



BIG DATA CHALLENGE
SATRIA DATA 2021

Memprediksi Jenis Kelamin & Usia berdasarkan Data Image Menggunakan Deep Learning



Pusat Prestasi Nasional



puspresnas



Puspresnas

Outline Presentasi

Pendahuluan

Preprocessing Data

Pembentukan Kelompok
Data Validasi

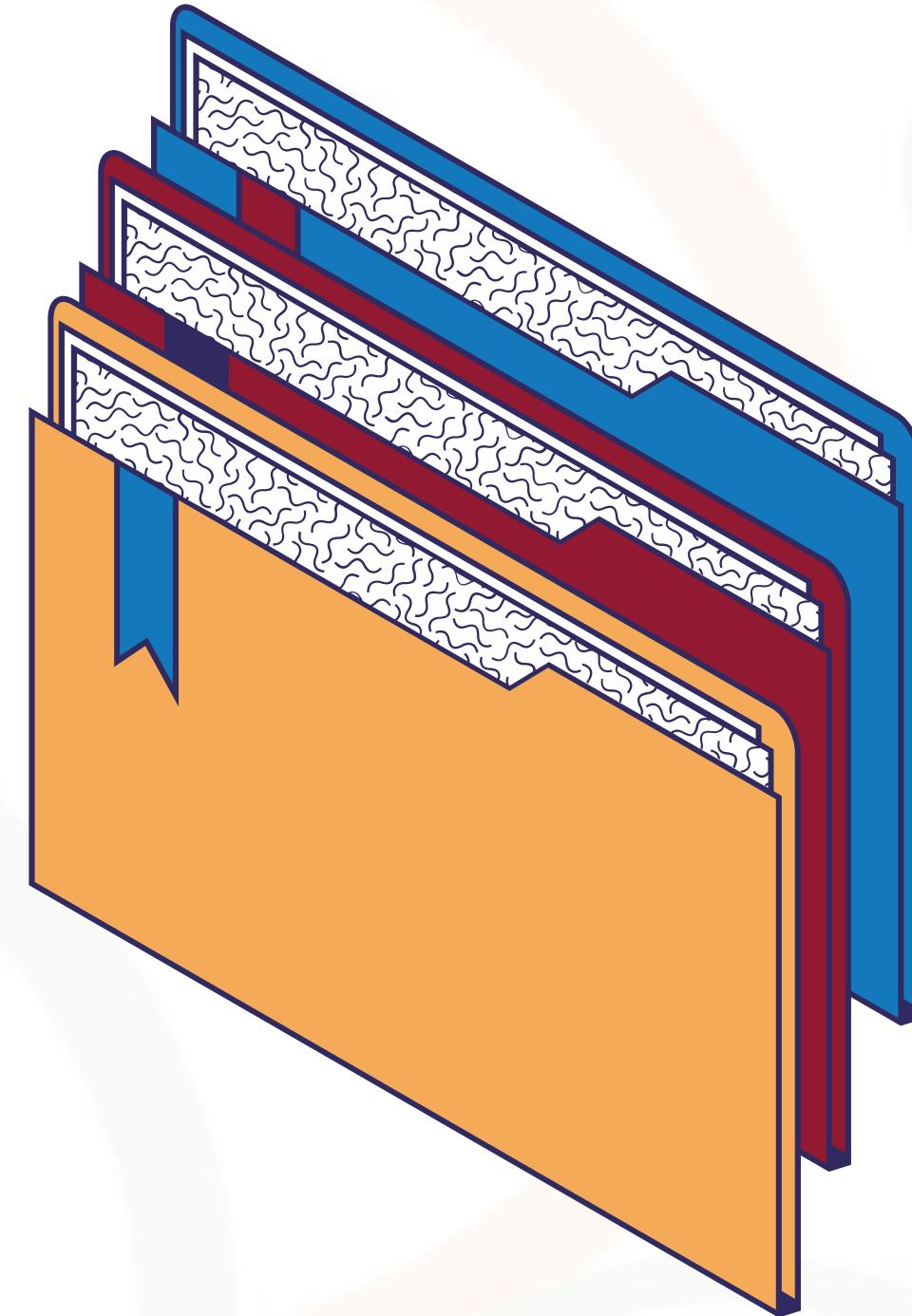
Prediksi Jenis Kelamin

Ekstraksi Posisi Relatif Fitur Wajah
& Analisis Data Eksploratif

Prediksi Usia

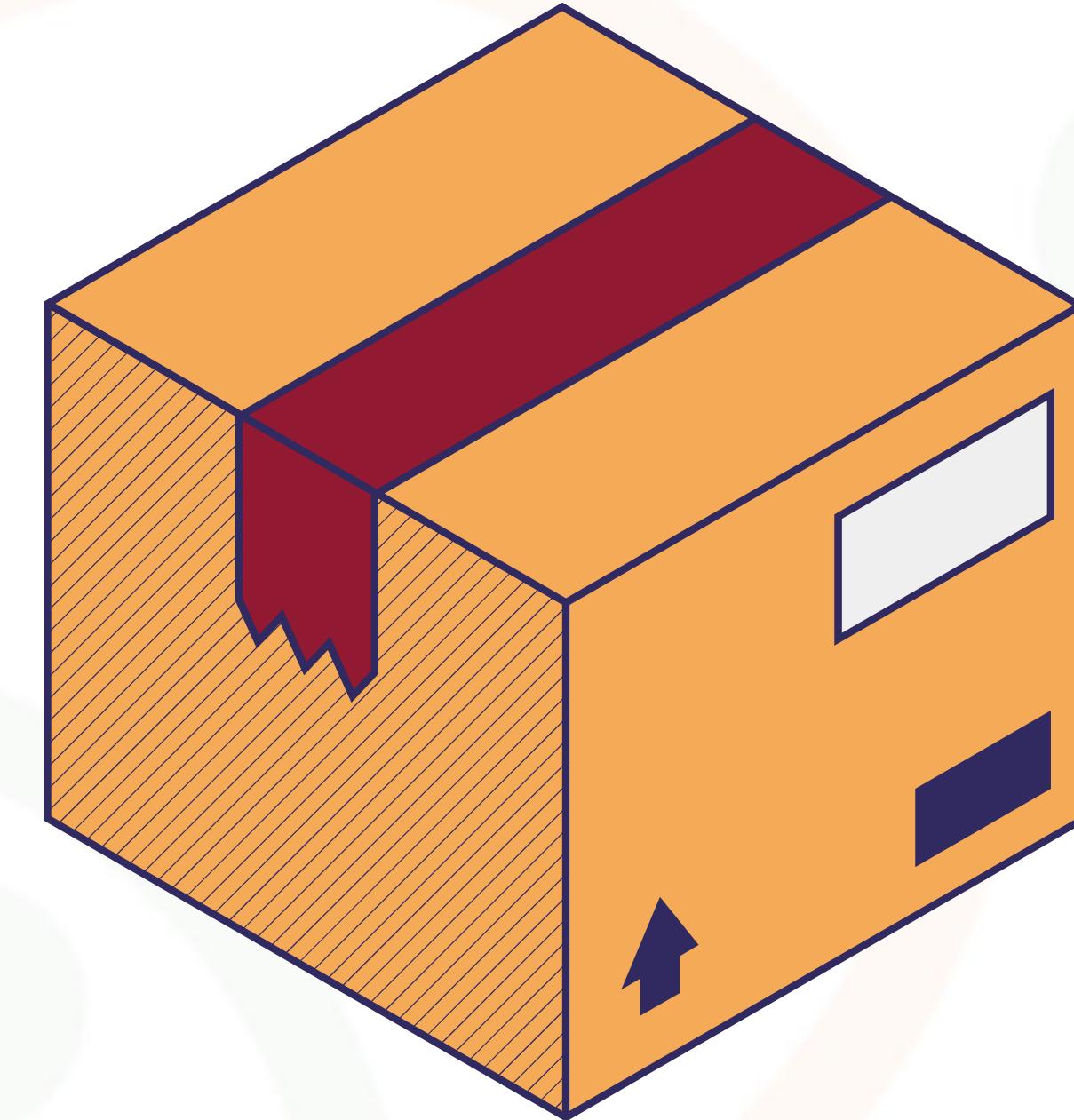
Kesimpulan

Rekomendasi





PENDAHULUAN



Pendahuluan

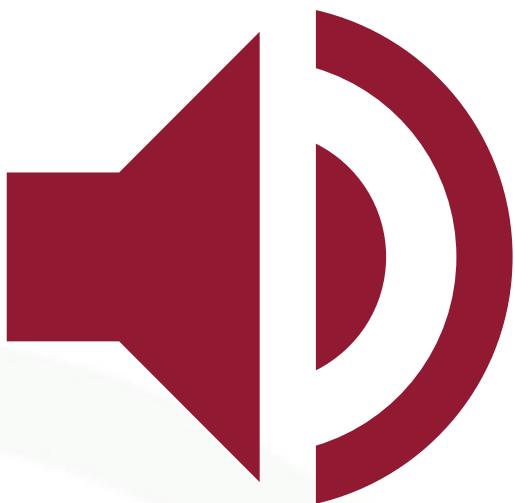
VARIASI DATA



