. 6 Proses Labell Mapping	33
Gambar 4. 7 Proses Augmentasi Data.....	34
Gambar 4. 8 Hasil Proses Augmentasi.....	34
Gambar 4. 9 Konfigurasi Training Data.....	35
Gambar 4. 10 Proses Pembagian Data	36
Gambar 4. 11 Grafik Training Loss Vs Validation Loss	36
Gambar 4. 12 Model Pelatihan.....	37
Gambar 4. 13 Output Hasil Deteksi Wanita BudAI	38
Gambar 4. 14 Output Hasil Deteksi Wanita Tidak BudAI.....	39
Gambar 4. 15 Output Hasil Deteksi Pria BudAI.....	39



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 2 Surat Validasi Penelitian LKPI 57



ABSTRAK

Universitas Islam Sultan Agung Semarang merupakan sebuah institusi pendidikan yang berlandaskan pada nilai – nilai Islam. “Membangun Generasi Khaira Ummah”. Jika dilihat dari perkembangan era digital, mayoritas mahasiswa ataupun mahasiswi cenderung lebih mengikuti trend dalam mengenakan pakaian. Bahkan beberapa diantara mereka merasa lebih percaya diri saat memakai pakaian yang berbeda sehingga mereka merasa ingin dipandang dan diperhatikan. Sesuai dengan startegi pada kampus sangat penting adanya berpakaian sesuai dengan Budaya Akademik Islami yang telah ada pada lingkungan kampus. Pakaian BerbudAI merupakan sebuah gerakan yang diterapkan untuk semua civitas akademika Universitas Islam Sultan Agung Semarang guna menerapkan cara berpakaian yang benar sesuai dengan ajaran nilai – nilai dari agama Islam. Untuk meminimalisir terjadi pelanggaran tata cara berpakaian, pada penelitian ini mengimplementasikan sebuah sistem deteksi pakaian berbudaAI secara *real time* menggunakan metode *Single Shot Multibox Detector* dengan VGG16. Hasil dari pengujian Nilai *threshold* model terbaik di penelitian kali ini diangka 0.7 dengan *F1-score* tertinggi (0,918), yang mencerminkan keseimbangan terbaik antara *precision* (0,85) dan *recall* (1,0). Dengan menggunakan metode *Single Shot Multibox Detector* untuk mengimplementasikan deteksi secara *real time* pada pakaian budAI mendapatkan hasil akurasi yang sangat baik.

Kata Kunci : Pakaian budAI, Sistem Deteksi, *Single Shot Multibox Detector*

ABSTRACT

Sultan Agung Islamic University Semarang is an educational institution based on Islamic values. "Building the Khaira Ummah Generation". When viewed from the development of the digital era, most students tend to follow trends in wearing clothes. Even some of them feel more confident when wearing different clothes so that they feel like they want to be seen and noticed. In accordance with the strategy on campus, it is very important to dress according to the Islamic Academic Culture that already exists in the campus environment. BebudAi clothing is a movement that is applied to all academics of Sultan Agung Islamic University Semarang in order to apply the correct way of dressing based on the principles of Islamic values. To minimize violations of dress codes, this study implemented a real-time AI clothing detection system using the Single Shot Multibox Detector method with VGG16. The outcomes of the top modelthreshold value test in this study were 0.7 with the highest F1-score (0.918), which reflects the best balance between precision (0.85) and recall (1.0). By using the Single Shot Multibox Detector method to implement real-time detection on clothing, budAI gets very good accuracy results.

Keyword : *budAI Clothing, Detection System, Single Shot Multibox Detector*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan jaman dan teknologi yang sangat signifikan, juga membawa dampak dalam berbagai macam jenis bidang. Salah satunya diantaranya adalah di dalam bidang pendidikan. Pendidikan memiliki peranan sentral dalam kemajuan bangsa dan negara, karena telah dijelaskan bahwasanya pendidikan merupakan hak dalam setiap warga negara Indonesia dan negara memiliki tanggung jawab untuk menyediakan prasarana yang memadai tanpa adanya diskriminasi, selain itu rakyat Indonesia juga memiliki tanggung jawab untuk memanfaatkan fasilitas yang telah disediakan oleh negara (Shella Assyifa dkk, 2023).

Universitas Islam Sultan Agung Semarang merupakan sebuah institusi pendidikan yang berlandaskan pada nilai – nilai Islam. “Membangun Generasi Khaira Ummah” adalah sebuah tema inti gerakan untuk menempuh pendidikan dalam institusi Universitas Islam Sultan Agung Semarang, sedangkan Budaya Akademik Islami (BudAI) sebagai strategi pendidikannya. Dengan tema tersebut memiliki paradigma baru yang memerlukan pengembangan ilmu dan teknologi melalui rekonstruksi ilmu berdasarkan kemajuan ilmu ke depan yang sejalan dengan nilai-nilai Islam.

Jika diamati dari kemajuan era digital, mayoritas mahasiswa ataupun mahasiswi cenderung lebih mengikuti trend dalam mengenakan pakaian. Bahkan diantara mereka lebih merasa percaya diri ketika memakai pakaian yang berbeda sehingga mereka merasa ingin dipandang dan diperhatikan (Ipra Adinata dkk, 2023). Sesuai dengan strategi pada kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang sangat penting adanya berpakaian sesuai dengan Budaya yang telah ada pada lingkungan kampus.

Dalam perkembangannya kemajuan dalam bidang visi komputer dan teknik *machine learning*, sangat memungkinkan untuk mengembangkan sebuah sistem untuk mendeteksi pakaian yang sesuai dengan etika dan kebijakan pada lingkungan kampus. Dari konsep *machine learning* mengembangkan *deep learning* yang mampu untuk mengekstraksi otomatis fitur dari data, untuk memungkinkan pemrosesan informasi yang lebih kompleks (Jamaludin dkk, 2024). Implementasi *Computer Vision* menggunakan teknik *Single Shot Multibox Detector* sangat memungkinkan untuk dimanfaatkan dalam tugas akhir ini, karena metode tersebut dapat mengidentifikasi objek yang sangat kompleks seperti pakaian dan memiliki kecepatan deteksi yang sangat cepat maka sangat ideal untuk deteksi secara *real-time* (Sutama dkk, 2020).

Dengan adanya sistem deteksi *real-time* menerapkan algoritma *Single Shot Multibox Detector* diharapkan dapat digunakan mendeteksi aktivitas mahasiswa didalam kampus ketika terjadi pelanggaran tata cara berpakaian. Sehingga diharapkan untuk menegakan kedisiplinan kepada mahasiswa dalam berpakaian yang sesuai dengan etika dan kebijakan kampus.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasar pada pernyataan dari latar belakang permasalahan dimana sudah dijabarkan sebelumnya, diidentifikasi permasalahan dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana cara mengimplementasikan metode *Single Shot Multibox Detector* untuk mendeteksi pakaian Berbudaya Akademik Islami area lingkungan Universitas Islam Sultan Agung Semarang secara *real-time*?

1.3 Batasan Masalah

Sejalan dengan rumusan masalah diatas berikut ini merupakan batasan masalah dalam penelitian yaitu :

1. Sistem deteksi pakaian berbudaya akademik islami ini memiliki empat label kelas yaitu Pria BudAI, Pria Tidak BudAI, Wanita BudAI, dan Wanita Tidak BudAI.
2. Sistem hanya berfokus pada deteksi pakaian utama yang dikenakan oleh mahasiswa di kampus yang meliputi baju, rok, celana, dan jilbab/kerudung, yang dianggap sebagai elemen utama dari penelitian ini untuk tata cara berpakaian sesuai dengan pedoman BudAI.
3. Sistem tidak dapat mendeteksi pakaian yang membentuk lekuk tubuh, pakaian yang menyentuh tanah dan celana yang berlubang.
4. Jenis *hardware* yang akan digunakan dibatasi hanya laptop dan *webcam*
5. Akurasi deteksi di kondisi pencahayaan tertentu, sistem hanya akan diuji dalam kondisi pencahayaan normal atau siang hari. Pengujian dalam kondisi minim cahaya, seperti malam hari atau cuaca buruk, tidak menjadi bagian dari penelitian ini.
6. Menerapkan metode *Single Shot Multibox Detector*
7. Penelitian divalidasi oleh Lembaga Kajian dan Penerapan Nilai – Nilai Islami (LKPI) Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

1.4 Tujuan

Membuat rancangan dan menerapkan sistem deteksi pakaian berbasis metode *Single Shot Multibox Detector* untuk mendeteksi pakaian mahasiswa dilingkungan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang secara *real-time*

1.5 Manfaat

Berdasarkan permasalahan dan tujuan yang telah di jelaskan diatas, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat guna membantu dalam mendeteksi otomatis pakaian Berbudaya Akademik Islami secara *realtime* di lingkungan kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang akan digunakan dalam pembuatan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Di bab I membahas mengenai latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, manfaat yang diharapkan dari penelitian, serta uraian sistematika penulisan laporan secara keseluruhan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab II memuat penjelasan mengenai studi kasus yang telah dilakukan sebelumnya serta dasar teori yang berkaitan dengan *Single Shot Multibox Detector* sebagai acuan penulis untuk menyusun penelitian ini.

BAB III : METODE PENELITIAN

Dalam bab III dijelaskan mengenai metode beserta tahapan penelitian yang dilaksanakan dari pengumpulan data sampai proses pengolahan dataset.

BAB IV : HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Bagian bab IV menjelaskan hasil pendeteksian objek menggunakan *Single Shot Multibox Detector* beserta pengujianya.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab V memuat kesimpulan dari proses awal penelitian hingga akhir penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam tinjauan pustaka, penulis menguraikan tentang penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan studi ini yaitu “Implementasi Sistem Deteksi Pakaian BerbudAI Menggunakan Metode *Single Shot Multibox Detector* Berbasis *Real Time* di Lingkungan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang”. Tinjauan pustaka akan dijadikan sebuah landasan referensi penulis yang digunakan dalam melakukan penelitian.

Merujuk pada penelitian sebelumnya digunakan untuk sebagai referensi *Deep Learning* menerapkan metode *Single Shot MultiboxDetector* untuk mendeteksi jenis pakaian BudAi. Pada penelitian Deteksi Objek Menggunakan Metode *Single Shot Multibox Detector* Pada Alat Bantu Tingkat Tunanetra Berbasis Kamera yang dilakukan oleh (Fuady dkk, 2020) menghasilkan pengujian yang menunjukkan alat ini mencapai akurasi 92%, sensitivitas 83%, dan spesifisitas 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa alat tersebut efektif dalam membantu penyandang tunanetra untuk bernavigasi dengan lebih baik. Penelitian ini merancang alat bantu untuk penyandang tunanetra yang dapat mendeteksi objek seperti manusia, hewan, dan benda menggunakan *Single Shot Multibox Detector*. Proses pemrosesan dilakukan dengan menggunakan Raspberry Pi dan kamera sebagai input.

Penelitian yang dilakukan oleh (Indrabayu dkk., 2023) berjudul *Various Obstacles Detection Systems using Single Shot Multi-Box Detector (SSD) for Autonomous-Driving Vehicles*. Penelitian ini menggunakan metode *Single Shot Multi-box Detector* dengan arsitektur *MobileNet V2* untuk mendeteksi empat jenis rintangan: mobil, sepeda motor, orang, dan lubang jalan. Data masukan berupa video yang diekstrak menjadi frame menggunakan kamera dasbor. Dataset terdiri dari 720 gambar untuk setiap jenis rintangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode SSD dapat dilaksanakan dengan efektif untuk mengidentifikasi dan mengategorikan

rintangan secara *real-time*. Akurasi yang diperoleh dari pengujian adalah: 93.88% pada kecepatan 10 km/jam, 97.22% pada kecepatan 20 km/jam, 95.83% pada kecepatan 30 km/jam, 94.44% pada kecepatan 40 km/jam. Penelitian ini menekankan bahwa deteksi rintangan yang akurat sangat penting untuk meningkatkan keselamatan kendaraan otonom di jalan raya.

Berdasarkan penelitian yang berjudul Implementasi Metode SSD (*Single Shot MultiBox Detector*) untuk Mendeteksi Pelanggaran Jalur Busway Menggunakan Masukan Citra Digital oleh (Susilo, 2019) menjelaskan penelitian ini menggunakan metode SSD untuk mendeteksi pelanggaran pada jalur busway dengan input gambar digital. Sistem ini dirancang untuk membedakan bus Transjakarta bersama transportasi lainya seperti kendaraan roda empat dan dua.. Hasil uji menunjukkan bahwa sistem bisa mendeteksi pelanggaran dengan ketepatan rata-rata sebesar 98.2% dari dataset yang digunakan. Sistem memberikan output berupa notifikasi "Pelanggaran" atau "Aman" pada *display* LCD laptop pemantau, tergantung pada jenis kendaraan yang terdeteksi di jalur busway.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Astuti dkk, 2022) dengan judul Deteksi Objek Daun Semanggi Secara Real Time Menggunakan CNN-*Single Shot Multibox Detector* (SSD), Penelitian ini menggunakan pendekatan *deep learning* dengan *framework TensorFlow* untuk mendeteksi objek daun semanggi secara *real-time*. Proses penelitian mencakup akuisisi data, preposisi data, pelatihan model, dan pengujian. Model deteksi objek daun semanggi menunjukkan hasil yang baik dengan: *Precision*: 80%, *Recall*: 100%, Akurasi: 86.6%. Hasil ini menunjukkan bahwa model dapat mengenali daun semanggi dengan sangat baik dalam kondisi *real-time*.

