

**KLASIFIKASI GENDER BERDASARKAN CITRA MATA
ORANG INDONESIA MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK**

TUGAS AKHIR



Diajukan Oleh :

FARID RAFIF FAKHRUDDIN

NIM : 2108096054

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2025**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Proposal skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk dilaksanakan.

Disetujui

pada Hari :

Tanggal :

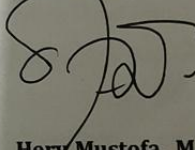
Pembimbing I



Siti Nur'aini, S.Kom., M.Kom

NIP. 198401312018012001

Pembimbing II

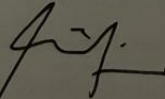


Hery Mustofa, M.Kom

NIP: 198703172019031007

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknologi Informasi



Dr. Khotibul Umam, M.Kom.

NIP : 197908272011011007



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang
Telp. (024) 7604554 Fax. 7615387

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Klasifikasi Gender Berdasarkan Citra Mata Orang
Indonesia Menggunakan *Convolutional Neural Network*
Penulis : Farid Rafif Fakhruddin
NIM : 2108096054
Jurusan : Teknologi Informasi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat
diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam
Ilmu Teknologi Informasi.

Semarang, 16 Juni 2025

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Dr. Khotibul Umam, M.Kom
NIP. 197908272011011007

Sekretaris Sidang

Hery Mustofa, M.Kom
NIP. 198703172019031007

Penguji Utama I

Dr. Masy Ari Ulinuha, M.T.
NIP. 198108122011101101

Penguji Utama II

Dr. Wenny Dwi Yumarti, M.Kom
NIP. 197706222006042005

Pembimbing I

Siti Nur'aini, M.Kom
NIP. 1984013120180312001

Pembimbing II

Hery Mustofa, M.Kom
NIP. 198703172019031007

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Klasifikasi Gender Berdasarkan Citra Mata dengan Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknologi Informasi di Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Selain itu, skripsi ini juga bertujuan untuk menambah pengetahuan dan wawasan bagi pembaca mengenai penelitian yang telah dilakukan.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu penulis selama proses pengerjaan skripsi hingga selesai. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak, penulisan skripsi ini tidak akan berjalan dengan baik. Oleh karena itu, penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

3. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
4. Bapak Dr. Khotibul Umam, S.T., M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
5. Ibu Siti Nur Aini, S.Kom., M.Kom, dan Bapak Hery Mustofa, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi selama proses penulisan skripsi ini.
6. Seluruh staf, karyawan, dan dosen di lingkungan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
7. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan, doa, dan motivasi yang tak pernah henti.
8. Teman-teman Teknologi Informasi, khususnya angkatan 21 yang selalu memberi dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
9. Teman-teman Organisasi maupun Nonorganisasi yang selalu memberi dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah berkontribusi dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan

tentunya masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan skripsi ini di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Aamiin Yaa Rabbal 'Alamin.

Semarang, 01 Oktober 2024

Penulis

KLASIFIKASI GENDER BERDASARKAN CITRA MATA ORANG INDONESIA MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Oleh:

Farid Rafif Fakhruddin

2108096054

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang pesat telah memberikan dampak signifikan di berbagai bidang kehidupan, termasuk dalam pengolahan citra digital untuk keperluan klasifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan klasifikasi gender menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dengan model VGG-16 berbasis citra mata orang Indonesia. Hal ini dilatarbelakangi oleh fenomena sosial di Indonesia, seperti penyalahgunaan cadar oleh oknum tertentu, sehingga penting untuk mengembangkan teknologi klasifikasi berbasis citra mata guna meningkatkan keamanan. Dataset yang digunakan merupakan kumpulan citra mata orang Indonesia yang dikumpulkan langsung oleh peneliti melalui situs yayasan YPIT, dengan total 1.234 gambar, terdiri dari 594 citra mata laki-laki dan citra mata perempuan. Proses pelatihan model dilakukan dengan pendekatan transfer learning menggunakan arsitektur VGG-16 yang telah dibekukan pada layer awal dan ditambahkan lapisan klasifikasi di bagian akhir. Model dilatih selama 10 epoch dan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 88%. Evaluasi dilakukan menggunakan data mata influencer berupa 20 gambar influencer Indonesia. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi tinggi, yakni dengan hasil akurasi sebesar (85%). Penelitian ini menunjukkan bahwa model CNN dengan arsitektur VGG-16 mampu mengklasifikasikan gender dengan akurat menggunakan citra mata orang Indonesia. Hasil ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem keamanan dan identifikasi berbasis kecerdasan buatan yang lebih sesuai dengan karakteristik lokal.

Kata Kunci: *Convolutional Neural Network (CNN), Visual Geometry Group-16 (VGG-16), Citra Mata Orang Indonesia, Kalsifikasi Gender.*

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	14
A. Latar Belakang Masalah.....	14
B. Rumusan Masalah.....	17
C. Tujuan Penelitian	18
D. Manfaat Penelitian.....	18
1. Manfaat Teoritis	18
2. Manfaat Praktis.....	18
E. Batasan Masalah.....	18
F. Sistematika penelitian	19
BAB II KAJIAN PUSTAKA	21
A. Kajian Teori	21
1) Citra digital	21
2) Artificial Intelegence	26
3) Convolutional Neural Network (CNN)	26
4) Convolutional layer	31
5) Aktivasi	37
6) Pooling Layer	39

7) Flatten	41
8) Fully Connected Layer.....	42
9) Evaluation	44
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	45
BAB III METODE PENELITIAN.....	53
A. Pengumpulan Data	53
B. Desain dan Tahapan Penelitian	54
1) Preprocessing	55
2) Labeling Data	58
3) Splitting Dataset.....	58
4) Setup Arsitektur Model VGG-16	58
5) Traing dan Testing Data.....	59
6) Evaluation	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	61
A. Data Colection	61
B. Data Preparation.....	63
a) Cropping Dataset	63
b) Labeling data.....	64
c) Load dan Normalisasi Data	67
C. Split Dataset	70
D. Setup Model	72
1. Mengimpor arsitektur VGG-16	73
2. Membekukan Layer Pre-trained.....	73
3. Menambahkan Lapisan Klasifikasi Baru	74
4. Kompilasi Model	74
E. Training Model	78

F.	Evaluasi Model	79
a.	Evaluasi grafik akurasi.....	79
b.	Evaluasi citra internal (dataset).....	Error! Bookmark not defined.
c.	Evaluasi citra external (bukan dataset).....	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		90
A.	Kesimpulan	90
B.	Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....		95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 RGB	23
Gambar 2. 2 Arsitektur CNN	28
Gambar 2. 3 Arsitektur VGG-16	29
Gambar 2. 4 Arsitektur AlexNet	30
Gambar 2. 5 Arsitektur ResNet-50	31
Gambar 2. 6 Contoh Tampilan Piksel 4x4.....	32
Gambar 2. 7 Contoh Kernel 3x3.....	33
Gambar 2. 8 Perhitungan pada layer konvolusi di chanel Red	33
Gambar 2. 9 Hasil yang di dapat pada Chanel Red	34
Gambar 2. 10 Perhitungan pada layer konvolusi di chanel Green	35
Gambar 2. 11 Hasil Yang Didapat pada Chanel Green	35
Gambar 2. 12 Perhitungan pada layer konvolusi di chanel Blue	36
Gambar 2. 13 Hasil yang didapat pada Chanel Blue	37
Gambar 2. 14 hasil keseluruhan konvolusi.....	37
Gambar 2. 15 Nilai Piksel RGBnya.....	37
Gambar 2. 16 Penggunaan piksel dengan rasio 6x6	38
Gambar 2. 17 Contoh Penggunaan aktivasi ReLu	39
Gambar 2. 18 Contoh Penerapan MaxPooling	40
Gambar 2. 19 Hasil Penerapan MaxPooling.....	41
Gambar 2. 20 Ilustrasi pada flaten layer	42
Gambar 2. 21 Contoh Penerapan FCN dan Softmax	43
Gambar 3. 1 Citra mata orang indonesia laki-laki	53
Gambar 3. 2 Citra mata orang indonesia perempuan	54
Gambar 3. 3 Alur Penelitian.....	55

Gambar 3. 4 Contoh Resize	56
Gambar 3. 5 Konversi Ke RGB.....	57
Gambar 3. 6 Konversi ke Array	57
Gambar 3. 7 Pelatihan dengan epoch	60
<i>Gambar 4. 1 Data yang diambil dari YPIT Al-Huda Wonogiri.....</i>	<i>62</i>
<i>Gambar 4. 2 cropping yang dilakukan oleh peneliti</i>	<i>64</i>
<i>Gambar 4. 3 Pelabelan manual mata laki-laki.....</i>	<i>65</i>
<i>Gambar 4. 4 Pelabelan manual mata perempuan</i>	<i>65</i>
<i>Gambar 4. 5 Pengecekan dan menghitung data</i>	<i>67</i>
<i>Gambar 4. 6 Layer CNN yang digunakan</i>	<i>77</i>
<i>Gambar 4. 7 Model akurasi</i>	<i>82</i>
<i>Gambar 4. 8 Model Loss</i>	<i>83</i>
<i>Gambar 4. 9 Data citra external(diluar dataset) sebelum diolah.....</i>	<i>87</i>
<i>Gambar 4. 10 Pengolahan data perempuan untuk pengujian external(diluar dataset)</i>	<i>87</i>
<i>Gambar 4. 11 Pengolahan data laki-laki untuk pengujian external(diluar dataset).....</i>	<i>88</i>

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian yang relevan	45
--	----

No table of figures entries found.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Teknologi adalah salah satu faktor yang secara signifikan meningkatkan kualitas hidup manusia. Ilmu pengetahuan dan teknologi telah memberikan dampak yang positif bagi umat manusia, meskipun ada juga dampak negatif yang ditimbulkan. Sebagian besar umat muslim memanfaatkan teknologi untuk berbagai kepentingan, termasuk di bidang ekonomi, pendidikan, kesehatan, keamanan, politik bahkan dalam konteks etika dan moral. Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan pesat dalam teknologi telah membawa banyak manfaat dan membantu menyelesaikan berbagai masalah baru, termasuk teknologi yang memanfaatkan citra (gambar). Dengan citra kita banyak mengetahui banyak hal mulai dari citra satelit yang sering dimanfaatkan pada google maps hingga klasifikasi yang sering digunakan di bidang kesehatan dan keamanan.

Indonesia, sebagai negara dengan keberagaman budaya yang bermacam-macam, menghadirkan tantangan sekaligus peluang dalam pengembangan sistem klasifikasi berbasis citra mata. Masuknya salah satu budaya timur yaitu adalah fashion

cadar beberapa kali di salah gunakan oleh oknum-oknum tertentu. Beberapa kesempatan oknum tersebut pernah terkuak diantaranya adalah kasus orang laki-laki yang memasuki toilet wanita, teroris dengan berpakaian cadar, bahkan yang terbaru yakni seorang pria dengan menggunakan cadar berbaur dengan jamaah wanita di masjid yang berada di makasar. Tentunya dengan penelitian klasifikasi gender menggunakan citra mata orang indonesia ini bisa membantu untuk kedepanya.

Klasifikasi dasar manusia yang paling mendasar adalah jenis kelamin. Jenis kelamin merupakan salah satu faktor utama yang membedakan satu individu dari individu lainnya. Mayoritas model komputasi yang digunakan untuk klasifikasi jenis kelamin biasanya memanfaatkan citra wajah, dikarenakan wajah memiliki informasi seperti umur, ekspresi wajah, gender dan yang lainnya. Proses ini melibatkan pengolahan fitur-fitur gambar yang mendetail, seperti mata, mulut, dan bentuk wajah(Febriawan, 2022).

Pada pembahasan kali ini pada Al-Qur'an surah Adz-Dzariyat ayat 49 dan surah An-Najm ayat 45, Allah SWT, berfirman:

وَمِنْ كُلِّ شَيْءٍ خَلَقْنَا زَوْجَيْنِ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ

Artinya : “Dan segala sesuatu Kami ciptakan berpasang-

pasangan agar kamu mengingat (kebesaran Allah).” (QS. Adz-Dzariyat Ayat 49).

وَأَنَّهُ خَلَقَ الذَّكَرَ وَالْأُنثَىٰ

Artinya : “Dan Sesungguhnya Dia-lah yang menciptakan berpasang-pasangan laki-laki dan perempuan” (QS. An-Najm Ayat 45).

Dari ayat ini kita memahami bahwa semua yang Allah SWT ciptakan di dunia memiliki pasangan. Misalnya, muatan positif berpasangan dengan muatan negatif, dan siang berpasangan dengan malam. Demikian juga makhluk hidup, seperti hewan dengan pasangan jantan dan betina, serta manusia dengan jenis kelamin pria dan wanita yang saling berpasangan. Dengan memahami makna dari ayat tersebut dan menggabungkan dengan ilmu teknologi citra maka akan menciptakan ilmu yang moderen dengan lebih berkah dan bermakna.