Penelitian yang berjudul “Deteksi Jenis Sampah Secara *Realtime* Menggunakan Metode *Single Shot Multibox Detector* (SSD)” yang dilakukan oleh (Pernando dkk, 2023). Penelitian ini menjelaskan untuk menggolongkan jenis limbah organik serta anorganik. Metode yang diterapkan adalah *Single Shot Multibox Detector* untuk memproses *file* gambar, serta penelitian yang dipakai yaitu *CRISP-DM*. Dataset ini terkumpul melalui metode primer dengan pengambilan gambar langsung dari objek, kemudian dipisah menjadi dua kategori, yakni data latih dan data uji, di mana data *training* terdiri dari 223 gambar sedangkan data *testing* berjumlah 55 citra. Hasil analisis matriks kebingungan dari model yang telah berhasil dibuat menunjukkan akurasi mencapai 93%..

Riset telah dilaksanakan oleh (Tanujaya dan Lina, 2023) dengan judul “Pengenalan Objek Menggunakan Metode *Single Shot Multibox Detector* Pada Bahan Sembako”. Dalam penelitian tersebut, dibahas mengenai sistem yang dirancang untuk mengenali berbagai jenis bahan sembako. Program ini tidak hanya mampu mengenali jenis bahan sembako, tetapi juga dapat secara otomatis menghitung jumlah bahan sembako setelah proses pengenalan jenisnya. Terdapat 15 kelas yang digunakan, masing-masing memiliki 100 gambar untuk data pelatihan. Pengambilan dataset diambil dari arah depan dan tegak lurus terhadap kamera. Data yang digunakan untuk pelatihan berjumlah 2930, sedangkan untuk pengujian terdapat 2504, di mana masing-masing telah mencakup data gambar serta gambar yang telah diberi label. Pada pengujian dengan *epoch* 150 mendapatkan akurasi sebesar 86.08%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Mulyana dan Zikri, 2022) dengan judul Optimasi Mendeteksi Klasifikasi Citra Digital Logo Mobil Indonesia dengan Metode *Single Shot Multibox Detector*. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengenalkan logo mobil yang unik serta untuk meningkatkan akurasi deteksi pada logo mobil di Indonesia. Logo yang terdeteksi kemudian digunakan untuk mengenali merek mobil dalam waktu singkat. Dalam penelitian ini kami menggunakan metode *Single Shot Multibox Detector*

Data pengujian dalam studi ini menghasilkan 1.240 gambar untuk kategori pelatihan dan 270 gambar untuk pengujian, yang telah diujikan sehingga memperoleh nilai evaluasi mencapai akurasi tertinggi sebanyak 98.89% dan kehilangan sebesar 0.025%.

Pada penelitian berjudul “Deteksi Otomatis Nominal Uang Kertas Untuk Tunanetra Menggunakan Algoritma Arsitektur SSD *MOBILENETV3*”, yang dilakukan oleh (Prima dkk, 2022). Penelitian ini membahas untuk mendukung penyandang tunanetra dalam mengetahui nilai duit kertas Rupiah dengan lebih sederhana. Sistem kami dirancang memakai teknik *Convolutional Neural Network* (CNN) yang menggunakan arsitektur MobileNetV3 dan algoritma *Single Shot Multibox Detector* (SSD). Ditemukan hasil riset ini menunjukkan bahwa sistem yang diciptakan dapat berfungsi dengan baik dalam berbagai situasi pencahayaan, baik di siang hari maupun malam. Dalam situasi penerangan yang cukup, sistem memperoleh akurasi berkisar antara 80% hingga 95%, dengan nilai Tengah akurasi sistem diangka 91,28% merupakan keluaran sangat bagus dalam mengenali objek.

Penelitian yang dilakukan oleh (Marlina dkk, 2021) meneliti tentang pengembangan sistem untuk mendeteksi pejalan kaki yang memanfaatkan deep learning dan gambar 360°. Sistem perangkat lunak untuk mengenali objek yang dibuat dengan memanfaatkan *Single Shot Multibox Detector* (SSD) *MobilenetV*. Proses sistem diuji lebih lanjut secara langsung dengan 735 frame gambar 360° di siang hari dan 595 frame di sore hari. Dalam waktu siang, 55,5% gambar dapat teridentifikasi dengan baik dengan tingkat kepercayaan tertinggi 98%. Sementara itu, dalam situasi gambar sore, 51,2% gambar teridentifikasi dengan jelas dengan tingkat keyakinan tertinggi 95%

Pada penelitian berjudul *RealTime Object Detection For Wayang Punakawan Identification Using Deep Learning* yang dilakukan oleh (Thohari dan Adhitama, 2019), penelitian ini dibuat suatu sistem yang dapat mengidentifikasi objek punakawan secara *real-time* dengan memakai

teknologi *deep learning*. Metode memakai *Single Shot Multiple Detector* (SSD) untuk mengkategorikan data dengan struktur tiga dimensi seperti video secara kondisi langsung.. Berdasarkan hasil pengujian, akurasi dalam mendeteksi objek adalah 98,86%. Hal ini membuktikan bahwa sistem telah mampu mengoptimalkan objek secara *real-time* secara akurat.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pakaian Berbudaya Akademik Islami (BudAI)

Budaya Akademik Islami merupakan sebuah gerakan yang di deklarasikan oleh perguruan tinggi Universitas Islam Sultan Agung Semarang untuk merealisasikan visi dan menciptakan generasi Khaira Ummah untuk memperkuat akidah, moral dan pengetahuan (Sudarto, 2020). Pada dasarnya BudAI meliputi dari beberapa aspek ataupun kegiatan diantaranya tharah, shalat berjamaah, busana Muslim, dan menghidupkan tradisi iqra' guna memperkuat ruh dan IPTEK berdasarkan nilai-nilai Islam. Melalui integrasi nilai-nilai ini, BudAI berperan sebagai pilar utama dalam menciptakan lingkungan akademik Islami yang bukan saja fokus pada pengembangan intelektual tetapi juga pada membentuk karakter Islami di kalangan civitas akademika Unissula.

Pakaian BerbudAI merupakan sebuah gerakan yang diterapkan untuk semua civitas akademika Universitas Islam Sultan Agung Semarang guna menerapkan cara berpakaian yang sejalan dengan ajaran nilai – nilai dari agama Islam yang meliputi beberapa aspek diantaranya menutup aurat, aspek kesehatan, aspek kesopanan dan aspek keindahan (Sholeh dan Nuridin, 2023). Oleh karena itu penelitian ini diklasifikasikan menjadi 4 macam kelas diantaranya, Pria BudAI, Pria Tidak BudAI, Wanita BudAI, dan Wanita Tidak BudAI.



Gambar 2. 1 Pria BerbudAI

Gambar 2.1 diatas merupakan sebuah contoh pakaian Pria BudAI yang sesuai dengan kebijakan kampus.



Gambar 2. 2 Pria Tidak BudAI

Gambar 2.2 diatas merupakan sebuah contoh pakaian Pria Tidak BudAI yang tidak sesuai dengan kebijakan kampus.



Gambar 2. 3 Wanita BudAI

Gambar 2.3 diatas merupakan sebuah contoh pakaian Wanita BudAI yang sesuai dengan kebijakan kampus.



Gambar 2. 4 Wanita Tidak BudAI

Gambar 2.4 diatas merupakan sebuah contoh pakaian Wanita Tidak BudAI yang tidak sesuai dengan kebijakan kampus.

2.2.2 *Computer Vision*

Computer vision adalah ilmu cabang dari komputer dengan memiliki kesamaan kemampuan dalam melihat sebuah objek layaknya seperti manusia. Pada proses visualisasinya *computer vision* menggunakan sebuah data baik berupa gambar atau video untuk dapat mendeteksi dari apa yang dilihat oleh sistem. Tujuan daripada *computer vision* merupakan untuk mengambil sebuah informasi yang bermanfaat dari sebuah objek. Dalam konteks mendukung gerakan BudAI, *computer vision* dapat digunakan untuk membantu memastikan kepatuhan civitas akademika terhadap aturan berpakaian, melalui analisis otomatis yang efisien dan akurat. Beragam aplikasi *computer vision* yang terkenal dalam usaha untuk mengidentifikasi objek-objek dalam berupa objek salah satunya yaitu *object detection* dan *object segmentation* (Kristiawan dkk., 2020).

2.2.3 *Object Detection*

Objek deteksi merupakan satu diantara metode dari bidang *computer vision* yang berguna mengidentifikasi objek tertentu baik dalam bentuk gambar ataupun video. Pada *machine learning* teknik ini dapat dilihat dari berbagai fitur gambar seperti macam histogram warna atau tepi, untuk mendeteksi kelompok piksel yang dimiliki objek, selanjutnya fitur tersebut dimasukkan ke dalam model regresi yang memprediksi lokasi objek beserta labelnya. Untuk mendeteksi objek, sistem perlu dilatih dan diuji menggunakan dataset yang mencakup bounding box serta pelabelan tiap kelasnya (Dompeipen dan Sompie, 2020).

Merujuk sebagai sebuah metode objek deteksi bertujuan untuk mencari, mengenali keberadaan suatu objek dari kategori tertentu. Secara khusus, deteksi objek ini menggambar sebuah kotak pembatas di sekeliling objek yang terdeteksi guna memungkinkan untuk menemukan lokasi objek tersebut (Yusup dkk., 2024). Selain itu fungsi objek deteksi pada penelitian ini adalah untuk mendeteksi dari jenis pakaian yang sesuai dengan anjuran BudaAi pada kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang, sehingga mampu menegakan kedisiplinan bagi mahasiswa dalam beraktivitas di

kampus. Untuk mencapai tujuannya maka dibutuhkan sebuah dataset yang harus sesuai dengan metode *Single Shot Multibox Detector* semacam Pascal-VOC, MS COCO atau dataset yang dibuat sendiri.

2.2.4 *Object Recognition*

Object Recognition pada *Computer Vision* sangat berkembang pesat dalam penerapannya dalam berbagai sektor, ini dapat terlihat dari sejumlah penelitian yang telah dilakukan di masa lalu, sebagian menekankan pada pelaksanaan dan penyesuaian model *machine learning* sementara sebagian lainnya menitikberatkan pada pengembangan model terbaru untuk menyelesaikan sebuah permasalahan yang sudah terspesifik pada computer vision terutama pada efisiensi model (Aini dkk., 2021).

Dalam implementasi deteksi pakaian Berbudaya Islami, *object recognition* dapat digunakan untuk mengidentifikasi elemen-elemen spesifik pakaian yang sesuai dengan nilai-nilai BudAi, seperti hijab, dan pakaian yang dikenakan. Dalam sebuah proses *computer vision* yang meliputi identifikasi objek pada kumpulan foto digital.

2.2.5 *Single Shot Multibox Detector*

Single Shot Multibox Detector yaitu algoritma yang dapat mengenali objek dalam citra secara real-time melalui skala berbeda untuk memprediksi kelas dan lokasinya (melalui *bounding box*) dalam satu lintas jaringan syaraf. Algoritma tersebut memiliki kecepatan tinggi dalam mendeteksi serta akurasi yang sangat baik (Azzahra dan Ananda, 2024). Sistem kerja *Single Shot Multibox Detector* dimulai dengan cara memisahkan gambar ke dalam kisi input yang sudah ditentukan sebelumnya. Model *Single Shot Multibox Detector* dibagi menjadi tiga bagian diantaranya jaringan dasar, jaringan buntu, dan jaringan prediksi. Hal utama yang mendasari *Single Shot Multibox Detector* terdiri dari tiga komponen utama, yaitu jaringan dasar, jaringan tambahan, dan jaringan prediksi. Jaringan dasar berfungsi untuk mengekstraksi fitur dari gambar input, jaringan tambahan bertugas menambahkan resolusi yang bervariasi untuk mendeteksi objek dengan ukuran berbeda, sementara jaringan prediksi digunakan untuk menentukan

kelas dan lokasi bounding box. Salah satu konsep inti dari *Single Shot Multibox Detector* adalah penggunaan *default boxes*, yaitu kumpulan kotak dengan ukuran, rasio aspek, dan posisi yang telah ditentukan sebelumnya.