Pada beberapa kurun waktu terakhir artificial intelegence semakin sering dikembangkan salah satunya adalah pengembangan dalam mengidentifikasi citra. Pendekatan *deep learning* merupakan salah satu cara yang dapat diterapkan untuk mengidentifikasi sebuah citra. Dalam *deep learning*, komputer mampu mempelajari cara mengklasifikasikan data berupa gambar atau suara. Salah satu algoritma *deep learning* yang dikenal sebagai *Convolutional Neural Network* (CNN)

dirancang khusus untuk menangani informasi berdimensi, seperti gambar maupun suara (Karenina et al., 2023).

Algoritma CNN merupakan algoritma yang akan digunakan untuk melakukan penelitian ini. CNN memiliki sejumlah lapisan (layer) yang berfungsi untuk mengekstraksi informasi dari gambar dan menghasilkan skor klasifikasi untuk menentukan hasil klasifikasi gambar tersebut. Sedangkan model CNN yang di gunakan adalah model sequential, model ini di pilih karena lebih efisien dalam waktu dan tentunya lebih mudah dipahami.

Banyak penelitian terhadap citra orang asing pada penelitian ini peneliti memiliki tujuan apakah jika menggunakan citra mata orang indonesia dapat menghasilkan akurasi yang bagus juga.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana algoritma Convolutional Neural Network dengan model VGG-16 agar bisa mengklasifikasikan gender menggunakan citra mata orang indonesia ?
2. Bagaimana tingkat akurasi skor algoritma CNN dengan CNN model VGG-16 menggunakan citra mata untuk

mengklasifikasikan gender ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan klasifikasi gender menggunakan algoritma CNN dengan berbasis citra mata.
2. Mengetahui apakah akurasi transfer learning yang diperoleh dari dataset citra mata orang indonesia bisa menghasilkan akurasi yang cukup baik.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi dalam mengembangkan penelitian lebih lanjut serta memperluas ilmu pengetahuan terkait deep learning dengan menerapkan algoritma CNN.

2. Manfaat Praktis

Dengan fokus pada orang Indonesia penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi berbasis kecerdasan buatan yang lebih sesuai dengan karakteristik lokal.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah penting untuk diterapkan dalam

penelitian ini guna memastikan bahwa penelitian dilakukan secara objektif dan terstruktur dengan baik, sehingga hasilnya lebih terarah. Adapun batasan yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Dataset citra mata yang digunakan merupakan citra mata orang indoneia yang dibuat oleh peneliti sendiri
2. Convolutional Neural Network yang akan digunakan hanya Convolutional Neural Network dengan Model VGG-16.
3. Dalam penelitian ini faktor jaringan tidak di anggap dikarenakan dataset di tempatkan di lokal disk drive.
4. Penelitian ini hanya mengacu pada akurasi skor yang di dapat apakah bisa menunjukkan skor yang baik

F. Sistematika penelitian

Pada penelitian kali ini akan diterapkan sistematika penelitian seperti berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi pengantar yang mencakup latar belakang, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN TEORI DAN LANDASAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan ulasan penelitian-penelitian sebelumnya serta penjelasan mengenai teori-teori yang mendasari dan relevan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah penelitian dan metode yang digunakan, termasuk diagram arsitektur model, desain penelitian, serta rencana penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penguraian hasil penelitian dan pembahasannya. Hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk visual seperti gambar tabel, dan grafik untuk memperjelas akurasi yang diperoleh.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang ditarik dari hasil penelitian serta rekomendasi dari penulis untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

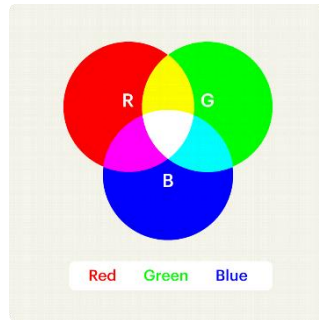
1) Citra digital

Citra merupakan representasi dari objek dunia nyata kedalam media dua dimensi . Citra digital sebagai gambar dua dimensi yang dihasilkan dari pengubahan citra analog yang kontinu menjadi bentuk diskrit melalui proses sampling. Dalam proses ini, gambar analog dibagi menjadi sejumlah baris (N) dan kolom (M), membentuk kumpulan piksel dengan intensitas tertentu. Setiap piksel diwakili oleh angka-angka yang disimpan dalam komputer, memungkinkan gambar digital tersebut diproses oleh komputer karena sifatnya yang berupa data numerik. Hal ini juga dapat dimanipulasi dan diolah menggunakan perangkat lunak komputer.(Munantri et al., 2020)

Bidang pengolahan citra mencakup studi yang mendalam berbagai teknik untuk meningkatkan kualitas gambar, termasuk modifikasi kontras, perubahan warna, serta perbaikan gambar yang rusak. Selain itu, pengolahan citra juga mencakup transformasi gambar, seperti rotasi, pergeseran (translasi), perubahan ukuran, dan berbagai

modifikasi geometris lainnya. Bidang ini juga berfokus pada pemilihan fitur gambar yang optimal untuk analisis, pengambilan informasi atau deskripsi objek, serta pengenalan objek yang ada dalam gambar. Selain itu, pengolahan citra melibatkan kompresi atau pengurangan data guna keperluan penyimpanan, transmisi, dan mempercepat waktu pemrosesan.(Agusti & Nababan, 2022)

Citra digital direpresentasikan sebagai elemen-elemen piksel dalam bentuk matriks 2 dimensi.(Harianto, 2018) Setiap piksel memiliki nilai angka yang menunjukkan channel warna. Warna yang terlihat pada citra merupakan gabungan dari tiga warna utama, yaitu merah, hijau, dan biru, yang biasa disebut sebagai RGB. Kombinasi dari ketiga warna ini menghasilkan warna unik untuk setiap piksel. Pada citra dengan 256 warna, setiap piksel terdiri dari 8 bit. Nilai RGB berkisar antara 0 hingga 255, dan pemilihan skala 256 didasarkan pada representasi 8 digit bilangan biner yang digunakan oleh komputer.



Gambar 2. 1 RGB

Sehingga Setiap piksel dalam citra RGB dapat direpresentasikan sebagai berikut:

$$f(x,y)=[R(x,y),G(x,y),B(x,y)] \quad (1)$$

Di mana:

- **$R(x, y)$** = nilai intensitas merah pada piksel di titik (x, y)
- **$G(x, y)$** = nilai intensitas hijau pada piksel di titik (x, y)
- **$B(x, y)$** = nilai intensitas biru pada piksel di titik (x, y)

Jadi, citra RGB pada posisi koordinat **(x, y)** memiliki tiga nilai yang masing-masing mewakili komponen warna. Setiap nilai intensitas dari komponen warna tersebut berada pada rentang 0 hingga 255, dengan menggunakan persamaan :

$$0 \leq R(x,y), G(x,y), B(x,y) \leq 255 \quad (2)$$

Di mana:

- **R(x, y)** = intensitas merah pada piksel di posisi **(x, y)**
- **G(x, y)** = intensitas hijau pada piksel di posisi **(x, y)**
- **B(x, y)** = intensitas biru pada piksel di posisi **(x, y)**

Jika ada matriks dengan dimensi $M \times N$ maka persamaan dan representasi di atas, citra dapat di tuliskan dalam sebuah matriks :

$$\begin{aligned}
& R(x, y) \\
&= \begin{bmatrix} R(0,0) & R(1,0) & \cdots & R(N-1,0) \\ R(0,1) & R(1,1) & \cdots & R(N-1,1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R(0,M-1) & R(1,M-1) & \cdots & R(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (3)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& G(x, y) \\
&= \begin{bmatrix} G(0,0) & G(1,0) & \cdots & G(N-1,0) \\ G(0,1) & G(1,1) & \cdots & G(N-1,1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ G(0,M-1) & G(1,M-1) & \cdots & G(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (4)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& B(x, y) \\
&= \begin{bmatrix} B(0,0) & B(1,0) & \cdots & B(N-1,0) \\ B(0,1) & B(1,1) & \cdots & B(N-1,1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ B(0,M-1) & B(1,M-1) & \cdots & B(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (5)
\end{aligned}$$

Citra RGB memiliki 24-bit dengan 8-bit pada setiap kanal(Hermansyah & Fadillah, 2019), di mana intensitas warna untuk setiap kanal berada dalam rentang 0 hingga 255. Ini menghasilkan kombinasi warna total sebanyak 16.777.216 warna (256^3). Sebagai contoh jika $R = 255$, $G = 0$, $B = 0$, maka warna piksel tersebut adalah merah, $R = 0$, $G = 255$, $B = 0$, maka warna piksel tersebut adalah hijau, dan $R = 0$, $G = 0$, $B = 255$, maka warna piksel tersebut adalah biru.

2) Artificial Intelligence

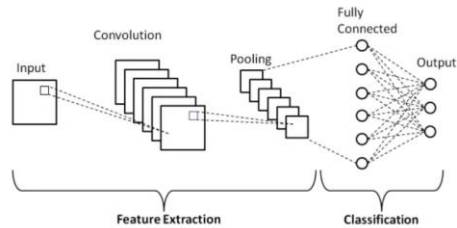
Menurut John McCarthy pada tahun 1956, Artificial Intelligence bertujuan untuk memahami dan memodelkan cara berpikir manusia serta merancang mesin yang mampu meniru perilaku manusia. Kecerdasan diartikan sebagai perpaduan antara pengetahuan, pengalaman, kemampuan bernalar (cara membuat keputusan dan mengambil tindakan), serta memiliki moral yang baik.(Sobron & Lubis, 2021). Artificial Intelligence adalah bidang yang mencakup pembelajaran mesin. Seperti yang telah dijelaskan, deep learning merupakan salah satu cabang dari Artificial Intelligence. Tugas deep learning mirip dengan machine learning, yaitu melatih data untuk mendapatkan hasil, seperti klasifikasi objek, segmentasi objek, deteksi objek, dan berbagai tugas lainnya.

3) *Convolutional Neural Network (CNN)*

Convolutional Neural Network (CNN) sebagai algoritma deep learning yang didesain secara khusus untuk mengolah data berbentuk dua dimensi, seperti gambar. CNN terdiri dari beberapa tahap yang dapat dilatih, dengan setiap tahap mencakup tiga lapisan utama, yaitu lapisan konvolusi untuk ekstraksi fitur, lapisan

aktivasi yang menerapkan fungsi non-linear, dan lapisan pooling yang berfungsi untuk mereduksi dimensi data agar pemrosesan lebih efisien. (Pujiati & Rochmawati, 2022). CNN ini sering digunakan dalam bidang computer vision dan telah diterapkan pada berbagai tugas visual, seperti klasifikasi gambar, segmentasi gambar, deteksi objek, dan banyak penerapan yang lainnya.

CNN terdiri dari beberapa lapisan utama yang bekerja secara berurutan untuk mengekstraksi fitur dari gambar. (Mas'ud & Junta Zeniarja, 2024) Lapisan konvolusi mengekstrak pola visual seperti tepi dan tekstur menggunakan filter, sementara lapisan aktivasi seperti ReLU atau SELU menambah non-linearitas agar model dapat menangani variasi data. Kemudian, lapisan pooling mereduksi ukuran data dengan mempertahankan informasi penting, dan lapisan fully connected menghubungkan semua neuron untuk memproses hasil fitur yang diekstraksi. Akhirnya, lapisan output memberikan prediksi berupa skor atau probabilitas untuk setiap kelas, menggunakan fungsi aktivasi sigmoid atau softmax sesuai dengan kebutuhan pengguna.



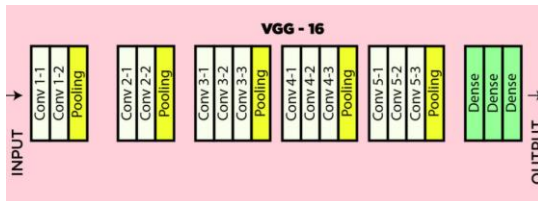
Gambar 2. 2 Arsitektur CNN

Arsitektur CNN merupakan susunan atau struktur dari lapisan-lapisan (layers) yang digunakan untuk memproses dan menganalisis data input, terutama citra, dalam jaringan saraf tiruan (neural network). Menurut Dr. Lia Farokhah, M. Eng dalam chanel youtubanya “banyak sekali jenis arsitektur CNN, ada yang untuk klasifikasi gambar (AlexNet, VGG, ResNet,dll), kemudian untuk untuk segmentasi (FCN, dll), untuk deteksi objek (YOLO, R-CNN, dll)”. CNN sendiri menjadi populer karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur dari gambar melalui proses konvolusi dan pooling, yang memungkinkan model untuk belajar dari data visual dengan lebih efisien.

a) *VGG-16*

VGG16 adalah sebuah arsitektur CNN yang dikembangkan oleh Visual Geometry Group (VGG) dari Universitas Oxford. Model ini mendapatkan popularitas setelah menunjukkan kinerja yang luar biasa dalam

kompetisi *ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC)* pada tahun 2014.(Jericho & Yohannes, 2023). VGG16 merupakan salah satu model dari jaringan VGGNet yang memiliki 16 lapisan dalam arsitekturnya. Model ini telah terbukti efisien dalam berbagai tugas pengolahan gambar. Secara umum, VGG16 terdiri dari 5 blok konvolusi yang dihubungkan dengan 3 lapisan pengklasifikasi MLP. Struktur ini memungkinkan model untuk secara bertahap mengekstraksi fitur hierarkis dari gambar yang semakin kompleks.