Dalam implementasinya, terdapat 8732 *default boxes* yang dilatih untuk mengklasifikasikan apakah suatu kotak memiliki nilai positif (berisi objek) atau negatif (tidak berisi objek). Selain itu, model juga memprediksi *offset* dari koordinat default boxes positif untuk mendapatkan koordinat akhir *bounding box* yang lebih presisi. Dengan pendekatan ini, *Single Shot Multibox Detector* dapat melakukan identifikasi objek dengan efisien dan tepat dalam berbagai skala objek dalam gambar (Rančić dkk., 2023). Untuk mendeteksi sebuah objek menandai area *bounding box* yang akan diprediksi melewati bermacam ukuran dan rasio setiap *feature map*. Skor nilai IoU berkisar antara 0 hingga 1, dimana 0 menunjukkan tidak ada tumpang tindih dan 1 menunjukkan kecocokan sempurna antar box. Setiap kotak *default* IoU > 0.5 dianggap sesuai (Ramadan dan Budilaksono, 2022).



Gambar 2. 5 Arsitektur *Single Shot Multibox Detector* (Liu dkk., 2016)

Metode *Single Shot Multibox Detector* sangat cocok untuk aplikasi real – time karena dikenal dengan kecepatan dan efisiensinya, meskipun sangat cepat dalam mendeteksi sebuah objek kecil namun tetap sangat kompetitif dalam aspek akurasi. *Single shot multibox detector* tersusun dari beberapa proses konvolusi, bagian awal *Single Shot Multibox Detector* menggunakan arsitektur VGG16. *Single shot multibox detector* dengan ukuran 300x300 sangat signifikan, arsitektur VGG16 terdiri dari 6 lapisan

konvolusi yang diletakan setelah jaringan *Convolution Network* (Mulyana dan Zikri, 2022).

Arsitektur VGG 16 adalah salah satu kategori gambar berkualitas tinggi yang memiliki 3 fitur utama yaitu *Multiscale Feature maps*, *Convolutional Predictor*, *Default Box and Aspect Ratio*. Seluruh struktur *Single shot multibox detector* terdiri dari lapisan *Conv4-3* hingga *Conv11-2*, yang digunakan sebagai input ke jaringan klasifikasi. Dalam struktur VGG-16, lapisan konvolusi *conv 6* dan *conv 7* diubah menggunakan metode *down sampling* untuk mengurangi jumlah perhitungan yang signifikan, sementara lapisan lainnya merupakan lapisan konvolusi yang dirancang khusus (Indra dkk, 2023). Untuk melatih sebuah model, single shot multibox detector memiliki sebuah rumus untuk menentukan *default box* dan *scale default box* (Liu dkk., 2016). Dengan menggunakan fungsi loss yang menggabungkan komponen utama tersebut, dimana L : *prediction box*, g : *truth ground box*, L_{conf} : *loss classification*, L_{loc} : *loss localization*. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$L(x,c,l,g) = \frac{1}{n} + (L_{conf}(x,c) + \alpha L_{loc}(x,l,g)) \quad (1)$$

Keterangan :

- $L(x,c,l,g)$: Total loss yang menggabungkan kesalahan pada lokasi dan klasifikasi.
- N : Jumlah kotak *default* yang cocok dengan *ground truth*. Jika $N = 0$, maka $L=0$.
- α : Faktor penimbang untuk menyeimbangkan kedua komponen loss, biasanya disetel ke 1.

Untuk menentukan *Scale default Box*, menggunakan skala dan rasio untuk mendeteksi objek dari berbagai macam ukuran. *Scale default Box* dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$S_k = S_{\min} + \frac{S_{\max} - S_{\min}}{m-1} \cdot (k-1), k \in [1, m] \quad (2)$$

Keterangan :

- S_k : Skala kotak default untuk lapisan ke- k .
- S_{\max}, S_{\min} : Skala minimum dan maksimum.
- m : Jumlah total lapisan fitur.
- k : Indeks lapisan fitur.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Deskripsi Sistem

Penelitian ini mengimplementasikan dari *deep learning* yaitu *object detection* menerapkan metode *Single Shot Multibox Detector* untuk sistem deteksi pakaian BerbudAI di lingkungan Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Sistem dibuat memakai bahasa pemrograman *python* dengan memanfaatkan beberapa *library* salah satunya *library* dari *computer vision* yaitu *OpenCV*. Dengan menggunakan bantuan kamera laptop, keluaran dari sistem ini adalah dapat mendeteksi dari empat label kelas diantaranya yaitu Pria BudAI, Pria Tidak BudAI, Wanita BudAI, dan Wanita Tidak BudAI.

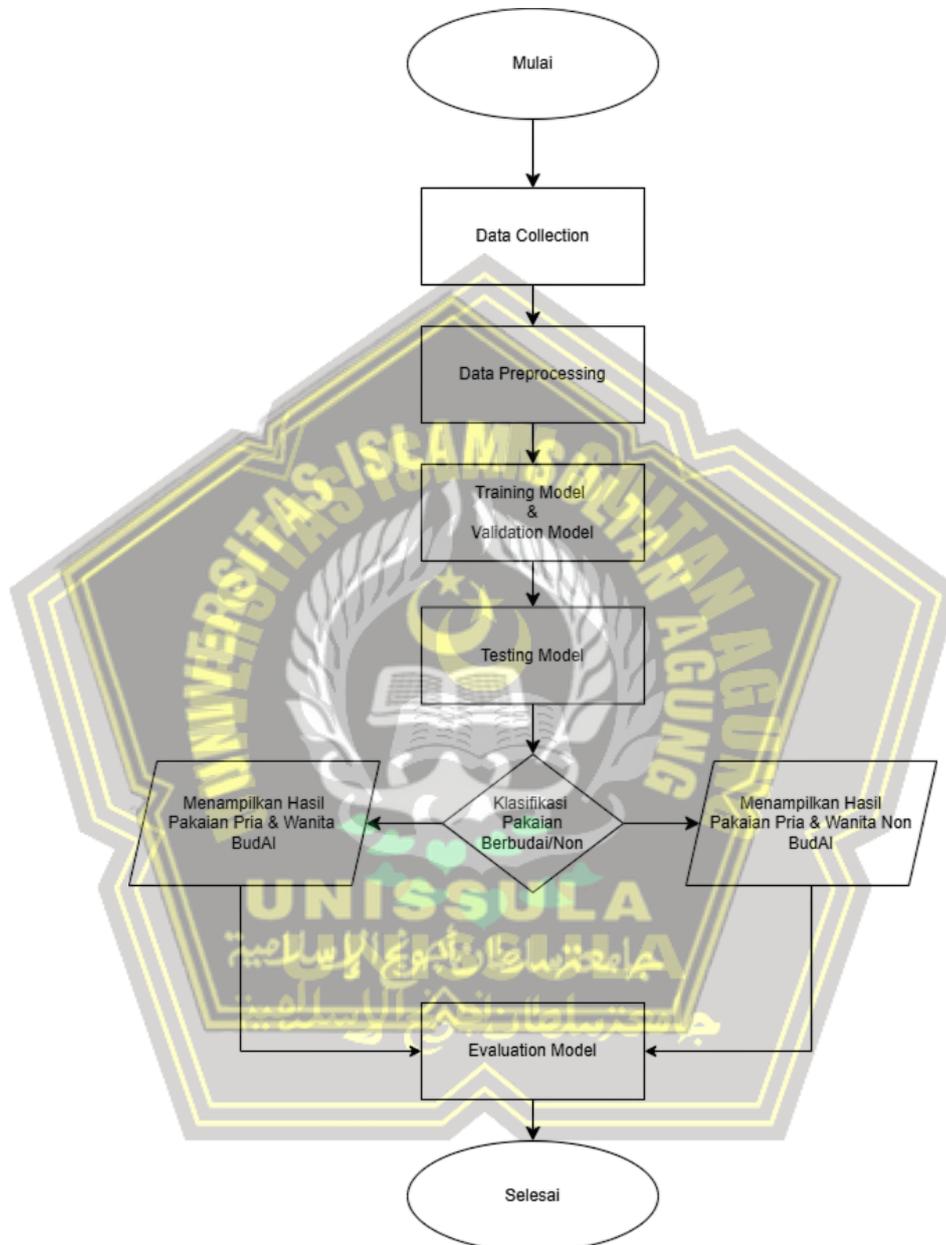
Penggunaan metode *Single Shot Miltibox Detector* pemilihannya didasarkan pada kemampuannya melakukan deteksi objek secara real-time dengan hasil yang sangat akurat dan efisiensi komputasi yang baik. Dengan keluaran deteksi yang cepat dan tepat, sistem ini diharapkan dapat membantu meningkatkan kesadaran mahasiswa terhadap pentingnya berpakaian sesuai dengan nilai-nilai budaya Islam serta mendukung terciptanya lingkungan yang beretika di kampus.

3.2 Studi Literatur

Pada penelitian ini, dilakukan tahapan pengumpulan referensi penelitian atau studi literatur dari beberapa jurnal, tesis, makalah, dan e-book yang bersumber dari halaman internet. Pengumpulan beberapa sumber tersebut membahas topik terkait dengan *Computer Vision*, *Object Detection*, *Object Recognition*, *Open CV*, dan *Single Shot Multibox Detector*. Studi literatur ini bertujuan untuk memahami beberapa teori dasar, metodologi, dan pengimplementasian dari *Single Shot Multibox Detector* guna mendeteksi pakaian berbudAI yang sesuai dengan ajaran kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

3.3 Rancang Alur Model

Pada tahapan perancangan alur model yang akan dibuat maka berikut akan dipresentasikan dalam bentuk flowchart pada gambar 3.1.



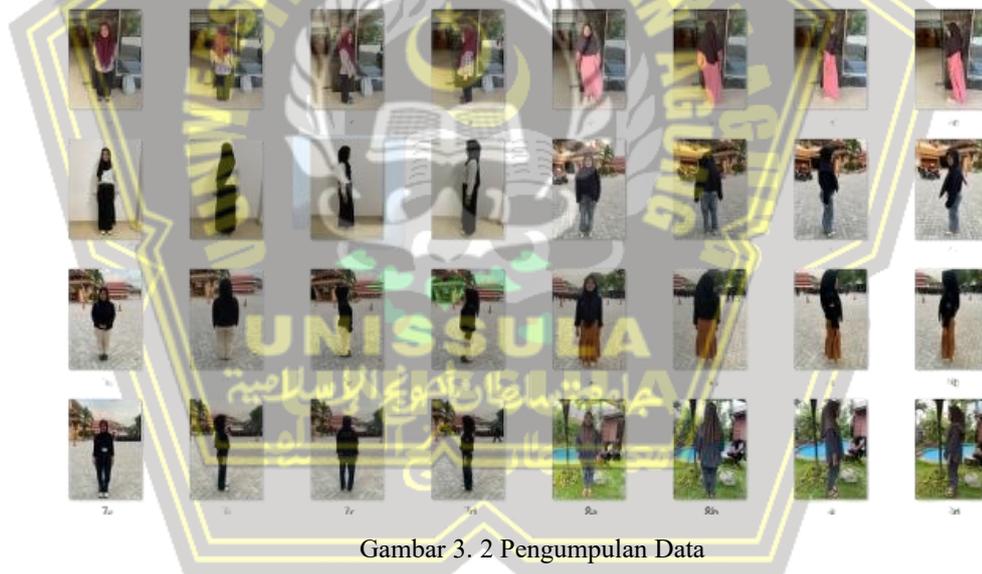
Gambar 3. 1 Alur Kerja Rancangan Model

Gambar 3.1 diatas merupakan sebuah *flowchart* bagaimana perancangan sistem deteksi pakaian berbudAI menggunakan *Single Shot Multibox Detector*.

3.4 Tahapan Perancangan Model

3.4.1 *Data Collection*

Tahap awal yang dilakukan untuk membuat sistem pada penelitian adalah melakukan melalui mengumpulkan data. Pengumpulan data dilaksanakan dengan metode melakukan pengambilan data secara langsung melalui perangkat smartphone di lingkungan kampus sesuai dengan klasifikasi pakaian berdasarkan gender dan kebijakan sesuai dengan aturan kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Terdapat empat kategori kelas diantaranya ada Pria BudAI, Pria Tidak BudAI, Wanita BudAI, dan Wanita Tidak BudAI. Selanjutnya data yang telah terkumpul akan dilakukan validasi oleh LKPI (Lembaga Kajian dan Penerapan Nilai – Nilai Islam) Universitas Islam Sultan Agung Semarang sebagai pihak yang menaungi tata cara berpakaian di kampus tersebut.