Gambar 2. 3 Arsitektur VGG-16

VGG16 berhasil meraih posisi pertama dan kedua dalam kompetisi *ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC)* tahun 2014. Dalam kompetisi tersebut, model VGG16 diujikan pada 1000 kategori dengan 1000 data untuk setiap kategori.(Syahid, 2021)

b) AlexNet

AlexNet adalah salah satu arsitektur CNN yang meraih juara dalam kompetisi ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) pada tahun 2012, sebuah ajang kompetisi klasifikasi gambar berskala besar. AlexNet menciptakan terobosan baru di bidang deep learning dengan memadukan jaringan Convolutional Neural Networks (ConvNet) bersama teknik Dropout Regularization, penggunaan fungsi aktivasi ReLU, serta penerapan data augmentation. Arsitektur ini dirancang untuk mampu melakukan klasifikasi terhadap 1000 kategori gambar (Irfansyah et al., 2021).

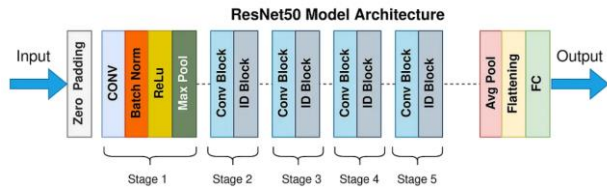


Gambar 2. 4 Arsitektur AlexNet

c) ResNet

ResNet adalah model pre-trained yang telah dilatih sebelumnya sehingga tidak memerlukan pengaturan khusus untuk mengonfigurasi lapisan-lapisannya. ResNet merupakan singkatan dari Residual Network, sebuah jenis jaringan saraf yang diperkenalkan pada tahun 2015 oleh Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing

Ren, dan Jian Sun. Terdapat beberapa varian arsitektur ResNet lainnya, seperti ResNet50, ResNet101, ResNet152, dan lain-lain(Ridhovan & Suharso, 2022). Berikut merupakan contoh arsitektur ResNet50.



Gambar 2. 5 Arsitektur ResNet-50

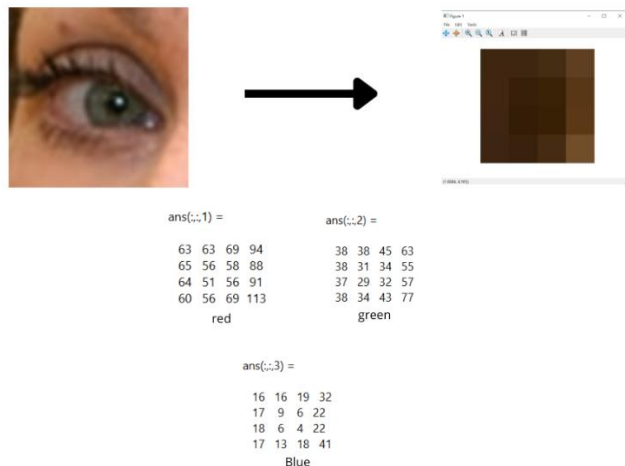
4) *Convolutional layer*

Convolution layers adalah lapisan yang digunakan untuk melakukan operasi konvolusi pada keluaran dari lapisan sebelumnya (Suartika E. P, I Wayan, Wijaya Arya Yudhi, 2016).

Lapisan ini merupakan blok utama dalam jaringan saraf konvolusional (CNN), yang terdiri dari kernel-kernel yang awalnya diinisialisasi secara acak untuk melakukan operasi konvolusi. Tujuannya adalah untuk mengekstraksi fitur dan mempelajari representasi fitur dari lapisan input. Proses konvolusi pada data gambar bertujuan untuk mengidentifikasi fitur-fitur dari gambar input. Operasi ini menghasilkan transformasi linear dari data input berdasarkan informasi spasial yang ada dalam data. Bobot pada lapisan ini menentukan kernel konvolusi yang

digunakan, sehingga kernel dapat dilatih sesuai input yang diterima oleh CNN.(Alwanda et al., 2020)

Untuk memudahkan dalam penjelasan dan penulisan bagaimana proses untuk perhitungan pada convolution layer. Berikut proses konvolusi dengan memberikan nilai filter pada matrix. Pixel citra dengan 3 channel red, green, dan blue, yang mana proses diambil contoh dari salah satu dataset female eyes dengan nama file “1.jpg” dan hanya menggunakan piksel 4 x 4 untuk perhitungannya agar mempermudahnya untuk mendapatkan piksel dan cropnya menggunakan aplikasi Octave, berikut adalah tampilan pixel pixelnya:



Gambar 2. 6 Contoh Tampilan Piksel 4x4

Pada percobaan ini digunakan kernel 3 x 3 dengan nilai

seperti pada gambar 2.7 dibawah ini:

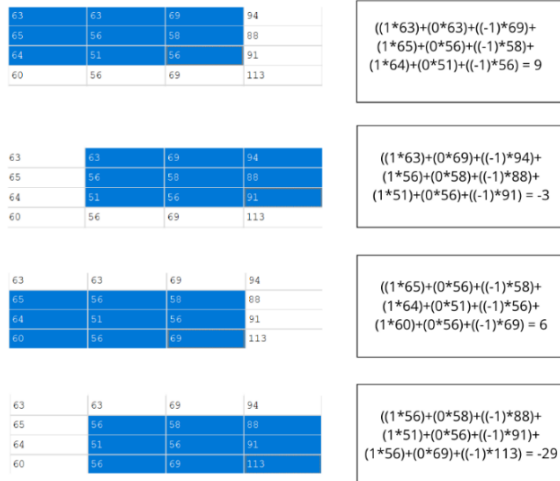
```
>> disp(kernel);
1    0   -1
1    0   -1
1    0   -1

Kernel 3x3
```

Gambar 2. 7 Contoh Kernel 3x3

Langkah selanjutnya dilakukan proses perhitungan disetiap channel dengan dikalikan dengan kernel ukuran 3x3 pada gambar dibawah. Tahapan ini dilakukan berulang dengan pergeseran kernel sebanyak 1 strides disetiap channelnya sehingga didapatkan perhitungan di setiap channel dengan nilai sebagai berikut :

Chanel Red



Gambar 2. 8 Perhitungan pada layer konvolusi di chanel Red

Gambar 2.8 menjelaskan ilustrasi tahapan konvolusi. Sebagai contoh proses perhitungan dilakukan pada posisi 1 channel red yang diberi tanda kotak biru akan dikalikan dengan nilai kernel 3x3 seperti pada gambar dengan judul kernel. sehingga perkalian antara matrix 3x3 yang dikalikan sesuai dengan baris dan kolomnya mendapatkan nilai 6.

Kemudian perhitungan dilanjutkan pada posisi 2 channel red dimana kotak biru akan bergeser sebanyak 1 kolom sesuai dengan stridenya yaitu 1. Tahapan ini akan terus berulang baik hingga selesai dan mendapatkan nilai konvolusi untuk channel red pada gambar 2.9 dibawah ini:

9	-3
6	-29

Gambar 2. 9 Hasil yang di dapat pada Chanel Red

Selanjutnya dilakukan perhitungan di channel green yang dikalikan dengan kernel ukuran 3x3 seperti pada gambar yang berjudul kernel dengan tahapan perhitungan sama sama penjelasannya seperti pada channel red sebelumnya, sehingga dilakukan perhitungan channel green sebagai berikut :

Chenel Green

38	38	45	63
38	31	34	55
37	29	32	57
38	34	43	77

$$((1*38)+(0*38)+((-1)*54)+ (1*38)+(0*31)+((-1)*34)+ (1*37)+(0*29)+((-1)*32) = -7$$

38	38	45	63
38	31	34	55
37	29	32	57
38	34	43	77

$$((1*38)+(0*45)+((-1)*63)+ (1*31)+(0*34)+((-1)*55)+ (1*29)+(0*32)+((-1)*57) = -77$$

38	38	45	63
38	31	34	55
37	29	32	57
38	34	43	77

$$((1*38)+(0*31)+((-1)*34)+ (1*37)+(0*29)+((-1)*32)+ (1*38)+(0*34)+((-1)*43) = 4$$

38	38	45	63
38	31	34	55
37	29	32	57
38	34	43	77

$$((1*31)+(0*34)+((-1)*55)+ (1*29)+(0*32)+((-1)*57)+ (1*34)+(0*43)+((-1)*77) = -95$$

Gambar 2. 10 Perhitungan pada layer konvolusi di chanel Green

Tahapan perhitunagn nilai konvolusi denagan kernel yang di ilustrasikan untuk channel green menghasilkan matrix seperti pada gambar 2.11 dibawah ini:

-7	-77
4	-95

Gambar 2. 11 Hasil Yang Didapat pada Chanel Green

Selanjutnya dilakukan perhitungan di channel blue yang dikalikan dengan kernel ukuran 3x3 seperti pada gambar yang berjudul kernel dengan tahapan perhitungan

sama sama penjelasannya seperti pada channel red dan juga chanel green, sehingga dilakukan perhitungan channel green sebagai berikut :

Chenel Blue

16	16	19	32
17	9	6	22
18	6	4	22
17	13	18	41

$$((1*16)+(0*16)+((-1)*19)+ (1*17)+(0*9)+((-1)*6)+ (1*18)+(0*6)+((-1)*4) = 22$$

16	16	19	32
17	9	6	22
18	6	4	22
17	13	18	41

$$((1*16)+(0*19)+((-1)*32)+ (1*9)+(0*6)+((-1)*22)+ (1*6)+(0*4)+((-1)*22) = -45$$

16	16	19	32
17	9	6	22
18	6	4	22
17	13	18	41

$$((1*17)+(0*9)+((-1)*6)+ (1*18)+(0*6)+((-1)*4)+ (1*17)+(0*13)+((-1)*18) = 24$$

16	16	19	32
17	9	6	22
18	6	4	22
17	13	18	41

$$((1*9)+(0*6)+((-1)*22)+ (1*6)+(0*4)+((-1)*22)+ (1*13)+(0*18)+((-1)*41) = -57$$

Gambar 2. 12 Perhitungan pada layer konvolusi di chanel Blue

Tahapan perhitunagn nilai konvolusi denagan kernel yang di ilustrasikan untuk channel green menghasilkan matrix seperti pada gambar 2.13 dibawah ini:

22	-45
24	-57

Gambar 2. 13 Hasil yang didapat pada Chanel Blue

Setelah melakukan tahapan konvolusi disetiap layer maka didapatkanlah nilai red, green dan blue seperti pada gambar di bawah:

Red		Green	
9	-3	-7	-77
6	-29	4	-95

Blue	
22	-45
24	-57

Gambar 2. 14 hasil keseluruhan konvolusi

Setiap nilai dari channel yang sudah melauai tahapan perhitungan pada gambar diatas akan dijumlahkan sehingga menghasilkan output total seperti pada gambar di bawah :

RGB = Red +Green+Blue	
24	-125
34	-143

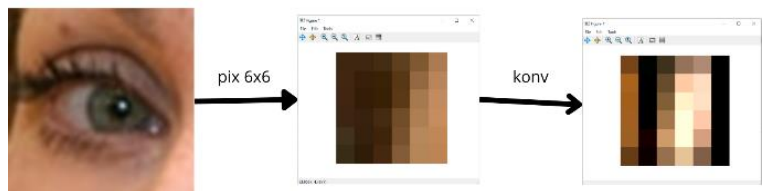
Gambar 2. 15 Nilai Piksel RGBnya

5) *Aktivasi*

Fungsi aktivasi adalah komponen penting dalam

jaringan saraf tiruan (neural network) yang menentukan apakah suatu neuron akan "diaktifkan" atau tidak. Fungsi ini memetakan input linear (hasil perkalian bobot dan bias) ke dalam output non-linear. Fungsi ini diperlukan karena tanpa elemen non-linear, jaringan saraf akan menjadi persamaan linear sederhana dan kehilangan kemampuan untuk menangkap pola kompleks. Fungsi ReLU (Rectified Linear Unit) adalah salah satu fungsi non-linear yang hanya mengaktifkan neuron jika hasil dari transformasi linier lebih besar dari nol, jadi tidak semua neuron aktif secara bersamaan. Dalam praktiknya, fungsi ReLU dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan (I. Firmansyah & Hayadi, 2022).

Agar lebih mudah, disini akan saya ilustrasikan menggunakan gambar 1.jpg yang saya ambil dari dataset female eyes dengan menggunakan piksel 6x6 yang kemudian sudah saya lakukan konvolusi dengan kernel yang sama seperti sebelumnya menggunakan octave. Gambar 2.16 dan 2.17 di bawah merupakan ilustrasinya:



Gambar 2. 16 Penggunaan piksel dengan rasio 6x6

piksel sebelum diberikan aktivasi							piksel setelah diberikan aktivasi					
119	-1	63	149	176	-276	Aktivasi ReLu →	119	0	63	149	176	0
170	-9	103	261	279	-444		170	0	103	261	279	0
163	-6	129	307	286	-490		163	0	129	307	286	0
161	-1	163	337	260	-525		161	0	163	337	260	0
157	22	208	337	214	-539		157	22	208	337	214	0
101	13	151	232	129	-365		101	13	151	232	129	0

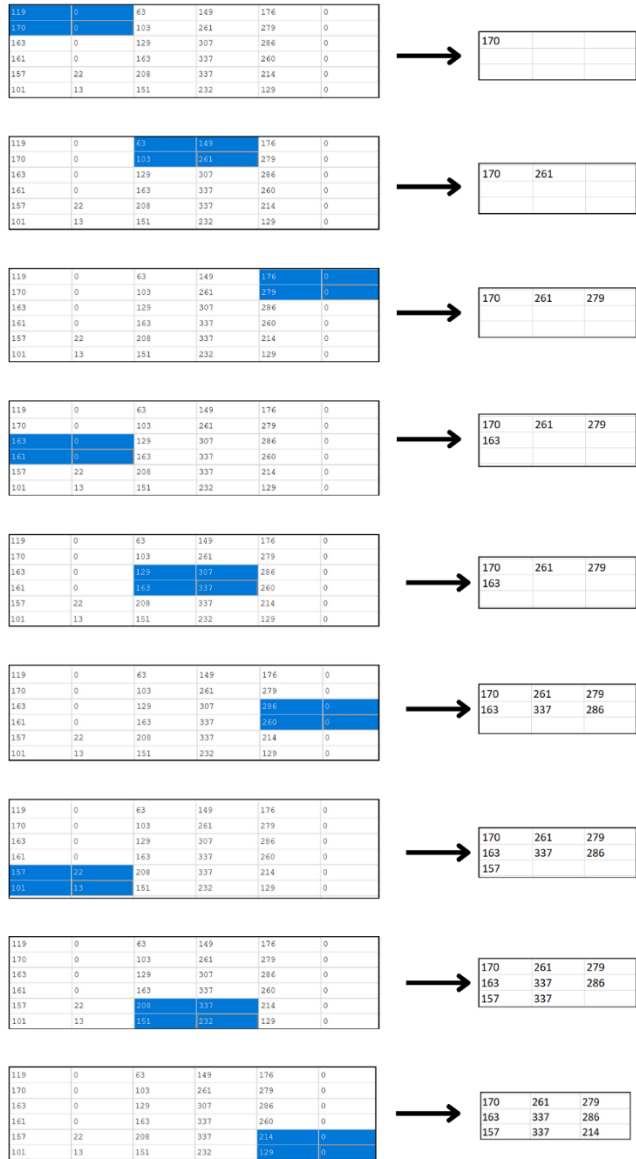
Gambar 2. 17 Contoh Penggunaan aktivasi ReLu

Proses ini dilakukan secara berulang kali sehingga output dari tahapan konvolusi dan aktifasi ini akan menghasilkan banyak feature map.

6) Pooling Layer

Pooling layer adalah lapisan yang berfungsi untuk mengurangi dimensi feature map yang dihasilkan oleh convolutional layer. Lapisan ini mengambil bagian tertentu dari feature map dan menghasilkan satu output, tergantung pada jenis pooling yang digunakan. Tujuan utama dari pooling layer adalah untuk mengurangi jumlah parameter yang perlu dihitung (Handoko et al., 2022).

Ada dua jenis pooling yang umumnya digunakan, yaitu max pooling, di mana nilai yang diambil adalah nilai maksimum, dan average pooling, di mana nilai yang diambil adalah nilai rata-rata. Di antara kedua pooling tersebut, max pooling adalah yang paling sering digunakan.(Magdalena et al., 2021).



Gambar 2. 18 Contoh Penerapan MaxPooling

Disini kita akan mengilustrasikan gambar diatas. Kita akan mencontohkan menggunakan piksel yang sudah kita lakukan convolusi dan aktivasi dengan ReLu, dan akan kita lanjutkan untuk mengilustrasikan pooling layer. Pada ilustrasi kali ini kita menggunakan pool size dua dan stride dua. Gambar 2.18 merupakan ilustrasi yang sudah dibuat.

Hasil dari ilustrasi layer Maxpooling dari citra dengan pixel 6x6 menghasilkan citra 3x3 seperti gambar dibawah:

170	261	279
163	337	286
157	337	214

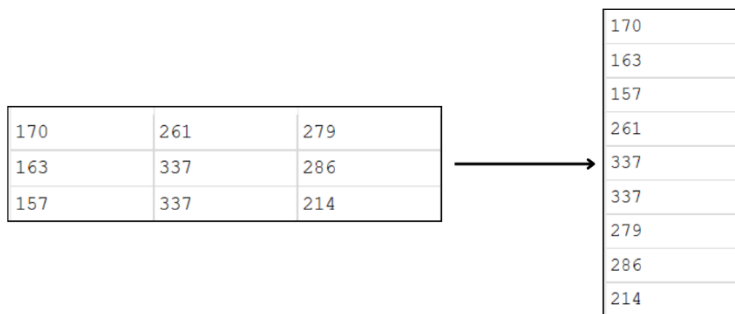
Gambar 2. 19 Hasil Penerapan MaxPooling

7) *Flatten*

Langkah selanjutnya adalah menggunakan lapisan Flatten. Pada tahap ini, hanya digunakan satu hidden layer. Fungsi Flatten bertugas untuk mengubah output dari lapisan pooling menjadi sebuah vektor (Bowo et al., 2020). Sebelum melakukan proses klasifikasi atau prediksi gambar, digunakan teknik dropout pada tahap ini. Dropout adalah metode regulasi pada jaringan saraf yang bertujuan untuk memilih beberapa neuron secara acak agar tidak digunakan selama proses pelatihan. Dengan demikian, neuron-neuron tersebut dinonaktifkan secara acak. Tujuan penggunaan teknik ini adalah untuk mengurangi overfitting

selama proses pelatihan model.

Berikut merupakan ilustrasi dari flatten layer, dengan menggunakan contoh matriks setelah melewati *MaxPolling*, gambar dibawah merupakan ilustrasinya :



Gambar 2. 20 Ilustrasi pada flaten layer

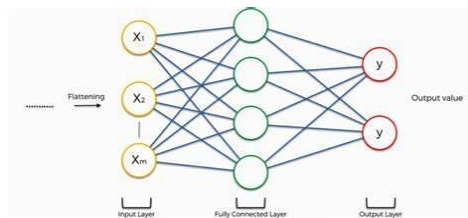
Gambar 2.20 diatas merupakan perubahan yang awalnya berbentuk matrix 3x3 menjadi sebuah vektor atau matrix 1 dimensi.

8) Fully Connected Layer

Fully connected layer adalah lapisan di mana setiap neuron memiliki koneksi penuh dengan semua aktivasi dari lapisan sebelumnya. Setelah proses konvolusi dan pooling, data diubah menjadi vektor satu dimensi, yang menjadi input untuk jaringan yang sepenuhnya terhubung. Struktur ini dapat memiliki satu atau lebih lapisan tersembunyi. Setiap neuron mengalikan bobot koneksi dengan data dari lapisan sebelumnya dan menambahkan nilai bias. Nilai

yang dihasilkan kemudian melewati fungsi aktivasi sebelum diteruskan ke lapisan berikutnya.(R. Firmansyah, 2021)

Tujuan dari fully connected layer adalah untuk mengolah data sehingga dapat diklasifikasikan. Neuron-neuron pada convolution layer hanya terhubung dengan area tertentu dari input, sementara neuron-neuron di fully connected layer terhubung secara menyeluruh (Magdalena et al., 2021). Pada tahapan dibawah menjelaskan setelah terjadinya flattening terjadi tahapan fully conncteted layer dimana dalam penyusunan model terjadi tahapan dense dan juga menggunakan aktivasi softmax.



Nilai vektor	Softmax	Probabilitas
$y \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 0.1 \end{bmatrix} \begin{matrix} \longrightarrow \\ \longrightarrow \\ \longrightarrow \end{matrix}$	$S(y_i) = \frac{e^{y_i}}{\sum_{j=1}^m e^{y_j}}$	$\begin{matrix} \longrightarrow & & & \longrightarrow \\ & & & > \end{matrix} \begin{bmatrix} 0.7 \\ 0.2 \\ 0.1 \end{bmatrix}$

Gambar 2. 21 Contoh Penerapan FCN dan Softmax

9) *Evaluation*

Pada tahap ini, evaluasi dilakukan untuk mengukur akurasi klasifikasi gender menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur model VGG-16. Salah satu teknik evaluasi yang sering digunakan dalam klasifikasi adalah confusion matrix, yang membantu memperkirakan jumlah data yang diklasifikasikan dengan benar maupun yang salah. Confusion matrix mengidentifikasi empat istilah untuk mengevaluasi hasil klasifikasi: True Positif (TP), True Negatif (TN), False Positif (FP), dan False Negatif (FN). Untuk klasifikasi yang melibatkan lebih dari satu kelas, parameter evaluasi seperti precision, recall, dan akurasi sering kali diterapkan. Selain itu, F1-score juga digunakan untuk mengukur rata-rata dari precision dan recall (Fahmi & Yudhana, 2023). Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung performa dan juga kinerja dari model cnn :

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (6)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (7)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (8)$$

$$F1 \text{ Score} = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (9)$$

Di mana:

- **True Positif (TP)** = Jumlah prediksi positif yang benar
- **True Negative (TN)** = Jumlah prediksi negatif yang benar
- **False Positif (FP)** = Jumlah prediksi positif yang salah
- **False Negative (FN)** = Jumlah Prediksi negatif yang salah

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini membutuhkan rujukan sebagai bahan informasi lain guna mendukung penelitian serta mendapatkan perbandingan antara metode dari yang sudah ada sebelumnya untuk mendapatkan keterbaruan dari metode yang digunakan, beberapa penelitian yang sudah dilakukan yang relevan dengan penelitian ini adalah:

Tabel 2. 1 Penelitian yang relevan

No	Judul	Metode	Hasil
----	-------	--------	-------

1.	“Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)” (Verdy & Ery Hartati, 2024).	Convolutional Neural Network Model Arsitektur AlexNet	Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengklasifikasi penyakit mata, yang mana penyakit mata yang di teliti ada katarak, glukoma, dan retina disease. Pada Penelitian ini pengklasifikasian dibagi menjadi empat jenis yakni mata normal, katarak, glukoma dan retina disease . Jumlah keseluruhan dataset yang digunakan berjumlah 610 dataset. penelitian ini menggunakan metode CNN. Model CNN yang di pilih yakni model AlexNet, yang
----	--	--	---

			menghasilakn akurasi sebesar 98,37%.
2.	“KLASIFIKASI JENIS KELAMIN MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) DENGAN DATA WAJAH MANUSIA”(Sari, 2022).	Convolutional Neural Network	Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan mengkalsifikasi jenis kelamin berdasarkan citra wajah menggunakann CNN. Total dataset yang digunakan adalah 600 citra yang dibagi menjadi dua yakni 300 citra wajah laki-laki dan 300 citra wajah perempuan. Model CNN pada penelitian ini tidak disebutkan. Pada penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 91,02%
3.	“Deteksi Kantuk Pengemudi Menggunakan Deep	Convolutional Neural Network	Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk

	Learning”(Himawan et al., 2022)	Model Arsitektur FCN	mendeteksi kantuk pada pengemudi yang menggunakan citra wajah manusia saat mengemudi. Pada penelitian ini tidak di sebutkan berapa jumlah dataset yang digunakan, akan tetapi hanya di sebutkan jika dataset di perbanyak dengan cara mengaugmentasi citra. Penelitian ini menggunakan algoritma CNN dengan model FCN (Fully Convolutional Network) yang menghasilkan akurasi sebesar 93,2%.
4.	“Klasifikasi Gender Pada Citra Wajah Menggunakan	Convolutional Neural Network	Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan

	Confolutioal Neural Network dan Transfer Learning”(Febriawan, 2022).	Model Arsitektur VGG-16	mengkalsifikasi jenis kelamin berdasarkan citra wajah menggunakann CNN. Pada penelitian ini tidak disebutkan berapa banyak jumlah dataset yang digunakan. Model CNN yang di pilih yakni model VGG 16, yang mana pada penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 92,59%
5.	“Deteksi Penyakit Retinopati Diabetes Menggunakan Citra Mata Dengan Implementasi Deep Learning CNN” ”(Efendi et al., 2022)	Convolutional Neural Network	Penelitian ini bertujuan untunk deteksi penyakit retinopati diabetes menggunakan citra mata, pada penelitian ini pengklasifikasian di bagi menjadi dua yakni mata normal dan mata

			yang terkena penyakitnya. Dataset yang digunakan diperoleh dari kagle yang berjumlah 1.038 citra yang di bagi menjadi dua yakni 802 data mata normal dan 796 data mata yang terkena penyakit. Penelitian ini menggunakan algoritma CNN yang menghasilkan akurasi sebesar 96%.
6.	“Deteksi Penyakit Kolesterol Melalui Citra Mata Dengan HOG dan ANN”	Artificial Neural Network dengan ekstraksi Histogram of Oriented Gradient	Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk mendeteksi penyakit Kolesterol yang menggunakan HOG dan ANN. Dataset yang digunakan sebanyak 120 citra yang di bagi

			menjadi tiga class yakni mata normal, mata berkolesterol normal dan mata berkolesterol tinggi. Pada penelitian ini menggunakan ANN dengan ekstrai HOG dengan tiga kali percobaan yang mana percobaan tertinggi menghasilkan akurasi dengan baik sebesar 93,33% .
--	--	--	--

Dari berbagai penelitian yang menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN), model VGG-16 dipilih karena menunjukkan performa yang baik dalam tugas klasifikasi berbasis citra. Dalam penelitian terkait klasifikasi gender pada citra wajah, model VGG-16 berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 92,59%, yang membuktikan keandalannya dalam pengolahan data visual. Keunggulan VGG-16 terletak pada arsitekturnya yang mendalam namun tetap efisien, membuatnya mampu menangkap fitur-fitur penting dari data citra tanpa

kehilangan akurasi. Pemilihan model VGG-16 didasarkan pada kombinasi performa akurasi yang tinggi dan efisien.