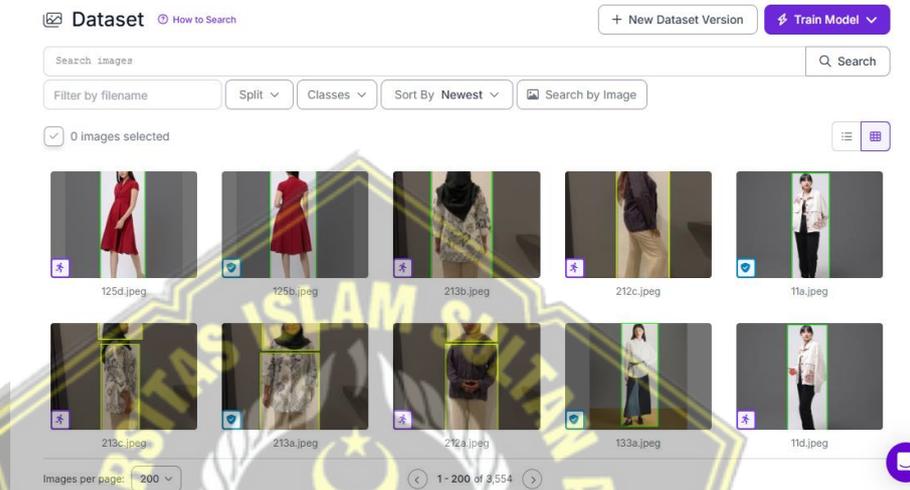
Gambar 3. 2 Pengumpulan Data

Gambar 3.2 merupakan salah satu contoh penumpulan data dari salah satu kelas pada sistem yaitu wanita budAI. Data tersebut akan diolah untuk menjadi sebuah dataset, semakin banyaknya data gambar yang di dapat maka sistem semakin dapat belajar untuk mengenali sebuah objek yang akan dideteksi nantinya.

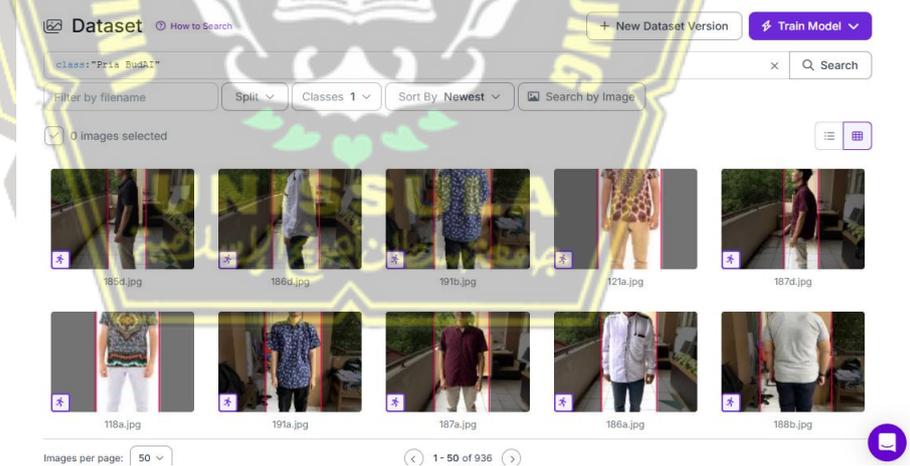
3.4.2 Data Preprocessing

Dataset yang sudah dikumpulkan melalui pengumpulan data akan melalui tahapan *data preprocessing* atau tahap pra-pemrosesan data. berikut merupakan langkah – langkah tahap *data preprocessing*.

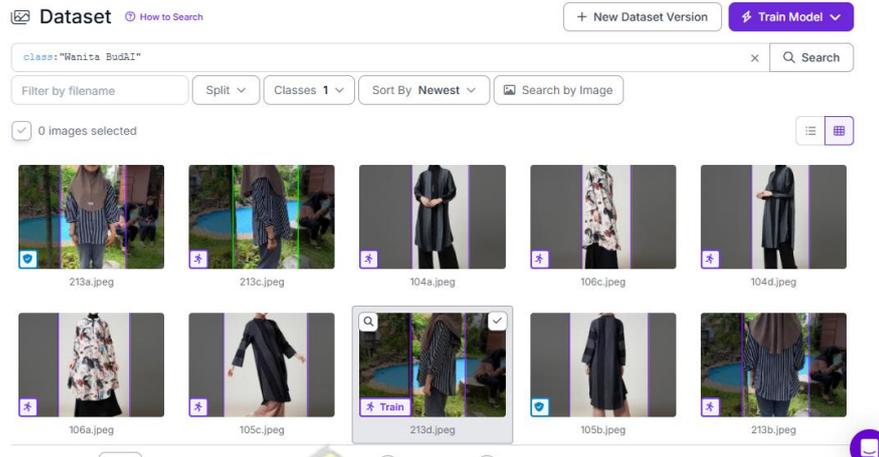
1. Anotasi Dataset



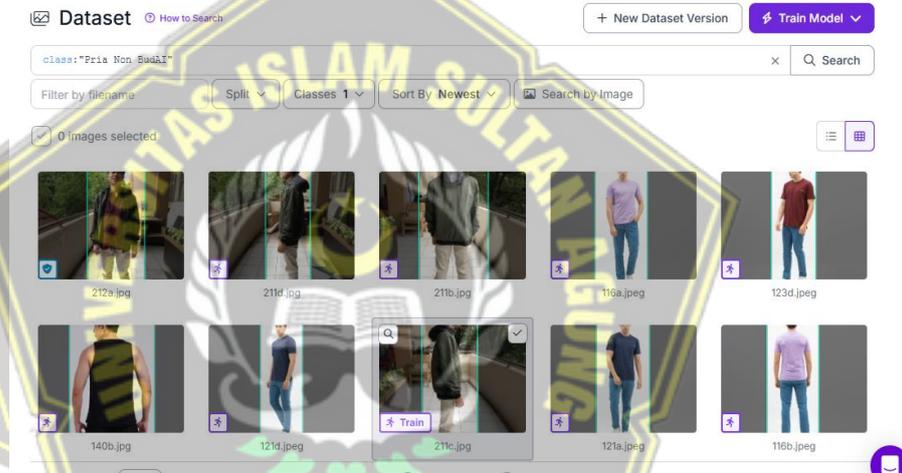
Gambar 3. 3 Anotasi Data wanita tidak BudAI



Gambar 3. 4 Anotasi Data pria BudAI



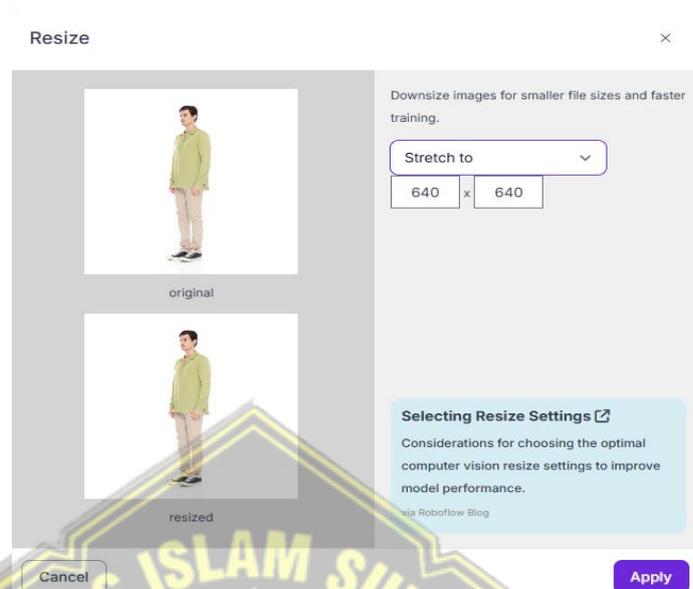
Gambar 3. 5 Anotasi Data wanita BudAI



Gambar 3. 6 Anotasi Data pria tidak BudAI

Gambar 3.3, gambar 3.4, gambar 3.5, dan gambar 3.6 merupakan proses langkah anotasi dari kelas ada Pria BudAI, Pria Tidak BudAI, Wanita BudAI, dan Wanita Tidak BudAI. Proses ini bertujuan untuk membantu mengenali dan mengklasifikasikan dalam pemrosesan, analisis, pencarian informasi terkait pada deteksi pakaian berbudAI(Firly Djulyansyah dkk., 2024).

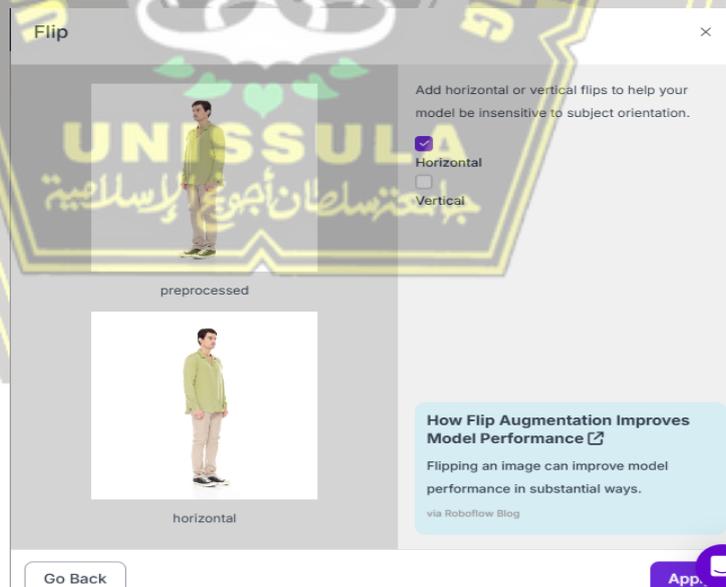
2. *Rezise Dataset*



Gambar 3. 7 Rezise Data

Tahapan pre-processing gambar 3.7 diatas merupakan sebuah rezise pada sebuah gambar yang ada pada dataset dimana pada di roboflow resize dilakukan pada ukuran 640 x 640 secara keseluruhan data gambar.

3. *Augmentasi Dataset*



Gambar 3. 8 Augmentasi Data

Gambar 3.8 merupakan proses augmentasi dataset dimana pada proses augmentasi sangat cocok digunakan untuk dataset yang memiliki keterbatasan gambar, oleh karena itu ketika memiliki keterbatasan gambar maka menyebabkan kurangnya fitur pada pelatihan berdasarkan data gambar yang didapatkan (Sanjaya dan Ayub, 2020). Penelitian ini memerlukan proses transformasi augmentasi data yaitu *horizontal flip* untuk menambah variasi objek tanpa mengubah gambar.

3.4.3 Data Training dan Validation

Dataset gambar yang telah melalui tahapan sebelumnya akan digunakan untuk melatih model menerapkan metode *Single Shot Multibox Detector* dan proses pelatihan menggunakan *google colab* dengan *framework Pytorch*. Proses ini melibatkan pembelajaran pola dan karakteristik pada dataset, sehingga model dapat mengenali dan mendeteksi pakaian sesuai atau tidak sesuai dengan aturan BudAI. Pada melakukan proses *data training* ada beberapa *hyperparameter training* yang perlu diperhatikan diantaranya adalah

1. *Num Classes*

Num classes adalah *hyperparameter* yang menentukan jumlah kelas yang akan di deteksi oleh model. Nilai tersebut harus sesuai dengan jumlah kelas pada dataset yang akan dilatih. Untuk mengenali kelas Pria BudAI, Pria Tidak BudAI, Wanita BudAI, dan Wanita Tidak BudAI maka harus ada tambahan kelas default yang diberikan label 0 khusus digunakan sebagai kelas *background*, maka kelas yang lain tinggal menyesuaikan

2. *Batchsize*

Batchsize adalah jumlah data yang diproses secara bersamaan sebelum bobot model diperbarui dalam setiap iterasi. *Batchsize* dengan ukuran kecil maka akan membutuhkan sedikit memori sehingga dapat mengurangi resiko *overfitting*. Pada satu sisi lain *Batchsize* dengan ukuran besar maka memakan banyak memori sehingga dapat memiliki resiko *overfitting*. Oleh karena itu pengaturan *batchsize* harus

disesuaikan dengan komponen CPU atau GPU pada tiap perangkat komputer.

3. *Epoch*

Epoch merupakan jumlah siklus penuh dimana model mempelajari dataset selama pelatihan. Jumlah epoch yang terlalu sedikit dapat menyebabkan *underfitting* model akan gagal menangkap pola penting dari data, sebaliknya ketika jumlah *epoch* yang terlalu banyak akan beresiko terjadinya *overfitting* dimana model akan kehilangan kemampuan untuk menggeneralisasi.