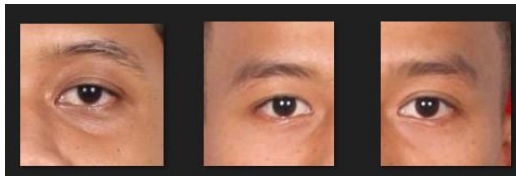
Penelitian ini memiliki perbedaan mendasar dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana akurasi model dapat digunakan dalam mengklasifikasikan gender berdasarkan citra mata, khususnya pada masyarakat Indonesia. Berbeda dari penelitian terdahulu yang menggunakan dataset citra mata dari luar negeri, dalam penelitian ini digunakan dataset lokal yang dikumpulkan dari peserta didik di YPIT Al-Huda. Kemudian disesuaikan dan diuji kembali menggunakan citra mata orang Indonesia. Hal ini bertujuan untuk melihat efektivitas transfer pengetahuan dari model terhadap data lokal yang memiliki karakteristik berbeda.

BAB III

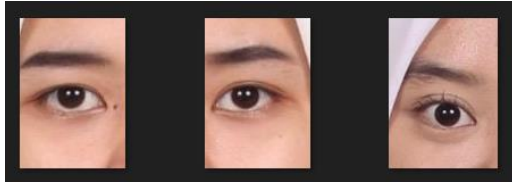
METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Dataset citra mata yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pengambilan data langsung oleh peneliti di lingkungan YPIT (Yayasan Pondok Islam Terpadu) Al-Huda Wonogiri dengan tambahan pengambilan citra secara mandiri dengan device Iphone 13, Oppo A52020. Dataset ini terdiri dari total 1.234 citra mata yang terbagi menjadi dua kategori, yaitu 594 citra mata laki-laki dan 640 citra mata perempuan. Seluruh data diperoleh dengan izin dari kepala yayasan, Bapak Suwito, S.Pd., dan pengambilan gambar dilakukan pada tanggal 14 Februari 2025. Dataset ini digunakan untuk keperluan pelatihan dan pengujian dalam model klasifikasi gender berbasis citra mata. Berikut adalah contoh citra mata laki-laki dan perempuan:



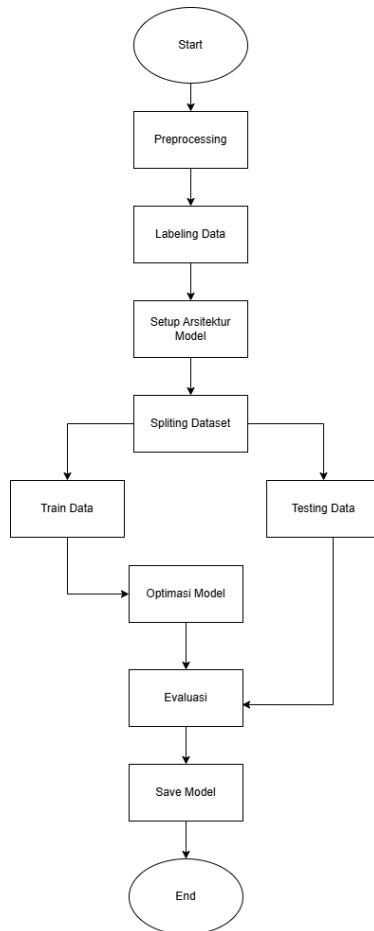
Gambar 3. 1 Citra mata orang indonesia laki-laki



Gambar 3. 2 Citra mata orang indonesia perempuan

B. Desain dan Tahapan Penelitian

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai alur penelitian yang akan dilakukan. Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.10.12, dengan dukungan beberapa library seperti Autocut, OpenCV, TensorFlow, Keras, Numpy, sklearn.metrics, dan lainnya. Alur penelitian yang akan dilakukan dapat diuraikan sebagai berikut:



Gambar 3. 3 Alur Penelitian

1) Preprocessing

Preprocessing merupakan proses mempersiapkan data agar siap digunakan dalam pelatihan dan pengujian model machine learning atau deep learning, selama

proses terjadi looping tqdm akan menampilkan progress bar selama loop berjalan.. Pada penelitian ini berikut tahapan-tahapan yang terjadi:

a. Resize

Proses meresize dari dimensi aslinya menjadi ukuran yang konsisten, dalam hal ini 128x128 piksel. Proses ini mengurangi kompleksitas dan dimensi input, sekaligus memastikan bahwa model menerima input dengan bentuk yang seragam.



Gambar 3. 4 Contoh Resize

b. Konversi Chanel Warna RGB

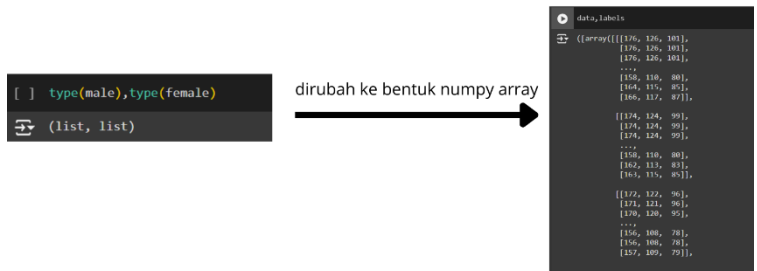
Pada proses penetapan warna yang dipilih merupakan warna dengan tiga chanel yakni *red*, *green* dan *blue* atau biasa disebut dengan RGB. Proses ini tentu memastikan bahwa model menerima inputan warna dengan chanel warna yang sama.

```
data[0].shape  
(128, 128, 3)
```

Gambar 3. 5 Konversi Ke RGB

c. Konversi Gambar Menjadi Array Numerik

Mengubah gambar yang sebelumnya berbentuk list menjadi numpy array merupakan langkah penting untuk mentransformasikan data gambar menjadi bentuk numerik yang dapat dipahami oleh model deep learning.



Gambar 3. 6 Konversi ke Array

d. Shuffel Data

Proses ini bertujuan mengacak dataset untuk menghindari urutan tertentu yang dapat mempengaruhi model, memastikan bahwa data dilatih dalam urutan acak sehingga meningkatkan generalisasi model.

2) *Labeling Data*

Data yang di dapat sudah di bagi menjadi dua kelas oleh kagle. Disini peneliti tinggal menginisiasi gambar yang berasal dari folder maleeyes diberikan label 0 (untuk laki-laki), sedangkan gambar dari folder femaleeyes diberi label 1 (untuk perempuan). Proses ini bertujuan untuk memberi model pembelajaran yang jelas mengenai kategori gambar mana yang termasuk laki-laki atau perempuan saat model dilatih.

3) *Splitting Dataset*

Proses selanjutnya adalah splitting dataset, di mana data dibagi menjadi dua bagian yakni data training dan juga data testing. Data training untuk melatih model, dan data testing untuk menguji performa model. Sebanyak 80% data digunakan untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian. Pada proses ini data trainig berjumlah 9220 dan dan data testing berjumlah 2305.

4) *Setup Arsitektur Model VGG-16*

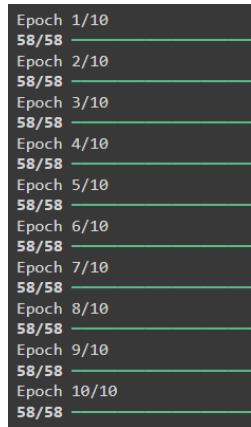
Proses setup model CNN (Convolutional Neural Network) adalah langkah-langkah yang dilakukan untuk mendefinisikan dan mengonfigurasi arsitektur jaringan saraf konvolusional sebelum pelatihan dimulai. Proses setup ini sangat penting untuk memastikan bahwa model siap dan efektif dalam menangani tugas

klasifikasi yang diberikan. Pada proses ini juga di tambahkan 'adam' optimaizer karena kemampuannya untuk secara adaptif menyesuaikan laju pembelajaran, memberikan stabilitas selama proses pelatihan, dan efisiensi dalam penggunaan memori dan komputasi. Hal ini membuatnya menjadi pilihan utama bagi banyak peneliti dan praktisi di bidang pembelajaran mesin.

5) Traing dan Testing Data

Proses training dan testing data merupakan tahapan di mana model machine learning atau deep learning dilatih untuk mengenali pola dan hubungan dari dataset yang diberikan. Pada tahap ini, model mempelajari cara membuat prediksi berdasarkan data input (fitur) dan output (label) yang telah disediakan.

Proses training dan testing data melibatkan serangkaian langkah, mulai dari inisialisasi model, forward propagation untuk menghasilkan prediksi, menghitung loss, backward propagation untuk memperbarui bobot model, dan pengulangan melalui beberapa epoch. Tujuannya adalah untuk membuat model belajar dari dataset dan meningkatkan kemampuannya dalam memprediksi data baru.



Gambar 3. 7 Pelatihan dengan epoch

6) *Evaluation*

proses Evaluasi bertujuan untuk mengukur tingkat akurasi dalam klasifikasi gender menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur model VGG-16. Salah satu metode evaluasi yang sering diterapkan dalam klasifikasi adalah confusion matrix, yang berfungsi untuk memperkirakan jumlah data yang diklasifikasikan dengan benar dan salah.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV, membahas tentang hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini, peneliti menerapkan Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengklasifikasikan gender antara pria dan wanita berdasarkan citra mata. Tahap utama dalam pengembangan model ini dimulai dengan pengumpulan data, yang bertujuan untuk membuat sebuah dataset yang berisi citra mata dan mengolahnya agar bisa terbaca oleh model dengan baik. Kemudian proses selanjutnya adalah melatih dan menguji model apakah bisa memunculkan hasil yang baik.

A. Data Collection

Proses pengumpulan data merupakan tahap awal yang sangat penting dalam sebuah penelitian, karena data yang diperoleh akan menjadi dasar utama dalam proses analisis dan pengujian model. Pada penelitian ini, peneliti melakukan pengumpulan dataset menggunakan citra mata dari siswa-siswi YPIT (Yayasan Pondok Islam Terpadu) Al-Huda Wonogiri.

YPIT Al-Huda merupakan lembaga pendidikan berbasis pesantren yang membawahi jenjang pendidikan dari tingkat TK/KB hingga SMA/SMK atau sederajat. Dalam kegiatan pengumpulan data, peneliti mendapatkan izin resmi

dari Kepala Yayasan, Bapak Suwito, S.Pd., untuk melakukan pengambilan foto mata siswa-siswi jenjang SMP dan SMA. Proses pengambilan data ini dilaksanakan pada tanggal 14 Februari 2025.

Berikut merupakan contoh mentahan dataset sebelum di olah oleh peneliti :



Gambar 4. 1 Data yang diambil dari YPIT Al-Huda Wonogiri

Pengambilan citra dilakukan ketika siswa dan siswi membuat kartu tanda siswa, dengan tetap memperhatikan etika serta persetujuan dari pihak terkait. Selanjutnya, data yang telah dikumpulkan diolah dan diproses sehingga terbentuk sebuah dataset dengan total 1.234 citra mata. Dataset ini kemudian diklasifikasikan ke dalam dua kategori,

yaitu citra mata laki-laki sebanyak 594 dan citra mata perempuan sebanyak 630.

B. Data Preparation

Setelah memperoleh dataset yang dibutuhkan, langkah berikutnya adalah mempersiapkan dataset agar siap digunakan dalam pelatihan model.

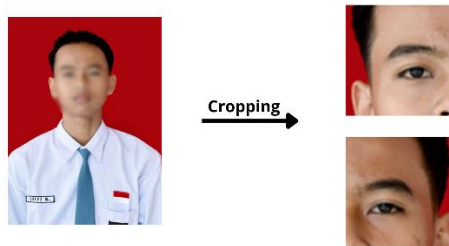
a) Cropping Dataset

Cropping adalah proses memotong atau menghapus bagian tertentu dari sebuah citra untuk mendapatkan area yang lebih spesifik dan relevan. Dalam pengolahan citra, cropping sering digunakan untuk menghilangkan bagian yang tidak diperlukan dan mempertahankan objek utama dalam gambar. Proses ini juga umum digunakan dalam desain grafis, fotografi, dan visi komputer untuk meningkatkan fokus atau memperbaiki komposisi visual(Antoni et al., 2023).

Proses cropping dilakukan untuk memfokuskan data pada area yang relevan, yaitu bagian mata dari wajah siswa-siswi yang telah diambil sebelumnya. Proses ini juga umum digunakan dalam desain grafis, fotografi, dan visi komputer untuk meningkatkan fokus atau memperbaiki komposisi visual(Antoni et al., 2023). Kegiatan ini dilaksanakan secara manual oleh

peneliti pada bulan Maret 2025. Peneliti memotong area mata dari citra wajah secara satu per satu dengan menggunakan perangkat lunak pengolah gambar, sehingga diperoleh citra yang hanya menampilkan bagian mata tanpa area wajah lainnya.

Setelah proses cropping selesai, diperoleh total 1.234 citra mata yang terdiri dari 594 citra mata laki-laki dan 640 citra mata perempuan. Citra-citra inilah yang kemudian digunakan sebagai input dalam proses pelatihan model klasifikasi berbasis citra. Berikut merupakan implementasi dari cropping dataset :

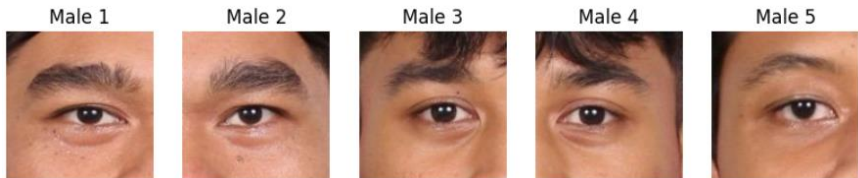


Gambar 4. 2 cropping yang dilakukan oleh peneliti

b) Labeling data

Tahap berikutnya adalah labeling, yaitu proses memberikan label pada setiap data citra agar dapat dikenali oleh sistem saat pelatihan. Labeling dilakukan secara manual oleh peneliti dengan cara memisahkan citra mata ke dalam dua folder berbeda, yaitu folder

“mata_laki_laki” dan folder “mata_perempuan”. Pemisahan ini bertujuan untuk memudahkan proses pemanggilan data saat implementasi dalam kode program, serta memastikan bahwa setiap citra memiliki label yang sesuai dengan jenis kelaminnya. Berikut merupakan label contoh mata laki laki dan perempuan yang saya pisahkan :



Gambar 4. 3 Pelabelan manual mata laki-laki



Gambar 4. 4 Pelabelan manual mata perempuan

Label yang telah ditentukan secara manual melalui pemisahan folder ini kemudian dimanfaatkan dalam proses implementasi program dengan menggunakan pendekatan pemrograman berbasis Python. Peneliti membuat sebuah fungsi khusus untuk memberikan label numerik pada masing-masing kategori citra, agar dapat digunakan sebagai input dalam pelatihan model.

Fungsi tersebut bernama `assign_labels(male, female)` yang berfungsi untuk menghasilkan dua array label, masing-masing untuk data citra mata laki-laki dan perempuan. Dalam fungsi ini, citra mata laki-laki diberi label angka 1, sedangkan citra mata perempuan diberi label angka 0. Berikut adalah potongan kode yang digunakan:

```
def assign_labels(male, female):  
    male_labels = np.ones(len(male))  
    female_labels =  
np.zeros(len(female))  
    return male_labels, female_labels  
    male_labels, female_labels =  
assign_labels(male, female)
```

Fungsi `assign_labels()` digunakan untuk memberikan label pada data citra mata berdasarkan jenis kelamin.

- `np.ones(len(male))` artinya setiap data citra mata laki-laki diberi label **1**.
- `np.zeros(len(female))` artinya setiap data citra mata perempuan diberi label **0**. Label ini nanti akan digunakan saat pelatihan model CNN agar model bisa belajar membedakan antara laki-laki dan perempuan berdasarkan citra mata.

Sehingga ketika di cek setiap elemen pada array `male_labels` memiliki nilai 1 sebanyak jumlah data laki-laki (594), sedangkan array `female_labels` memiliki nilai 0 sebanyak jumlah data perempuan (640). Dengan pemberian label ini, model dapat membedakan dua kelas secara eksplisit dan melakukan proses klasifikasi dengan lebih terarah pada tahap pelatihan berikutnya.

```
Male labels: [1. 1. 1. 1. 1.]
Female labels: [0. 0. 0. 0. 0.]
Total Male Labels: 594
Total Female Labels: 640
```

Gambar 4. 5 Pengecekan dan menghitung data

c) **Load dan Normalisasi Data**

Setelah proses cropping dan labeling selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah memuat citra digital dari folder penyimpanan ke dalam program dan menyiapkannya dalam format yang sesuai untuk dilatih oleh model. Proses ini mencakup pemuatan (*loading*) citra, pengubahan ukuran gambar, konversi format, serta normalisasi data piksel agar sesuai dengan kebutuhan arsitektur jaringan saraf tiruan (CNN).

Pertama, gambar-gambar yang telah dikelompokkan ke dalam dua folder, yaitu

mata_laki_laki dan mata_perempuan, dibaca menggunakan pustaka Python yaitu PIL (Python Imaging Library). Setiap gambar diubah ukurannya menjadi 128x128 piksel agar memiliki dimensi yang seragam. Ukuran ini dipilih karena cukup kecil untuk mengurangi beban komputasi, namun tetap mampu mempertahankan fitur visual penting dari citra mata.

Setelah diubah ukurannya, gambar kemudian diubah menjadi array numerik menggunakan pustaka NumPy. Array ini merepresentasikan nilai intensitas warna dari setiap piksel dalam bentuk angka. Nilai-nilai tersebut awalnya berada pada rentang 0 hingga 255, sehingga perlu dilakukan proses **normalisasi** agar seluruh nilai berada pada rentang 0.0 hingga 1.0. Normalisasi dilakukan dengan cara membagi seluruh nilai piksel dengan angka 255.0.

Berikut ini merupakan potongan kode program yang digunakan oleh peneliti untuk memuat dan menormalisasi dataset:

```
import os
from PIL import Image
import numpy as np
```

Baris ini mengimpor library:

- os: untuk mengakses file dan folder.
- PIL.Image: untuk membaca dan mengolah gambar.
- numpy: untuk mengubah gambar menjadi array numerik agar bisa diolah lebih lanjut oleh model.

```
def load_images(folder_path):
    images = []
    for filename in os.listdir(folder_path):
        if filename.endswith(".jpg") or filename.endswith(".png"):
            img_path = os.path.join(folder_path, filename)
            img = Image.open(img_path).convert("RGB")
            img = img.resize((128, 128))
            img_array = np.array(img) / 255.0
            images.append(img_array)
    return images
```

Ini adalah fungsi untuk memuat dan memproses gambar dari folder dataset:

- folder_path: jalur folder tempat gambar disimpan.
- Gambar akan diubah ke mode RGB, di-resize ke ukuran 128x128 piksel, lalu diubah jadi array numerik (dengan nilai antara 0-1).

- Semua gambar disimpan ke dalam list images.

```
female =
load_images('/content/drive/MyDrive/Dokumen
Tugas Akhir/dataset mata/perempuan')

male =
load_images('/content/drive/MyDrive/Dokumen
Tugas Akhir/dataset mata/laki laki')
```

Bagian ini membaca dataset yang saya simpan di drive dan menjalankan fungsi `load_images()` dua kali:

- Untuk memuat gambar mata perempuan, disimpan dalam variabel `female`.
- Untuk memuat gambar mata laki-laki, disimpan dalam variabel `male`.

C. Split Dataset

Setelah seluruh data citra mata berhasil dipersiapkan dan dinormalisasi, langkah berikutnya dalam proses implementasi adalah melakukan pemisahan data atau yang biasa disebut dengan *split data*. Tujuan dari proses ini adalah untuk membagi dataset menjadi dua bagian utama, yaitu data latih (training data) dan data uji (testing data).

Data latih digunakan untuk melatih model agar dapat mempelajari pola dari data, sementara data uji digunakan untuk mengukur sejauh mana model yang telah dilatih mampu melakukan prediksi terhadap data yang belum

pernah dilihat sebelumnya. Dengan demikian, pemisahan ini sangat penting agar model dapat dievaluasi secara objektif dan tidak hanya menghafal data yang ada (overfitting).

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan rasio **80:20**, yang artinya 80% dari total data digunakan sebagai data latih dan 20% sisanya digunakan sebagai data uji. Rasio ini dipilih karena merupakan praktik umum yang cukup efektif dalam banyak studi pembelajaran mesin.

Sebelum proses pemisahan, data citra (baik laki-laki maupun perempuan) terlebih dahulu digabungkan menjadi satu dataset, begitu juga dengan labelnya. Setelah itu, digunakan fungsi `train_test_split` dari pustaka `sklearn.model_selection` untuk melakukan proses pemisahan secara acak.

```
x = np.array(data)
y = np.array(labels)

from sklearn.model_selection import
train_test_split

x_train, x_test, y_train, y_test =
train_test_split(x, y, test_size=0.2,
random_state=42)

train =
tf.data.Dataset.from_tensor_slices((x_train
, y_train))

test =
tf.data.Dataset.from_tensor_slices((x_test,
```

```
| y_test))
```

coding di atas merupakan coding yang saya gunakan untuk split dataset, berikut merupakan penjelasan singkatnya:

- Di sini, **data** adalah kumpulan gambar (biasanya hasil gabungan dari male dan female).
- **labels** adalah label numerik yang mewakili kelas (pada kasus ini 1 untuk laki-laki dan 0 untuk perempuan).
- Keduanya diubah menjadi array NumPy agar bisa digunakan dalam pelatihan model.

Data gambar dan label dikonversi ke dalam format array menggunakan NumPy. Selanjutnya, data dibagi menjadi data latih (80%) dan data uji (20%) menggunakan fungsi `train_test_split` dari library `sklearn`. Pembagian ini bertujuan untuk melatih model pada sebagian data dan mengujinya pada data lain yang tidak dilihat sebelumnya.

D. Setup Model

Setelah dataset selesai dipisahkan menjadi data latih dan data uji, langkah berikutnya adalah melakukan setup arsitektur model yang akan digunakan untuk proses pelatihan. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan pendekatan transfer learning dengan memanfaatkan

arsitektur VGG16 yang telah dilatih sebelumnya (pre-trained) pada dataset besar ImageNet.

Transfer learning dipilih karena memungkinkan penggunaan pengetahuan yang telah dipelajari oleh model pada dataset lain (dalam hal ini ImageNet), sehingga model dapat lebih cepat dan efisien dalam belajar mengenali pola dari dataset yang lebih kecil seperti citra mata pada penelitian ini.

Berikut adalah langkah-langkah setup model yang dilakukan oleh peneliti:

1. ***Mengimpor arsitektur VGG-16***

Model VGG16 diimpor dari pustaka `tensorflow.keras.applications` dengan opsi `include_top=False`, yang artinya lapisan paling atas (fully connected layer asli dari VGG16) dihapus. Hal ini dilakukan agar kita bisa menambahkan lapisan klasifikasi yang sesuai dengan kebutuhan penelitian, yaitu klasifikasi biner (laki-laki dan perempuan).

2. ***Membekukan Layer Pre-trained***

Semua layer dari model VGG16 yang telah dilatih sebelumnya *dibekukan* (dengan `layer.trainable = False`) agar bobotnya tidak berubah selama pelatihan. Hal ini

bertujuan untuk menjaga fitur-fitur visual umum yang telah dipelajari VGG16, seperti bentuk, tepi, dan pola, tanpa harus melatih ulang dari awal.

3. *Menambahkan Lapisan Klasifikasi Baru*

Setelah bagian utama VGG16, peneliti menambahkan beberapa layer untuk menyesuaikan model dengan tugas klasifikasi jenis kelamin:

- Flatten: Mengubah output VGG16 dari bentuk multidimensi menjadi satu dimensi.
- Dense(256, activation='relu'): Lapisan fully connected dengan 256 neuron dan fungsi aktivasi ReLU.
- Dropout(0.5): Digunakan untuk mengurangi risiko overfitting dengan mengabaikan 50% neuron secara acak saat pelatihan.
- Dense(1, activation='sigmoid'): Lapisan output dengan 1 neuron dan fungsi aktivasi sigmoid, yang cocok untuk klasifikasi biner.

4. *Kompilasi Model*

Model dikompilasi menggunakan:

- Optimizer: adam, yang merupakan optimizer adaptif yang banyak digunakan untuk deep

learning.

- Loss Function: `binary_crossentropy`, yang cocok untuk klasifikasi biner.
- Metrics: `accuracy`, untuk mengukur tingkat akurasi model selama pelatihan.