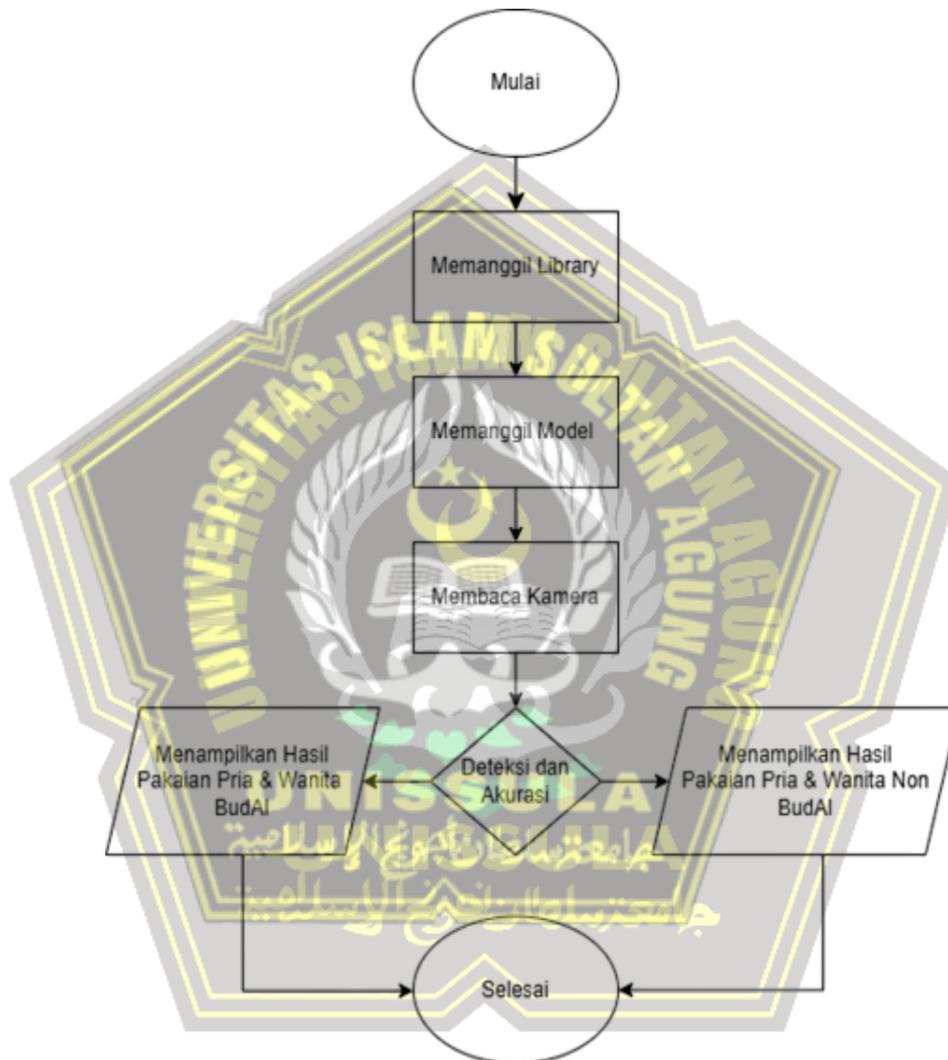
4. *Learnig Rate*

Learning rate adalah *hyperparameter* yang mengontrol seberapa besar bobot model diperbarui pada tiap langkah optimasi. Terlalu kecil *learning rate* dapat memperlambat pelatihan. Sedangkan terlalu besar *learning rate* pelatihan tidak dapat menjadi stabil. Pengaturan *learning rate* sangat penting untuk memastikan model dapat tekonvergensi dengan maksimal.

Selanjutnya dataset akan melalui proses data *validation* dimana proses ini akan melalui tahap data *splitting*. Data akan dibagi menjadi rasio tertentu sesuai dengan kebutuhan dan jumlah data pada gambar. Pada implementasinya data ini membantu mengukur kemampuan model dalam menggeneralisasi data, oleh karena itu kita dapat mengidentifikasi masalah seperti *overfitting* ataupun *underfitting*. Pada tahap validasi, fokus utama adalah menjamin bahwa model mampu menyesuaikan diri dengan baik terhadap data baru tanpa mengorbankan akurasi. Hasil dari proses ini akan menjadi dasar untuk menentukan strategi pelatihan lebih lanjut sebelum melanjutkan ke tahap pengujian model pada bab berikutnya, di mana kinerja akhir model akan dievaluasi

3.4.4 *Testing Model*

Model yang telah melalui proses data *training* dan *validation* akan dilakukan untuk tahap pengujian model. Pengujian model dilakukan secara *realtime* atau secara langsung memanfaatkan kamera laptop. Proses alur pengujian akan dipresentasikan dalam bentuk *flowchart* dibawah ini.



Gambar 3. 9 Alur Pengujian Model

Proses pengujian gambar 3.9 diatas diawali memanggil *library* dari cabang ilmu komputer dari *computr vision* yaitu *OpenCV* yang berfungsi sebagai proses untuk mengaktifkan kamera supaya sistem dapat berjalan secara *realtime*. Sistem akan melakukan proses memanggil model yang sudah melalui tahapan *data training* dan *validation* supaya sistem dapat

mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan berdasarkan kelas. Hasil keluaran dari sistem ini akan mampu mendeteksi sebuah kotak atau *bounding box* yang berisi sebuah akurasi. Sistem akan terus berjalan ketika terdapat sebuah objek yang sudah diklasifikasikan hingga sistem dapat diberhentikan oleh user.

3.4.5 *Evaluation Model*

Setelah melalui proses *testing* model, akan dilakukan analisis terhadap performa model dengan tahap model evaluasi memakai metrik yaitu akurasi, *precision*, *recall*, *F1 Score* dan *mean Average Precision* (mAP) (Risal dan Hermana, 2023). Tujuan dari evaluasi model adalah guna memastikan model dapat mendeteksi pakaian yang sesuai dengan kebijakan budAI, jika performa model belum mencapai target maka dilakukan proses *training data* ulang untuk mendapatkan hasil deteksi yang sesuai. Berikut merupakan penjelasan mengenai metrik akurasi berdasarkan rumus.

1. *True Positive (TP)* :Pakaian terdeteksi sesuai dengan kategori label
2. *True Negative (TN)* :Pakaian terdeteksi tidak sesuai dengan tidak sesuai kategori label
3. *False Negative (FN)* :Pakaian terdeteksi tidak sesuai dengan kategori diprediksi sesuai
4. *False Positive (FP)* :Pakaian terdeteksi sesuai dengan kategori tidak sesuai

- Akurasi : merupakan menentukan seberapa banyak tebakan yang tepat dibandingkan dengan total data yang diuji. Akurasi bisa dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$Accuracy = \frac{TN+TP}{TN+FP+TP+FN} \quad (3)$$

- *Precision* : merupakan mengukur seberapa tepat model dalam memprediksi kategori yang benar (misalnya pakaian pria berbudai atau pakaian wanita berbudai). Precision dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (4)$$

- *Recall* : merupakan mengukur seberapa baik model dalam menemukan seluruh contoh yang benar dari kategori yang dimaksud. Recall dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (5)$$

- *F1 Score* : merupakan nilai rerata dari precision dan recall. F1 score bisa dihitung dengan rumus berikut :

$$F1\ Score = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} \quad (6)$$

3.5 Perancangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan untuk Implementasi Sistem Deteksi Pakaian Berbudai Menggunakan Metode *Single Shot Multibox Detector* Berbasis *Real Time* Di Lingkungan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang, menerapkan metode CRISP-DM (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*) berikut tahapan secara sistematis yang dilakukan, yaitu :

1. *Business Understanding*

Tahapan ini bertujuan untuk memahami konteks permasalahan secara menyeluruh. Dalam penelitian ini, Universitas Islam Sultan Agung Semarang menerapkan aturan pakaian Berbudaya Akademik Islami (BudAI). Namun, masih terdapat pelanggaran dari civitas akademika dalam penerapannya. Oleh karena itu, maksud dari sistem tersebut yaitu mengembangkan sistem deteksi pakaian berbasis *real-time* untuk mengidentifikasi apakah pakaian yang dikenakan sesuai dengan BudAI atau tidak.

2. *Data Understanding*

Proses pengumpulan data gambar dilakukan secara langsung menggunakan kamera *smartphone* dan melalui internet, berikutnya data yang terkumpul akan dipisahkan menjadi 4 kelas diantaranya : kelas Pria BudAI, Pria Tidak BudAI, Wanita BudAI, dan Wanita Tidak BudAI.

3. *Data Preparation*

Bagian ini mencakup seluruh proses dari tahap pra-pemrosesan data yang meliputi : Anotasi dataset, Revisi data, Augmentasi data.

4. *Modeling*

Model yang digunakan adalah *Single Shot Multibox Detector* dengan *backbone* VGG16, dilatih menggunakan *framework* PyTorch di platform *Google Colaboratory*. Model dilatih untuk mengenali dan membedakan keempat kelas pakaian berdasarkan gambar beranotasi.

5. *Evaluation*

Evaluasi dilakukan untuk menilai model terhadap data uji. Pengujian dilakukan secara *real time* menggunakan *webcam*. Metrik evaluasi yang digunakan adalah : *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F-1 Score*.

6. *Deployment*

Tahapan akhir adalah implementasi sistem ke dalam aplikasi berbasis lokal yang dijalankan melalui *Jupyter Notebook*. Sistem menggunakan kamera *webcam* (Logitech C270 HD) untuk menangkap *input video* dan menerapkan model deteksi objek secara *real-time* menggunakan *OpenCV*. Sistem ini mampu menampilkan *bounding box*, label kelas, dan *confidence score* secara langsung untuk setiap objek pakaian yang terdeteksi.



BAB IV

HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

4.1 Hasil

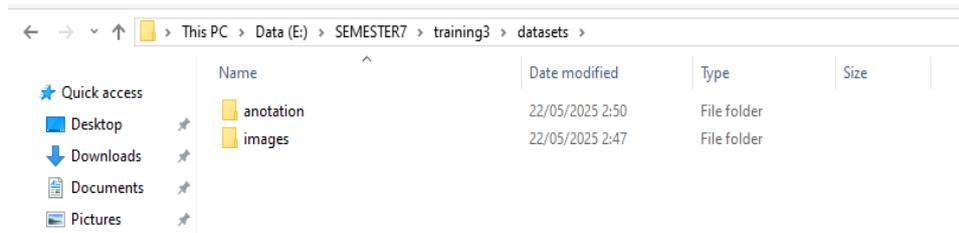
Data yang telah terkumpul pada penelitian ini sebanyak 3471 gambar yang telah dikumpulkan melalui foto secara langsung dan pengambilan gambar dari internet, yang telah di proses melalui *website Roboflow*. Terdapat 4 kelas diantaranya “Pria BudAI”, “Pria Tidak BudAI”, “Wanita BudAI”, dan “Wanita Tidak BudAI”. Data yang telah di dapatkan di *website roboflow* di dapatkan pada link berikut: <https://universe.roboflow.com/tugas-akhir-0khhq/dataset-budai>.



Name	Date modified	Type	Size
train	22/05/2025 2:17	File folder	
valid	22/05/2025 2:17	File folder	
README.dataset	22/05/2025 2:17	Text Document	1 KB
README.roboflow	22/05/2025 2:17	Text Document	1 KB

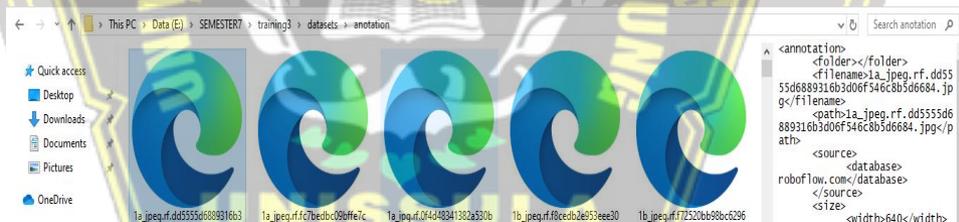
Gambar 4. 1 Folder Awal

Gambar 4.1 diatas adalah hasil dari mengunduh dan ekstraksi file link *roboflow* diatas yang telah tercantum sebelumnya. Di dalam folder dataset tersebut terdapat dua folder hasil *training* dan folder validasi. Berikutnya supaya *source code* dapat membaca sebuah direktori file saat *training* pembuatan model, maka diperlukan untuk memisahkan antara file gambar dan file anotasi ke dalam dua folder baru yang berbeda. Dimana gambar berikut merupakan sebuah hasil dari pembuatan folder baru.



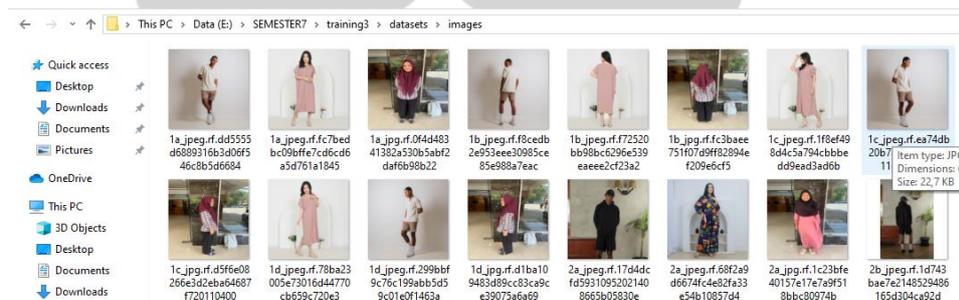
Gambar 4. 2 Folder Baru

Gambar 4.2 diatas merupakan sebuah pembuatan folder baru dengan menggabungkan sub folder yang sebelumnya berisi file folder *train* dan folder *valid.*, menjadi folder *anotations* dan *images*. Pembuatan sub folder baru diatas sangat penting guna untuk mengorganisir data secara sistematis, sehingga mempermudah proses pengolahan dataset selama pelatihan. Selain itu, penataan folder yang rapi mempermudah sistem untuk mengenali dan membaca data tanpa kendala. Langkah ini juga membantu mempercepat proses seperti penyesuaian anotasi atau penambahan variasi pada dataset. Dengan begitu, proses ini menjadi bagian penting dalam memastikan dataset siap digunakan secara optimal saat melatih model.