Berikut merupakan susunan coding sesuai rancangan yang saya jelaskan diatas:

```
from tensorflow.keras.applications
import VGG16

from tensorflow.keras.models import
Model

from tensorflow.keras.layers import
Dense, Flatten, Dropout

# Load VGG16 tanpa fully connected
layers (include_top=False)

base_model = VGG16(weights='imagenet',
include_top=False, input_shape=(128, 128,
3))

# Membekukan layer pre-trained (agar
```

```

tidak di-train ulang)

    for layer in base_model.layers:
        layer.trainable = False

    # Menambahkan lapisan klasifikasi
    x = Flatten() (base_model.output)
    x = Dense(256, activation='relu')(x)
    x = Dropout(0.5)(x)
    x = Dense(1, activation='sigmoid')(x)

    # Membentuk model akhir
    model = Model(inputs=base_model.input,
outputs=x)

    # Kompilasi model
    model.compile(optimizer='adam',
loss='binary_crossentropy',
metrics=['accuracy'])

    # Menampilkan struktur model
    model.summary()

```

Kemudian berikut merupakan tampilan setup layer CNN dengan VGG-16 yang sudah saya lakukan:

Layer (type)	Output Shape	Param #
input_layer (InputLayer)	(None, 128, 128, 3)	0
block1_conv1 (Conv2D)	(None, 128, 128, 64)	1,792
block1_conv2 (Conv2D)	(None, 128, 128, 64)	36,928
block1_pool1 (MaxPooling2D)	(None, 64, 64, 64)	0
block2_conv1 (Conv2D)	(None, 64, 64, 128)	73,856
block2_conv2 (Conv2D)	(None, 64, 64, 128)	147,584
block2_pool1 (MaxPooling2D)	(None, 32, 32, 128)	0
block3_conv1 (Conv2D)	(None, 32, 32, 256)	295,168
block3_conv2 (Conv2D)	(None, 32, 32, 256)	590,880
block3_conv3 (Conv2D)	(None, 32, 32, 256)	590,880
block3_pool1 (MaxPooling2D)	(None, 16, 16, 256)	0
block4_conv1 (Conv2D)	(None, 16, 16, 512)	1,180,160
block4_conv2 (Conv2D)	(None, 16, 16, 512)	2,359,808
block4_conv3 (Conv2D)	(None, 16, 16, 512)	2,359,808
block4_pool1 (MaxPooling2D)	(None, 8, 8, 512)	0
block5_conv1 (Conv2D)	(None, 8, 8, 512)	2,359,808
block5_conv2 (Conv2D)	(None, 8, 8, 512)	2,359,808
block5_conv3 (Conv2D)	(None, 8, 8, 512)	2,359,808
block5_pool1 (MaxPooling2D)	(None, 4, 4, 512)	0
flatten (Flatten)	(None, 8192)	0
dense (Dense)	(None, 256)	2,097,408
dropout (Dropout)	(None, 256)	0
dense_1 (Dense)	(None, 1)	257

Gambar 4. 6 Layer CNN yang digunakan

E. Training Model

Setelah proses penyusunan arsitektur model selesai, tahap berikutnya adalah melakukan pelatihan model (training) agar dapat mengenali dan membedakan pola citra mata laki-laki dan perempuan secara otomatis.

Pada penelitian ini, proses pelatihan dilakukan dengan menggunakan data yang telah disiapkan sebelumnya, yaitu data latih dan data validasi. Kedua dataset tersebut dikemas dalam format yang sesuai dengan kebutuhan model, yaitu sebagai data generator, yang secara otomatis mengirimkan data dalam batch ke model saat proses pelatihan.

```
history = model.fit(  
    train,  
    validation_data=val,  
    epochs=10  
)
```

Berikut penjelasannya secara singkat dan mudah dipahami:

- `model.fit(...)` adalah fungsi yang digunakan untuk **melatih (training) model** dengan data yang telah dipersiapkan.
- `train` adalah data latih yang digunakan untuk

mengajarkan model mengenali pola.

- `validation_data=val` artinya selama pelatihan, model juga dievaluasi menggunakan data validasi (yang tidak dipakai untuk melatih), agar bisa memantau apakah model mengalami overfitting atau tidak.
- `epochs=10` artinya proses pelatihan akan diulang sebanyak 10 kali untuk meningkatkan akurasi model.

F. Evaluasi Model

Setelah proses penyusunan arsitektur model selesai, tahap berikutnya adalah melakukan pelatihan model (training) agar dapat mengenali dan membedakan pola citra mata laki-laki dan perempuan secara otomatis.

Pada evaluasi model saya menggunakan grafik akurasi, evaluasi model dengan mengujinya menggunakan dataset yang saya gunakan untuk dataset, dan evaluasi model dengan citra mata invlencer secara random

a. Evaluasi grafik akurasi

Setelah model dilatih selama 10 epoch, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi performanya menggunakan data yang tersimpan dalam variabel `history`. Evaluasi ini dilakukan dengan menampilkan grafik akurasi dan loss selama proses pelatihan dan validasi.

Coding yang saya gunakan untuk evaluasi dengan grafik akurasi adalah sebagai berikut:

```
import matplotlib.pyplot as plt

plt.plot(history.history['accuracy'],
label='Train Accuracy')

plt.plot(history.history['val_accuracy'
], label='Validation Accuracy')

plt.legend()

plt.title('Model Accuracy')

plt.show()

plt.plot(history.history['loss'],
label='Train Loss')

plt.plot(history.history['val_loss'],
label='Validation Loss')

plt.legend()

plt.title('Model Loss')

plt.show()
```

Berikut adalah grafik yang dihasilkan dari proses pelatihan:

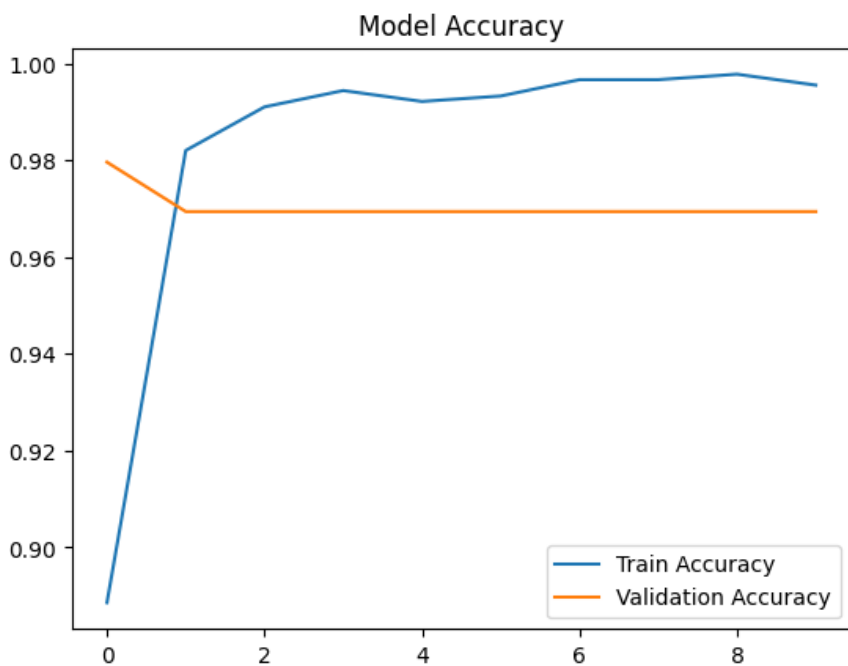
- Garis biru menunjukkan performa model terhadap data training (latih).
- Garis kuning menunjukkan performa model terhadap data validation (validasi).

Grafik ini terdiri dari dua bagian:

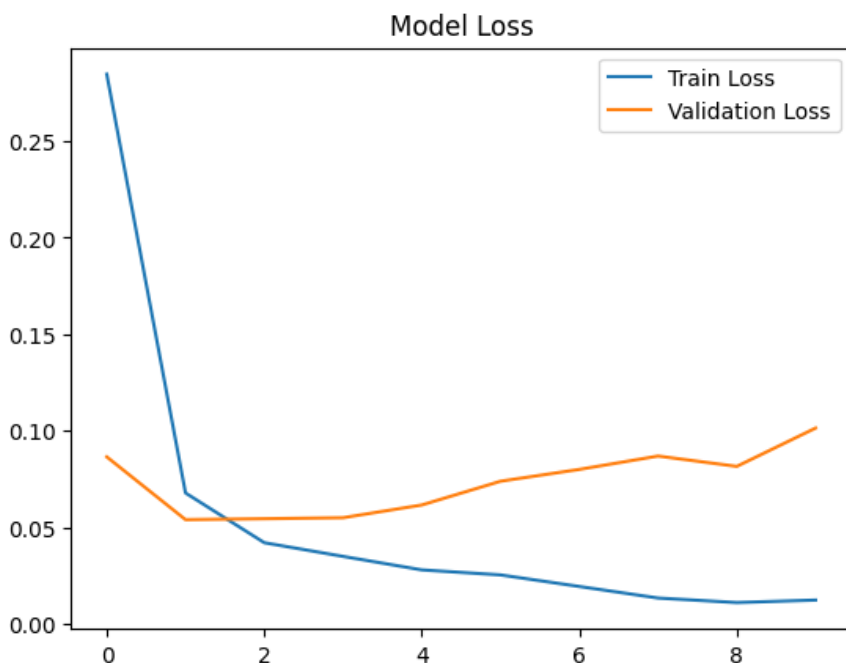
- Grafik Akurasi – Menunjukkan seberapa tepat model dalam memprediksi label citra.
- Grafik Loss – Menunjukkan tingkat kesalahan model. Semakin kecil nilai loss, semakin baik model dalam mempelajari data.

Berdasarkan grafik yang ditampilkan:

- Garis biru dan kuning pada grafik akurasi menunjukkan pola yang naik dan stabil, menandakan bahwa model terus belajar dengan baik di setiap epoch.
- Nilai akurasi akhir mencapai 88%, yang berarti dari seluruh data yang diuji, sebanyak 88% prediksi model benar dalam mengklasifikasi jenis kelamin berdasarkan citra mata.



Gambar 4. 7 Model akurasi



Gambar 4. 8 Model Loss

b. Confusion Matrix

Pengujian pertama dilakukan dengan menggunakan 20 gambar yang diambil dari dataset. Gambar terdiri dari 10 wajah laki-laki dan 10 wajah perempuan. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa semua gambar berhasil diklasifikasikan dengan benar, sehingga akurasi yang diperoleh adalah 100%.

Berdasarkan confusion matrix dan perhitungan

metrik evaluasi, model CNN menunjukkan performa klasifikasi yang **cukup baik** dan **seimbang** antar dua kelas. Dengan akurasi 88% dan F1-score di atas 0.85 untuk masing-masing kelas, dapat disimpulkan bahwa model mampu membedakan citra laki-laki dan perempuan dengan tingkat kesalahan yang relatif rendah.

Rumus yang digunakan untuk confusion matrix adalah sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN}$$

$$F1\ Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

Coding yang saya gunakan untuk confusion matrix adalah sebagai berikut:

```
import numpy as np

import seaborn as sns

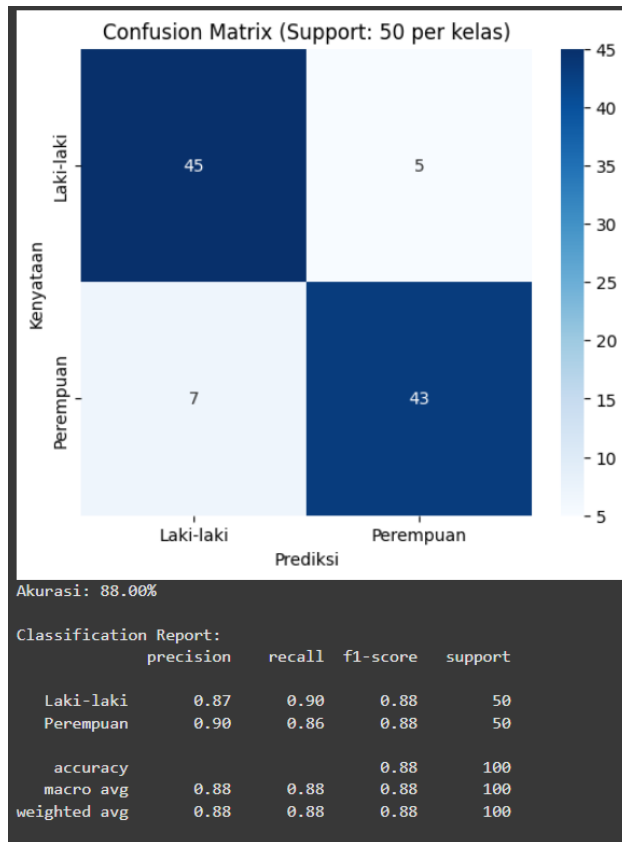
import matplotlib.pyplot as plt

from sklearn.metrics import
confusion_matrix, classification_report,
```

accuracy_score

```
y_true = ['Laki-laki'] * 50 +  
['Perempuan'] * 50  
  
y_pred = ['Laki-laki'] * 45 +  
['Perempuan'] * 5 + ['Laki-laki'] * 7 +  
['Perempuan'] * 43  
  
labels = ['Laki-laki', 'Perempuan']  
  
cm = confusion_matrix(y_true, y_pred,  
labels=labels)  
  
# Visualisasi Confusion Matrix  
plt.figure(figsize=(6, 5))  
  
sns.heatmap(cm, annot=True, fmt='d',  
cmap='Blues', xticklabels=labels,  
yticklabels=labels)  
  
plt.title("Confusion Matrix (Support: 50  
per kelas)")  
  
plt.xlabel("Prediksi")  
plt.ylabel("Kenyataan")  
plt.show()  
  
# Akurasi  
acc = accuracy_score(y_true, y_pred)  
print(f"Akurasi: {acc * 100:.2f}%")  
  
# Classification Report  
print("\nClassification Report:")  
  
print(classification_report(y_true,  
y_pred, target_names=labels))
```

Deangam visualisasi hasil sebagai berikut:



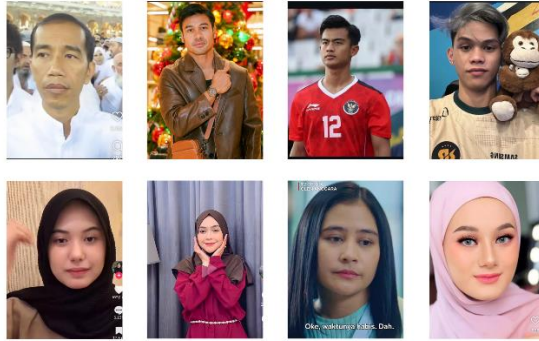
Gambar 4. 9 Confusion matrix

c. Evaluasi Citra dari Influencer di Luar Dataset Pelatihan

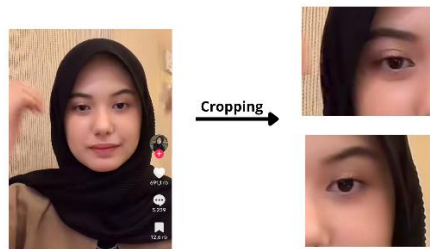
Pengujian kedua dilakukan menggunakan 20 gambar acak dari wajah publik figur atau influencer yang **tidak termasuk dalam data pelatihan model**. Gambar terdiri dari 10 wajah laki-laki dan 10 wajah perempuan.