Gambar 4. 3 File Anotations

Gambar 4.3 merupakan isi dari folder *anotations*, file tersebut berisikan sebuah format ukuran sebuah gambar dari dataset yang telah di anotasi dan dikonversi ke dalam format xml.



Gambar 4. 4 File Images

Gambar 4.4 merupakan isi dari folder *anotations*, file tersebut berisikan sebuah format ukuran sebuah gambar dari dataset yang telah di anotasi dan dikonversi ke dalam format xml. Data yang telah terpisah diatas akan dikonversi dalam format zip, guna masuk proses *preprocessing*. Gambar dibawah ini merupakan sebuah proses untuk memanggil file dataset yang telah dikonversi berbentuk zip, pastikan file telah sesuai dengan lokasi penyimpanan di *google drive*.

```
[ ] import zipfile

!unzip '/content/drive/MyDrive/tugasakhirjas/datasets.zip'

Streaming output truncated to the last 5000 lines.
inflating: datasets/anotation/256-4-_jpg.rf.56a36be95c0ee3665021ad278b4093ec.xml
inflating: datasets/anotation/257-1-_jpg.rf.c918bc0d7d77de9e542225d41cce3677.xml
inflating: datasets/anotation/257-2-_jpg.rf.7b007870d08746e0033f444b5d7d28ac.xml
inflating: datasets/anotation/257-3-_jpg.rf.1db83e2edab42cb76d2c4e36928bb3e5.xml
```

Gambar 4. 5 Proses Ekstrasi File Dataset

Gambar 4.5 diatas merupakan proses pemanggilan dataset dengan proses ekstraksi berdasarkan lokasi path pada penyimpanan dataset yang sudah di sesuaikan. Proses setelah ini mengatur sebuah konfigurasi untuk selama proses *training* yang akan dijalankan. Selanjutnya sebelum melakukan sebuah training data *splitting* data pada proses pelatihan dilakukan proses *label mapping*. Dengan menunjukan sebuah angka digunakan sebagai representasi dalam pengenalan dari sebuah kelas yang ada pada sebuah dataset. Pembuatan model berikut ini melibatkan 4 kelas dengan representasi angka "Pria BudAI": 1, "Pria Tidak BudAI": 2, "Wanita BudAI": 3, dan "Wanita Tidak BudAI": 4. Pada variasi yang digunakan untuk proses *label mapping* angka 0 digunakan sebagai default untuk sebuah *background*. Berikut merupakan proses mendefinisikan *label mapping* dapat dilihat pada Gambar 4.6.

```

def parse_xml(annot_path):
    tree = ET.parse(annot_path)
    root = tree.getroot()

    width = int(root.find("size").find("width").text)
    height = int(root.find("size").find("height").text)
    boxes = []
    labels = []

    # Definisikan mapping label
    label_mapping = {
        "Pria BudAI": 1,
        "Pria Non BudAI": 2,
        "Wanita BudAI": 3,
        "Wanita Non BudAI": 4,
    }

    for obj in root.findall("object"):
        class_name = obj.find("name").text.strip()

        # Gunakan mapping label
        label = label_mapping.get(class_name, None)

        if label is None:
            print(f"Warning: Label tidak dikenali {class_name}")
            continue # Lewati label yang tidak dikenali

        bbox = obj.find("bndbox")
        xmin = int(bbox.find("xmin").text)
        ymin = int(bbox.find("ymin").text)
        xmax = int(bbox.find("xmax").text)
        ymax = int(bbox.find("ymax").text)

        boxes.append([xmin, ymin, xmax, ymax])
        labels.append(label)

    return boxes, labels, height, width

```

Gambar 4. 6 Proses Labell Mapping

Gambar 4.6 diatas merupakan *source code* untuk mendefinisikan sebuah *bounding box* berupa label angka dari *file xml* yang berfungsi untuk mendeteksi sebuah objek. Untuk mendapatkan sebuah keberagaman pada sebuah data, agar sebuah data sehingga data tersebut bisa menghasikan sebuah banyak variasi, maka dilakukan sebuah proses augmentasi. Proses augmentasi gambar pada penelitian ini menggunakan *horizontal flip* dan gambar sebuah rotasi diacak 15 derajat supaya model mampu mengenali objek terlepas dari keberagaman variasi. Hasil augmentasi dapat dilampirkan pada Gambar 4.7 dibawah ini.

```

train_transform=A.Compose([A.HorizontalFlip(),
                          A.ShiftScaleRotate(rotate_limit=15,value=0,
                                              border_mode=cv2.BORDER_CONSTANT),

                          A.OneOf(
                            [A.CLAHE(),
                             A.RandomBrightnessContrast(),
                             A.HueSaturationValue()],p=1),
                          A.GaussNoise(),
                          A.RandomResizedCrop(height=480, width=480, size=(480,480))], # Added size parameter as a tuple
                          bbox_params=A.BboxParams(format="pascal_voc",min_visibility=0.15,
                                                  label_fields=["labels"]))

val_transform=A.Compose([A.Resize(height=480,width=480)],
                        bbox_params=A.BboxParams(format="pascal_voc",min_visibility=0.15,
                                                  label_fields=["labels"]))

```

Gambar 4. 7 Proses Augmentasi Data

Proses Gambar 4.7 diatas sebuah *source code* yang mendeskripsikan tentang augmentasi pada gambar dataset. Berikut ini merupakan sebuah hasil dari proses augmentasi yang telah di definisikan pada *code* diatas. Gambar hasil augmentasi yang ditampilkan merupakan contoh dari keluaran proses tersebut. Gambar-gambar tersebut menunjukkan bagaimana dataset yang awalnya terbatas kini memiliki varian baru, sehingga dapat membantu meningkatkan performa dan generalisasi dari model saat proses pelatihan.



Gambar 4. 8 Hasil Proses Augmentasi

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa proses augmentasi telah dilakukan, dengan di dapat hasil jika *bounding box* berwarna hijau maka objek yang dideteksi adalah pakaian berbdAI (Pria BudAI dan Wanita BudAI) ketika *bounding box* mendeteksi berwarna merah maka objek yang terdeteksi adalah pakaian non berbdAI (Pria Tidak BudAI dan Wanita Tidak BudAI). Konfigurasi pelatihan data guna menjalankan *training* di lihat pada gambar dibawah ini.

```

▶ img_dir="/content/datasets/images"
  annot_dir="/content/datasets/anotation"

#label 0 is fixed for background
classes=["Background","Pria BudAI","Pria Non BudAI","Wanita BudAI","Wanita Non BudAI"]

num_classes=5
device="cuda" if torch.cuda.is_available() else "cpu"
batch_size=8 # 4
epochs=100 # 40
learning_rate=3e-5

model_weights_file="model.pth"

threshold=0.5
iou_threshold=0.75

```

Gambar 4. 9 Konfigurasi *Training* Data

Proses Gambar 4.9 diatas merupakan *source code* dari konfigurasi *training* data yang akan dijadikan sebagai prosedur untuk pelatihan dataset supaya menghasilkan model yang optimal. Pada konfigurasi diatas terdapat sebuah *code* yang mendefinisikan dari jumlah kelas yang ada dataset, *batch size*, *epoch*, *learning rate*, *threshold*, dan *IoU threshold*. Pada proses validasi akan dilakukan pembagian data atau *splitting* data, untuk pembuatan sebuah model perlu memisahkan atau membagi sebuah dataset, dengan menggunakan pembagian *data train* dan *data valid*. Pembagian data berfungsi untuk model bisa belajar dan diuji dari data yang berbeda.

```

▶ from torch.utils.data import Subset

idxs=list(range(len(train_ds)))

np.random.shuffle(idxs)
train_idx=train_idx[:int(0.85*len(train_ds))]
val_idx=train_idx[int(0.85*len(train_ds)):]

train_ds=Subset(train_ds,train_idx)
val_ds=Subset(val_ds,val_idx)

```

Gambar 4. 10 Proses Pembagian Data

Gambar 4.10 diatas merupakan *source code* untuk melakukan pembagian data. Pembagian data secara acak dilakukan untuk data *training* dan data *validation* dengan komposisi di angka 85:15 data *training* di 85% dan data *validation* di 15%. dari konfigurasi *training* data yang akan dijadikan sebagai prosedur pelatihan dataset supaya menghasilkan model yang optimal. Hasil dari pelatihan dapat ditunjukkan pada grafik dibawah ini.

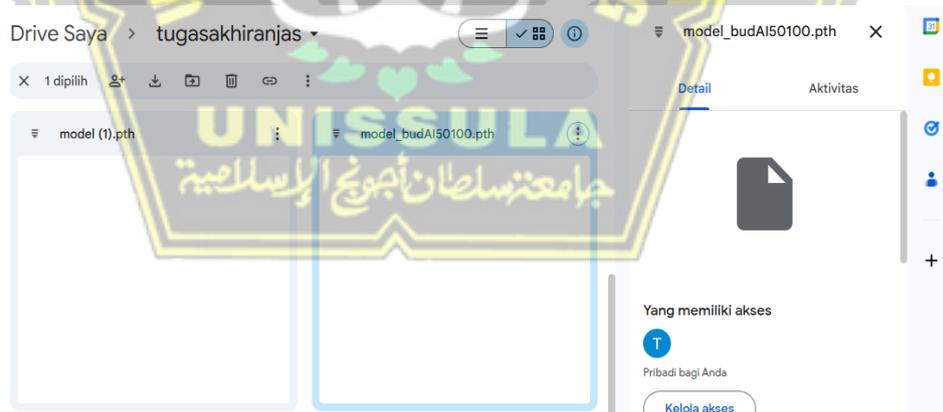


Gambar 4. 11 Grafik *Training Loss Vs Validation Loss*

Gambar 4.11 grafik di atas menunjukkan perbandingan antara *training loss* dan *validation loss* terhadap jumlah *epochs* selama pelatihan model. Garis biru menggambarkan *training loss* pada data pelatihan, sedangkan garis merah menunjukkan *validation loss* pada data validasi.

Pada awal pelatihan, nilai loss pada data pelatihan dan validasi terlihat tinggi, menandakan bahwa model belum terlatih dengan baik. Namun, seiring bertambahnya *epochs*, kedua *nilai loss* menurun secara signifikan, menunjukkan bahwa model mulai belajar dan meningkatkan kemampuannya. Setelah mencapai sekitar 40–50 *epochs*, kurva mulai mendatar, menandakan bahwa pelatihan model telah mencapai stabilitas dengan sedikit atau tanpa perbaikan signifikan.

Model ini menunjukkan kemampuan generalisasi yang baik, karena *validation loss* tetap sejajar atau sedikit lebih rendah dibandingkan *training loss*. Tidak ada tanda yang jelas dari *overfitting*, yang sering kali ditunjukkan oleh *validation loss* yang jauh lebih besar daripada *training loss*. Selain itu, penurunan awal yang tajam pada kedua kurva menunjukkan bahwa model berhasil menyesuaikan bobotnya dengan baik pada tahap awal pelatihan. Proses selanjutnya merupakan pengujian pada sebuah sistem di *localhost* menggunakan *jupyter notebook*. Sebelum melakukan pengujian harus mengunduh sebuah model yang sudah dilatih dalam proses pelatihan sebelumnya



Gambar 4. 12 Model Pelatihan

Gambar 4.12 diatas merupakan sebuah model yang telah jadi dengan melalui proses pelatihan data, model tersebut telah di unduh dan di *rename* dengan nama “*model_budAI50100.pth*”. Kemudian model diatas di *import* ke dalam sistem pada *jupyter notebook*. Agar proses *import model* berjalan lancar, penting untuk memastikan bahwa file model berada di folder yang

sesuai atau berada di direktori yang sama dengan *file notebook*. Selain itu, langkah-langkah seperti memeriksa kompatibilitas versi *library* yang digunakan selama pelatihan dan di lingkungan *runtime* juga perlu dilakukan. Hal ini untuk menghindari error yang mungkin terjadi akibat perbedaan konfigurasi.

Setelah model berhasil *diimpor*, sistem dapat langsung dijalankan untuk melakukan pengujian atau evaluasi menggunakan data yang telah disiapkan sebelumnya. Proses ini akan membantu menilai performa model pada data yang belum pernah dilihat, sebagai bagian dari tahap pengujian.



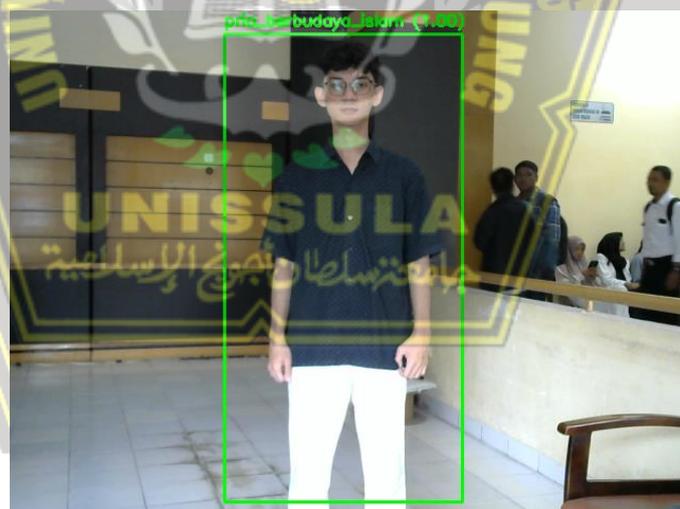
Gambar 4. 13 *Output* Hasil Deteksi Wanita BudAI

Gambar 4.13 merupakan sebuah *output* dari hasil sistem deteksi Wanita BudAI, sistem mampu mengenali sebuah objek secara akurat dengan menunjukkan sebuah *bounding box* berwarna hijau berlabelkan *wanita_berbudaya_islam* disertai dengan sebuah nilai *confidence score* yang meyakinkan sebuah model untuk memvalidasi sehingga mampu mendeteksi objek tersebut apakah benar atau tidak.



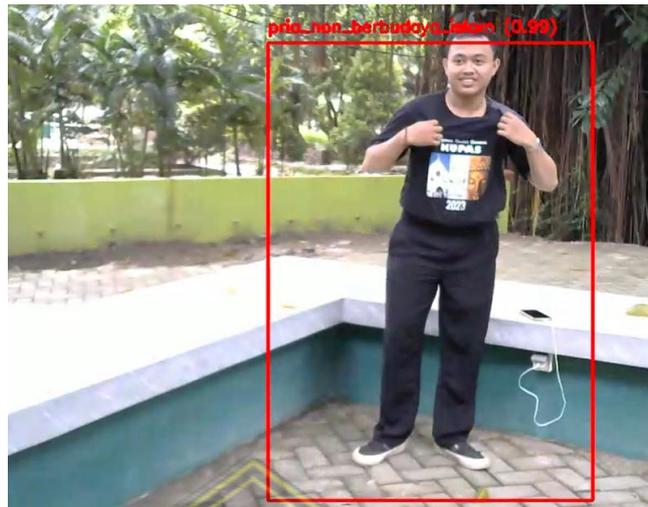
Gambar 4. 14 *Output* Hasil Deteksi Wanita Tidak BudAI

Gambar 4.14 merupakan sebuah *output* dari hasil sistem deteksi Wanita Tidak BudAI, sistem mampu mengenali sebuah objek secara akurat dengan menunjukkan sebuah *bounding box* berwarna merah berlabelkan *wanita_non_berbudaya_islam* disertai dengan sebuah nilai *confidence score*.



Gambar 4. 15 *Output* Hasil Deteksi Pria BudAI

Gambar 4.15 merupakan sebuah keluaran dari hasil sistem deteksi Pria BudAI, sistem mampu mengenali sebuah objek secara akurat dengan menunjukkan sebuah *bounding box* berwarna hijau berlabelkan *pria_berbudaya_islam* disertai dengan sebuah nilai *confidence score*.



Gambar 4. 16 *Output* Hasil Deteksi Pria Tidak BudAI

Gambar 4.16 merupakan sebuah *output* dari hasil sistem deteksi Pria Tidak BudAI, sistem mampu mengenali sebuah objek secara akurat dengan menunjukkan sebuah *bounding box* berwarna merah berlabelkan *pria_non_berbudaya_islam* disertai dengan sebuah nilai *confidence score*.

4.2 Analisa

Pada tahap serangkaian pengembangan model yang telah dilakukan sebelumnya. Terdapat insialisasi parameter yang diperlukan untuk proses pelatihan dan evaluasi sistem. Data dilatih agar dapat menghasilkan model yang maksimal guna mendeteksi objek yang optimal. Parameter pelatihan model dijelaskan pada tabel dibawah ini.

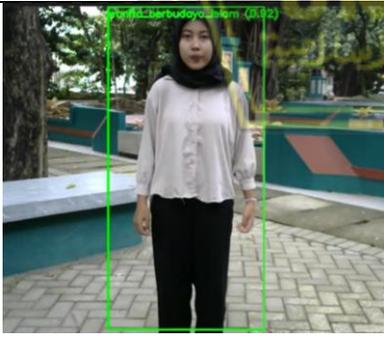
Tabel 4. 1 Hyperparameter

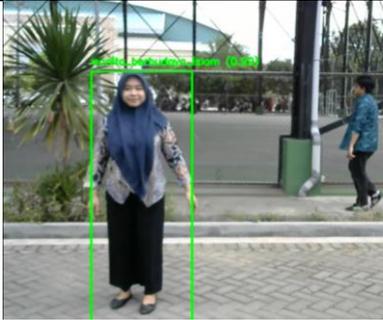
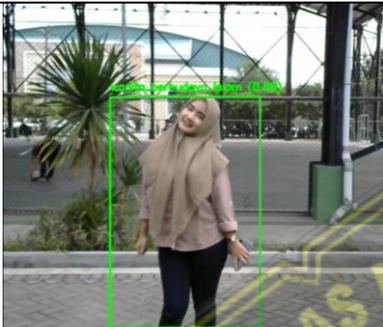
Hyperparameter	
Parameter	Nilai
<i>Num Classes</i>	5
<i>Batch Size</i>	8
<i>Epoch</i>	100
<i>Learning Rate</i>	0.00003
<i>Optimizer</i>	Adam

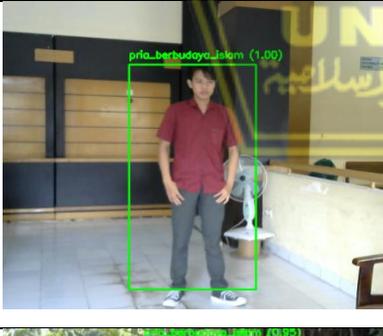
Tabel 4.1 diatas dijelaskan dalam pelatihan model memiliki beberapa konfigurasi guna mencapai hasil yang optimal dan stabil. Parameter *Num Classes* di definisikan sebagai jumlah kelas yang ada untuk proses pengklasifikasian data ke dalam 5 kelas yang berbeda, diantaranya ada *background* atau *default* di represntasikan di angka 0, Pria BudAI di represntasikan di angka 1, Pria Tidak BudAI di represntasikan di angka 2, Wanita BudAI di represntasikan di angka 3, Wanita Tidak BudAI di represntasikan di angka 4, sehingga *Num Classes* memiliki nilai 5 kelas berbeda. *Batch size* diatur sebesar 8, yang menunjukkan bahwa model memproses delapan sampel data sekaligus sebelum memperbarui bobotnya. Jumlah *epoch* ditentukan sebanyak 100, model akan mempelajari dataset secara menyeluruh melalui 100 iterasi penuh. Nilai *learning rate* sebesar 0.00003 menunjukkan ketika pembaruan bobot dilakukan dengan langkah kecil untuk menghindari adanya *overshooting*. *Optimizer* Adam (Adaptive Moment Estimation) membantu model menyesuaikan *learning rate* untk mencapai konvergensi model secara cepat dan stabil. Berikut merupakan sebuah hasil dari menggunakan tabel *hyperparameter* diatas.

Tabel 4. 2 Pengujian Sistem

Gambar	<i>Pred</i>	<i>Act</i>	<i>Conf Score</i>	<i>Threshold</i>		
				0,7	0,8	0,9
	wanita_tidak _berbudaya_ islam	wanita_tidak _berbudaya_ islam	0.99	TP	TP	TP

	wanita_tidak _berbudaya_ islam	wanita_tidak _berbudaya_ islam	0.98	TP	TP	TP
	wanita_tidak _berbudaya_ islam	wanita_tidak _berbudaya_ islam	0.93	TP	TP	TP
	wanita_tidak _berbudaya_ islam	wanita_tidak _berbudaya_ islam	0.71	TP	FN	FN
	wanita_ berbudaya_ islam	wanita_tidak _berbudaya_ islam	0.92	FP	FP	FP

	wanita_ berbudaya_ islam	wanita_ berbudaya_ islam	0.99	TP	TP	TP
	wanita_ berbudaya_ islam	wanita_ berbudaya_ islam	0.88	TP	TP	FN
	wanita_ berbudaya_ islam	wanita_ berbudaya_ islam	1.00	TP	TP	TP
	wanita_ berbudaya_ islam	wanita_ berbudaya_ islam	0.99	TP	TP	TP

	wanita_tidak _berbudaya_ islam	wanita_ berbudaya_ islam	0.91	FP	FP	FP
	pria_ berbudaya_ islam	pria_ berbudaya_ islam	0.96	TP	TP	TP
	pria_ berbudaya_ islam	pria_ berbudaya_ islam	0.99	TP	TP	TP
	pria_ berbudaya_ islam	pria_ berbudaya_ islam	1.00	TP	TP	TP
	pria_ berbudaya_ islam	pria_ berbudaya_ islam	0.95	TP	TP	TP

	pria_tidak_berbudaya_islam	pria_berbudaya_islam	1.00	FP	FP	FP
	pria_tidak_berbudaya_islam	pria_tidak_berbudaya_islam	1.00	TP	TP	TP
	pria_tidak_berbudaya_islam	pria_tidak_berbudaya_islam	0.77	TP	FN	FN
	pria_tidak_berbudaya_islam	pria_tidak_berbudaya_islam	1.00	TP	TP	TP

	pria_tidak_ berbudaya_ islam	pria_tidak_ berbudaya_ islam	0.78	TP	FN	FN
	pria_tidak_ berbudaya_ islam	pria_tidak_ berbudaya_ islam	0.98	TP	TP	TP

Pada tabel 4.2 diatas merupakan hasil dari implementasi sistem untuk mendeteksi sebuah pakaian beserta gendernya apakah pakaian tersebut budAI atau tidak BudAI. Pengujian sistem di lakukan sebanyak 20 kali, Pria BudAI 5 kali pengujian, Wanita BudAI 5 kali pengujian, Wanita Tidak BudAI 5 kali pengujian, dan Pria Tidak BudAI 5 kali pengujian. Tabel tersebut menunjukan hasil evaluasi klasifikasi model yang diberikan untuk threshold 0.7, 0.8, 0.9 setiap baris model menunjukan bahwasanya apakah model dalam kategori *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), atau *False Negative* (FN). Klasifikasi tersebut diperoleh dengan membandingkan hasil dari prediksi model terhadap *ground truth*, dan menentukan apakah *confidence score* dari prediksi apakah telah memenuhi nilai threshold yang ditetapkan. Nilai *confidence score* dicantumkan pada setiap gambar memberikan tingkat keyakinan model dalam membuat prediksi. Dengan demikian hal tersebut dapat membantu untuk mengevaluasi dampak dari perubahan *threshold* yang berbeda beda.

Setelah menentukan sebuah nilai selanjutnya hasil pengujian akan dilakukan evaluasi pada model tersebut dengan menggunakan metrik evaluasi *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*. *Accuracy* digunakan untuk mengukur prediksi yang benar terhadap keseluruhan data dalam semua kelas, *accuracy* sangat cocok digunakan ketika jumlah sebuah data pada tiap kelas yang digunakan adalah seimbang. Akan tetapi jika dataset tidak seimbang akurasi dapat membingungkan karena lebih cenderung menguntungkan kelas yang jauh lebih dominan banyak datanya. *Precision* mengukur seberapa banyak prediksi positif yang benar-benar relevan, sehingga penting dalam kasus di mana *False Positives* harus diminimalkan. *Recall*, mengukur kemampuan model untuk menemukan semua sampel kelas positif, yaitu proporsi sampel positif yang berhasil terdeteksi, *Recall* menjadi krusial dalam situasi di mana mendeteksi *false negative*. *F1-score* adalah rerata dari *precision* dan *recall*, yang menyediakan keseimbangan antara keduanya. Metrik ini sangat bermanfaat untuk dataset yang tidak seimbang karena membantu mengevaluasi performa model secara keseluruhan tanpa mengutamakan salah satu metrik saja.

Tabel 4. 3 Metrik Evaluasi

Nilai	Threshold		
	0,7	0,8	0,9
<i>True Positive</i>	17	14	13
<i>False Positive</i>	3	3	3
<i>True Negative</i>	0	0	0
<i>False Negative</i>	0	3	4
<i>Accuracy</i>	0.85	0.7	0.65
<i>Precision</i>	0.85	0.823	0.812
<i>Recall</i>	1.0	0.823	0.764
<i>F1-Score</i>	0.918	0.82	0.78

Tabel 4.3 diatas menunjukkan hasil evaluasi model klasifikasi berdasarkan berbagai nilai *threshold*: 0,7, 0,8, dan 0,9, menggunakan metrik evaluasi seperti *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *True Negative* (TN), dan *False Negative* (FN), serta metrik turunannya, yaitu *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Pada *threshold* 0,7, model memiliki nilai TP tertinggi, yaitu 17, dengan tidak adanya FN, sehingga *recall* mencapai nilai sempurna 1,0. Nilai FP tetap berada di angka 3, sehingga *precision* pada *threshold* ini tercatat sebesar 0,85. Akurasi keseluruhan mencapai 0,85, mencerminkan bahwa sebagian besar prediksi model adalah benar. Nilai *F1-score* pada *threshold* ini, yang merupakan rata-rata antara *precision* dan *recall*, tercatat sebagai yang tertinggi, yaitu 0,918.