Pada pengujian ini, model melakukan kesalahan

klasifikasi sebanyak 3 kali, yaitu 1 laki-laki diklasifikasikan sebagai perempuan, dan 2 perempuan diklasifikasikan sebagai laki-laki. Dengan demikian, akurasi pengujian kedua adalah **85%**.



Gambar 4. 10 Data citra external(diluar dataset) sebelum diolah



Gambar 4. 11 Pengolahan data perempuan untuk pengujian external(diluar dataset)



Gambar 4. 12 Pengolahan data laki-laki untuk pengujian external (diluar dataset)

Tabel 4. 1 Uji menggunakan nondataset

No.	Label Sebenarnya	Label Prediksi	Keterangan
1.	Laki-Laki	Perempuan	Salah
2.	Laki-Laki	Laki-Laki	Benar
3.	Laki-Laki	Laki-Laki	Benar
4.	Laki-Laki	Laki-Laki	Benar
5.	Laki-Laki	Laki-Laki	Benar
6.	Laki-Laki	Laki-Laki	Benar
7.	Laki-Laki	Laki-Laki	Benar
8.	Laki-Laki	Laki-Laki	Benar
9.	Laki-Laki	Laki-Laki	Benar

10.	Laki-Laki	Laki-Laki	Benar
11.	Perempuan	Perempuan	Benar
12.	Perempuan	Perempuan	Benar
13.	Perempuan	Laki-laki	Salah
14.	Perempuan	Perempuan	Benar
15.	Perempuan	Perempuan	Benar
16.	Perempuan	Laki-laki	Salah
17.	Perempuan	Perempuan	Benar
18.	Perempuan	Perempuan	Benar
19.	Perempuan	Perempuan	Benar
20.	Perempuan	Perempuan	Benar

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Proses pengumpulan data merupakan tahap awal yang sangat penting dalam sebuah penelitian, karena data yang diperoleh akan menjadi dasar utama dalam proses analisis dan pengujian model. Pada penelitian ini, peneliti melakukan pengumpulan dataset menggunakan citra mata dari siswa-siswi YPIT (Yayasan Pondok Islam Terpadu) Al-Huda Wonogiri.

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur VGG-16 berhasil diterapkan untuk mengklasifikasikan gender berdasarkan citra mata orang Indonesia. Penelitian ini menggunakan dataset yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti dari siswa-siswi SMP dan SMA di YPIT (Yayasan Pondok Islam Terpadu) Al-Huda Wonogiri, dengan izin resmi dari Kepala Yayasan, Bapak Suwito, S.Pd, pada tanggal 14 Februari 2025. Dataset terdiri dari 1.234 citra mata, yaitu 594 citra mata laki-laki dan 640 citra mata perempuan, yang diperoleh melalui proses cropping manual dari

gambar wajah dan dilabeli secara manual ke dalam dua kategori. Proses klasifikasi melibatkan beberapa tahap, yaitu preprocessing citra, augmentasi data, pembentukan model CNN berbasis VGG-16, pelatihan model, dan evaluasi model. VGG-16 yang digunakan telah dimodifikasi pada bagian fully connected layer dan output layer untuk menyesuaikan dengan jumlah kelas (laki-laki dan perempuan). Dengan dukungan preprocessing dan pengaturan parameter yang tepat, model mampu mengenali pola-pola visual pada citra mata yang merepresentasikan gender.

2. Tingkat akurasi model CNN berbasis VGG-16 dalam klasifikasi gender menggunakan citra mata mencapai 88% pada proses pelatihan dan validasi. Pengujian lebih lanjut menggunakan metode pengujian mata dengan mata influencer:

- Pengujian kedua menggunakan 20 gambar acak dari influencer Indonesia (10 laki-laki dan 10 perempuan) menghasilkan tingkat akurasi 85%, dengan 3 kesalahan prediksi (1 laki-laki diklasifikasi sebagai perempuan, dan 2 perempuan diklasifikasi sebagai laki-laki).

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa model

CNN dengan arsitektur VGG-16 memiliki performa yang sangat baik dan generalisasi yang cukup tinggi untuk klasifikasi gender menggunakan citra mata.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengalaman selama proses pelaksanaan, peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian ini terbatas pada dataset citra mata yang diperoleh dari siswa-siswi YPIT Al-Huda Wonogiri, dengan jumlah total sebanyak 1.242 gambar. Dataset ini belum mewakili populasi yang lebih luas dari sisi keragaman karakteristik subjek. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya disarankan agar proses pengumpulan data dilakukan dengan skala yang lebih besar dan mencakup variasi usia, jenis kelamin, ekspresi wajah (misalnya ekspresi netral, tersenyum, atau marah), kondisi pencahayaan yang berbeda (cahaya alami, redup, atau buatan), serta latar belakang lingkungan yang bervariasi (indoor dan outdoor). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan generalisasi model agar dapat bekerja lebih baik ketika diterapkan di luar konteks lingkungan pengumpulan data awal. Lebih lanjut, pengumpulan citra mata dari berbagai wilayah di Indonesia dengan latar

belakang etnis yang berbeda juga penting untuk dilakukan. Hal ini mengingat Indonesia memiliki keanekaragaman genetik dan fisiologis yang dapat memengaruhi ciri visual dari mata seseorang. Dengan demikian, model yang dikembangkan akan menjadi lebih inklusif dan mampu mengenali pola-pola yang lebih beragam dalam tugas klasifikasi gender berbasis citra mata.

2. Dalam penelitian ini, model *transfer learning* menggunakan arsitektur VGG-16 telah menunjukkan performa yang cukup baik. Namun, model ini tergolong cukup besar dan memerlukan sumber daya komputasi yang tidak sedikit. Untuk penelitian lanjutan, sangat disarankan untuk mengeksplorasi arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) lainnya yang lebih efisien dari sisi waktu pelatihan dan kebutuhan perangkat keras. Beberapa model yang bisa dipertimbangkan antara lain ResNet yang terkenal dengan kemampuan *skip connection* untuk mencegah degradasi akurasi pada model yang lebih dalam, MobileNet yang ringan dan cocok digunakan pada perangkat mobile, serta EfficientNet yang dikenal memiliki rasio efisiensi dan akurasi yang sangat optimal. Eksplorasi terhadap model-model ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan akurasi, tetapi juga untuk

melihat potensi penerapan model pada sistem nyata, seperti aplikasi berbasis Android, perangkat embedded system, atau platform edukasi digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusti, D., & Nababan, A. A. (2022). Penerapan Metode Harmonic Mean Filter Dalam Mereduksi Gaussian Noise Pada Citra Digital. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 5(3), 565–571. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v5i3.4468>
- Alwanda, M. R., Ramadhan, R. P. K., & Alamsyah, D. (2020). Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle. *Jurnal Algoritme*, 1(1), 45–56. <https://doi.org/10.35957/algoritme.v1i1.434>
- Antoni, A., Rohana, T., & Pratama, A. R. (2023). Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Citra Kemasan Kardus Defect dan No Defect. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(4), 1941–1950. <https://doi.org/10.47065/bits.v4i4.3270>
- Bowo, T. A., Syaputra, H., & Akbar, M. (2020). Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Motif Citra Batik Solo. *Journal of Software Engineering Ampera*, 1(2), 82–96. <https://doi.org/10.51519/journalsea.v1i2.47>
- Efendi, D., Jasril, J., Sanjaya, S., Syafria, F., & Budianita, E. (2022). Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network Arsitektur ResNet-50 untuk Klasifikasi Citra Daging Sapi dan Babi. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(3), 607. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i3.4176>

- Fahmi, M., & Yudhana, A. (2023). Pemilahan Sampah Menggunakan Model Klasifikasi Support Vector Machine Gabungan dengan Convolutional Neural Network. *Jurnal Riset Komputer*, 10(1), 76–81. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v10i1.5468>
- Febriawan, R. (2022). Klasifikasi Gender Pada Citra Wajah Menggunakan Convolutional Neural Network Dan Transfer Learning. *Uinjkt*, 59.
- Firmansyah, I., & Hayadi, B. H. (2022). Komparasi Fungsi Aktivasi Relu Dan Tanh Pada Multilayer Perceptron. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 6(2), 200. <https://doi.org/10.26798/jiko.v6i2.600>
- Firmansyah, R. (2021). IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI BUNGA. *Pharmacognosy Magazine*, 75(17), 399–405.
- Handoko, A. B., Timotius, I. K., & Utomo, D. (2022). Klasifikasi Citra X-Ray Covid-19 Menggunakan Three-layered CNN Model. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(2), 155–168. <https://doi.org/10.31358/techne.v21i2.316>
- Harianto, K. (2018). Penerapan Teknik Selisih Matriks untuk Menemukan Perbedaan Dua Buah Citra Digital. *SATIN - Sains Dan Teknologi Informasi*, 3(1), 16–21. <https://doi.org/10.33372/stn.v3i1.349>
- Hermansyah, M., & Fadillah, N. (2019). Virtual Mouse Berdasarkan

Warna RGB Menggunakan Metode Optical Flow Secara Real-Time. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 21(2), 249–252. <https://doi.org/10.31294/p.v21i2.5258>

- Himawan, S. N., Sohiburroyan, R., Nugraha, N. B., Teknik Informatika, J., & Negeri Indramayu, P. (2022). Deteksi Kantuk Pengemudi Menggunakan Deep Learning. *Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis, November*, 1–8.
- Irfansyah, D., Mustikasari, M., & Suroso, A. (2021). Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) Alexnet Untuk Klasifikasi Hama Pada Citra Daun Tanaman Kopi. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 6(2), 87–92. <https://doi.org/10.30591/jpit.v6i2.2802>
- Jericho, J., & Yohannes, Y. (2023). Klasifikasi Kinship Keluarga Hollywood Dengan Metode Visual Geometry Group-Support Vector Machine. *MDP Student Conference*, 2(1), 120–127. <https://doi.org/10.35957/mdp-sc.v2i1.4310>
- Karenina, V., Erinsyah, M. F., & Wibowo, D. S. (2023). Klasifikasi Rentang Usia Dan Gender Dengan Deteksi Suara Menggunakan Metode Deep Learning Algoritma Cnn (Convolutional Neural Network). *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 12(2), 75–82. <https://doi.org/10.34010/komputika.v12i2.10516>
- Magdalena, R., Saidah, S., Pratiwi, N. K. C., & Putra, A. T. (2021). Klasifikasi Tutupan Lahan Melalui Citra Satelit SPOT-6 dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Edukasi*

Dan Penelitian Informatika (JEPIN), 7(3), 335.

<https://doi.org/10.26418/jp.v7i3.48195>

Mas'ud, R. A., & Junta Zeniarja. (2024). Optimasi Convolutional Neural Networks untuk Deteksi Kanker Payudara menggunakan

Arsitektur DenseNet. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 8(1), 310–318. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v8i1.25883>

Munantri, N. Z., Sofyan, H., & Florestiyanto, M. Y. (2020). Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Umur Pohon.

Telematika, 16(2), 97.

<https://doi.org/10.31315/telematika.v16i2.3183>

Pujiati, R., & Rochmawati, N. (2022). *Identifikasi Citra Daun Tanaman Herbal Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)*. 03, 351–357.

Ridhovan, A., & Suharso, A. (2022). Penerapan Metode Residual Network (Resnet) Dalam Klasifikasi Penyakit Pada Daun Gandum. *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(1), 58–65.

<https://doi.org/10.29100/jipi.v7i1.2410>

Sari, Y. (2022). *KLASIFIKASI JENIS KELAMIN MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) DENGAN DATA WAJAH MANUSIA*. 1–23.

Sobron, M., & Lubis. (2021). Implementasi Artificial Intelligence Pada System Manufaktur Terpadu. *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*, 4(1), 1–7.

<https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/4134>

Suartika E. P, I Wayan, Wijaya Arya Yudhi, S. R. (2016). Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Pada Caltech 101. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1), 76.

<http://repository.its.ac.id/48842/>

Syahid, M. F. (2021). Implementasi Deep Transfer Learning VGG16 dengan Transfer Learning pada Deteksi Penyakit Tanaman Singkong. In *Skripsi, Teknik Informatika, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*.

Verdy, & Ery Hartati. (2024). Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network Model Resnet-50. *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi Dan Teknologi*, 1(3), 199–206.
<https://doi.org/10.59407/jrsit.v1i3.529>