Pada *threshold* 0,8, model mengalami penurunan nilai TP menjadi 14, sedangkan FN meningkat menjadi 3. Hal ini menyebabkan *recall* turun menjadi 0,823, meskipun *precision* meningkat sedikit menjadi 0,823, yang mengindikasikan adanya *trade-off* antara sensitivitas dan ketelitian model. Akurasi keseluruhan menurun menjadi 0,7, dengan *F1-score* juga menurun menjadi 0,82. *Threshold* ini menunjukkan adanya kemampuan model mendeteksi semua sampel positif dan memastikan prediksi positifnya benar

Pada *threshold* tertinggi, yaitu 0,9, jumlah TP semakin menurun menjadi 13, sementara FN bertambah menjadi 4. Hal ini mengakibatkan penurunan *recall* lebih lanjut menjadi 0,764, meskipun *precision* tetap stabil di angka 0,812. Akurasi keseluruhan kembali turun menjadi 0,65, sedangkan nilai *F1-score* mencapai titik terendah, yaitu 0,78. Performa pada *threshold* ini mengindikasikan bahwa model menjadi lebih ketat dalam menentukan kelas positif, tetapi mengorbankan banyak sampel positif yang sebenarnya (FN meningkat).

Berdasarkan evaluasi metrik diatas dapat disimpulkan bahwa pilihan terbaik nilai *threshold* untuk pelatihan model pada penelitian kali ini adalah di angka 0.7 karena telah memberikan hasil pengujian dengan *score* metrik yang paling optimal. termasuk *F1-score* tertinggi (0,918), yang mencerminkan keseimbangan terbaik antara *precision* (0,85) dan *recall* (1,0).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan ini, dapat disimpulkan bahwa metode *Single Shot Multibox Detector* dengan layer *backbone* VGG16 digunakan untuk mendeteksi pakaian budAI dapat menghasilkan akurasi yang sangat tinggi untuk mengklasifikasikan jenis pakaian budAI sesuai dengan kelasnya diantaranya Pria BudAI, Pria Tidak BudAI, Wanita BudAI, dan Wanita Tidak BudAI. Model yang dibangun telah melalui tahapan pelatihan, validasi, dan pengujian secara komprehensif untuk memastikan kinerjanya dalam berbagai kondisi dataset. Hasil ini menunjukkan bahwa metode *Single Shot Multibox Detector* dengan *backbone* VGG16 memiliki kemampuan generalisasi yang baik dan dapat digunakan untuk mendukung penerapan gerakan Budaya Akademik Islami (BudAI) di lingkungan kampus. Berikut beberapa poin kesimpulan penulis yang di dapat selama penelitian ini.

1. Dengan menggunakan metode *Single Shot Multibox Detector* untuk mengimplementasikan deteksi secara *real time* pada pakaian budAI mencapai hasil akurasi yang sangat optimal.
2. Dari hasil pengujian secara *real time* menggunakan *webcam* akurasi pada *confidence score* dapat mencapai tingkat ke akurat diangka 1.00, hal ini membuktikan bahwa model mampu mengenali kategori pakaian dengan tepat dan dapat diandalkan saat digunakan dalam kondisi nyata melalui kamera secara langsung.

3. Nilai *threshold* model terbaik di penelitian kali ini diangka 0.7 dengan *F1-score* tertinggi (0,918), yang mencerminkan keseimbangan terbaik antara *precision* (0,85) dan *recall* (1,0).
4. Penelitian ini sangat di dukung oleh pihak Lembaga Kajian dan Penerapan Nilai – Nilai Islami (LKPI) UNISSULA untuk menunjukkan potensi besar dalam mendukung penerapan aturan berpakaian di lingkungan kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis merekomendasikan untuk riset yang akan datang agar dapat mengembangkan metode yang lebih inovatif dan adaptif dalam mendeteksi pakaian sesuai dengan nilai-nilai Islami. Selain itu, penelitian lanjutan juga diharapkan mampu memperluas cakupan pengintegrasian pada sistem aplikasi. Untuk kedepanya mendatang penulis menyarankan:

1. Meningkatkan keberagaman dataset untuk mendukung performa model, seperti mencakup variasi gambar semcam dapat mendeteksi pakaian yang membentuk lekuk tubuh, pakaian yang menyentuh tanah dan celana yang berlubang, selain itu pencahayaan berbeda, sudut pandang kamera yang lebih beragam, dan berbagai jenis pakaian BudAI yang sering dijumpai.
2. Selain VGG16, peneliti selanjutnya dapat mempertimbangkan untuk menggunakan backbone yang lebih canggih, seperti *ResNet* atau *EfficientNet*.
3. Disarankan untuk penelitian berikutnya melakukan pencarian hyperparameter lebih lanjut, seperti *learning rate*, ukuran *batch*, dan jumlah *epoch*, agar model dapat mencapai kinerja optimal dengan waktu pelatihan yang lebih efisien.

4. Penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan sistem ini dengan perangkat berbasis IoT, seperti kamera pengawas atau perangkat *wearable*, untuk aplikasi deteksi pakaian BudAI secara otomatis dalam skala yang lebih luas.



DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Q. *dkk.*, (2021) “Deteksi dan Pengenalan Objek Dengan Model Machine Learning: Model Yolo,” *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(2), hal. 192. doi: 10.24114/cess.v6i2.25840.
- Astuti, I., Ariestya, W. W. dan Solehudin, B. (2022) “Deteksi Objek Daun Semanggi Secara Real Time Menggunakan CNN-Single Shot Multibox Detector (SSD),” *Jurnal Ilmiah FIFO*, 14(1), hal. 47. doi: 10.22441/fifo.2022.v14i1.005.
- Azzahra, A. dan Ananda, F. E. (2024) “Rancang Bangun Sistem Kehadiran Secara Real Time Menggunakan Face Recognition Dengan Metode Ssd Di Smk Negeri 53 Jakarta,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1). doi: 10.23960/jitet.v12i1.3912.
- Dompeipen, T. A. dan Sompie, S. R. U. . (2020) “Penerapan computer vision untuk pendeteksian dan penghitung jumlah manusia,” *Jurnal Teknik Informatika*, 15(4), hal. 1–12.
- Firly Djulyansyah, M., Fitri Laxmi, G. dan Agustian H, S. (2024) “Model Deteksi Jalan Untuk Smart Glasses Menggunakan Algoritma Yolo,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4), hal. 7963–7970. doi: 10.36040/jati.v8i4.10620.
- Fuady, S., Nehru, N. dan Anggraeni, G. (2020) “Deteksi Objek Menggunakan Metode Single Shot Multibox Detector Pada Alat Bantu Tongkat Tunanetra Berbasis Kamera,” *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPKA)*, 3(2), hal. 39. doi: 10.33087/jepca.v3i2.38.
- Indra, D., Herman, H. dan Budi, F. S. (2023) “Implementasi Sistem Penghitung Kendaraan Otomatis Berbasis Computer Vision,” *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 12(1), hal. 53–62. doi: 10.34010/komputika.v12i1.9082.
- Indrabayu *dkk.*, (2023) “Various Obstacles Detection Systems using Single Shot Multi-Box Detector (SSD) for Autonomous-Driving Vehicles,” *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 71(5), hal. 1–8. doi: 10.14445/22315381/IJETT-V71I5P201.

- Ipra Adinata, Fa'iza dan Risa Firnanda (2023) "Analisis Etika Berbusana Mahasiswi Prodi PAI Universitas Nurul Huda yang Berbasis Pesantren Kajian Q.S Al-Ahzab Ayat 59," *Al-I'tibar : Jurnal Pendidikan Islam*, 10(2), hal. 98–106. doi: 10.30599/jpia.v10i2.2424.
- Jamaludin, F. *dkk.*, (2024) "PENERAPAN YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE) UNTUK DETEKSI ETIKA," 8(5), hal. 10623–10629.
- Kristiawan, K. *dkk.*, (2020) "Deteksi Buah Menggunakan Supervised Learning dan Ekstraksi Fitur untuk Pemeriksa Harga," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 6(3), hal. 541–548. doi: 10.28932/jutisi.v6i3.3029.
- Liu, W. *dkk.*, (2016) "SSD: Single shot multibox detector," *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9905 LNCS, hal. 21–37. doi: 10.1007/978-3-319-46448-0_2.
- Marlina, N. N. A. *dkk.*, (2021) "Sistem Pendeteksi Pejalan Kaki di Lingkungan Terbatas Berbasis SSD Mobilenetv1 Menggunakan Gambar 360° Ternormalisasi," *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO)*, 3(November), hal. 111–122. doi: 10.54706/senastindo.v3.2021.121.
- Mulyana, D. I. dan Zikri, M. (2022) "Optimasi Mendeteksi Klasifikasi Citra Digital Logo Mobil Indonesia Dengan Metode Single Shot Multibox Detector," *Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, 13(2), hal. 88. doi: 10.36448/jsit.v13i2.2660.
- Pernando, P., Rafi Muttaqin, M. dan Raymond Ramadhan, Y. (2023) "Deteksi Jenis Sampah Secara Realtime Menggunakan Metode Single Shot Multibox Detector (Ssd)," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(3), hal. 1890–1895. doi: 10.36040/jati.v7i3.6976.
- Prima, A., Santoso, D. B. dan Nurpulaela, L. (2022) "Deteksi Otomatis Nominal Uang Kertas Rupiah Untuk Tunanetra Menggunakan Algoritma Arsitektur Ssd Mobiilenetv3," *Teknokom*, 6(2), hal. 151–159. doi: 10.31943/teknokom.v6i2.166.
- Ramadan, A. K. dan Budilaksono, S. (2022) "Rancang Bangun Aplikasi Deteksi

- Objek Untuk Menghitung Jumlah Pengunjung Restoran Berbasis Computer Vision,” *Ikraith-Informatika*, 7(1), hal. 46–57. doi: 10.37817/ikraith-informatika.v7i1.2235.
- Rančić, K. *dkk.*, (2023) “Animal Detection and Counting from UAV Images Using Convolutional Neural Networks,” *Drones*, 7(3). doi: 10.3390/drones7030179.
- Randy Moh Yusup *dkk.*, (2024) “PENDETEKSIAN OBJEK MENGGUNAKAN OPENCV DAN METODE YOLOv4-TINY UNTUK MEMBANTU TUNANETRA,” *Journal of Computer Science and Information Technology*, 1(2), hal. 59–68. doi: 10.59407/jcsit.v1i2.532.
- Risal, M. dan Hermana, A. N. (2023) “PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN METODE SINGLE-SHOT MULTIBOX DETECTOR (SSD),” hal. 1–14.
- Sanjaya, J. dan Ayub, M. (2020) “Augmentasi Data Pengenalan Citra Mobil Menggunakan Pendekatan Random Crop, Rotate, dan Mixup,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 6(2), hal. 311–323. doi: 10.28932/jutisi.v6i2.2688.
- Shella Assyifa, Nida Ageng Rahmawati, Ari Maulani, Pramayuda Aprila, M. A. I. (2023) “Pemenuhan Hak dan Kewajiban Warga Negara Indonesia di Bidang Pendidikan,” *Madani: Jurnal Multidisiplin*, 1(4), hal. 248–252.
- Sholeh, M. M. A. dan Nuridin, N. (2023) “Understanding and Implementing the Islamic Academic Culture of Unissula and the Tagline of Unissula in Sendangguwo, Semarang,” *Indonesian Journal of Community Services*, 5(2), hal. 220. doi: 10.30659/ijocs.5.2.220-227.
- Sudarto, S. (2020) “Budaya Akademik Islami di Universitas Islam Sultan Agung Semarang dalam perspektif islamisasi ilmu,” *Ta’dibuna: Jurnal Pendidikan Islam*, 9(2), hal. 267. doi: 10.32832/tadibuna.v9i2.3526.
- Susilo, A. (2019) “Implementasi Metode Ssd (Single Shot Multibox Detector) Untuk Mendeteksi Pelanggaran Jalur Busway Menggunakan Masukan Citra Digital Program Studi Teknik Elektro,” *Naskah Publikasi Tugas Akhir Universitas Teknologi Yogyakarta*.

- Sutama, V. A., Wibowo, S. A. dan Rahmania, R. (2020) “Investigasi Pengaruh Step Training pada Metode Single Shot Multibox Detector untuk Marker dalam Teknologi Augmented Reality,” *Jurnal Ilmiah FIFO*, 12(1), hal. 1. doi: 10.22441/fifo.2020.v12i1.001.
- Tanjaya, H. dan Lina (2023) “Pengenalan Objek Menggunakan Metode Single Shot Multibox Detector Pada Bahan Sembako,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, 11(1), hal. 1–6. doi: 10.24912/jiksi.v11i1.24067.
- Thohari, A. N. A. dan Adhitama, R. (2019) “Real-Time Object Detection For Wayang Punakawan Identification Using Deep Learning,” *Jurnal Infotel*, 11(4), hal. 127–132. doi: 10.20895/infotel.v11i4.455.