Angka



Teks



Suara



Gambar

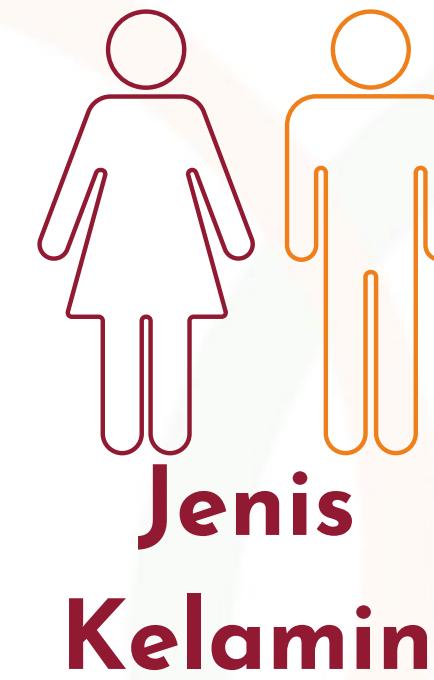
Pendahuluan

ANALISIS DATA IMAGE

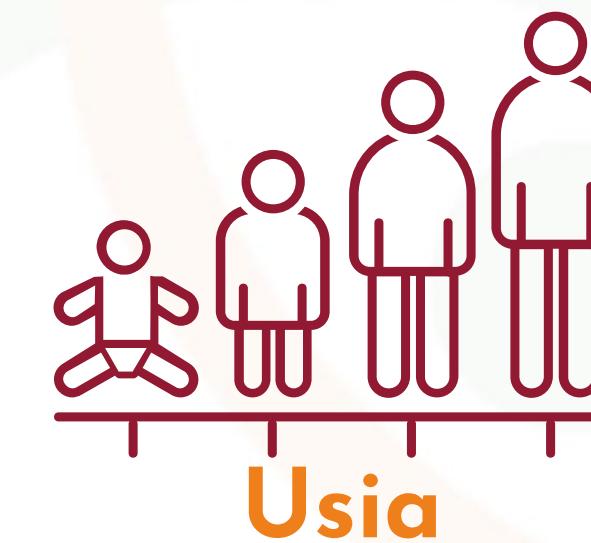


Analisis Data Image relevan dengan Peningkatan Platform Sosial.

Informasi
pada foto
orang



Jenis
Kelamin



Usia



Warna
Kulit



Bentuk
Rambut

Pendahuluan

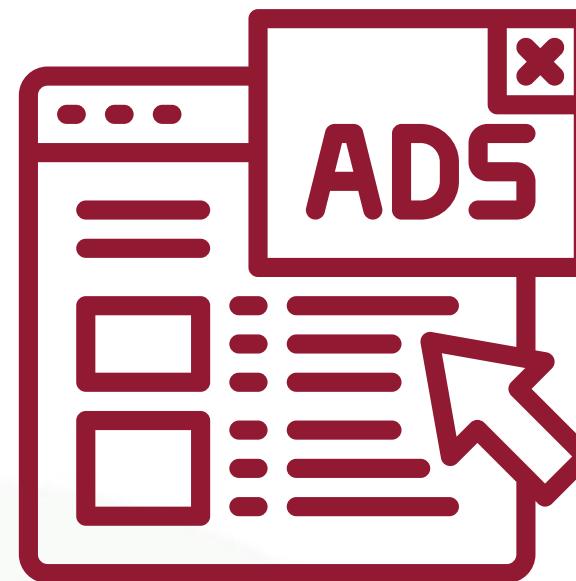
PENGGUNAAN INFORMASI DATA IMAGE



Verifikasi
Identitas



Analisis
Perilaku
Kelompok

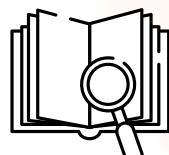


Online
Advertisement



Item
Recommendation

Informasi usia dan jenis kelamin pada data foto orang sangat penting.



Du, J. (2020). High-Precision Portrait Classification Based on MTCNN and Its Application on Similarity Judgement. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1518(1), 012066. doi: 10.1088/1742-6596/1518/1/012066

Pendahuluan

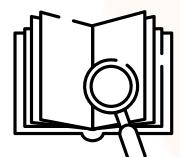
PEMILIHAN DEEP LEARNING SEBAGAI MODEL ANALISIS DATA IMAGE

Model CNN merupakan model yang populer digunakan untuk analisis data image.

CNN digunakan karena dapat menyimpan informasi spasial data image dan menganggap setiap piksel adalah fitur yang saling dependen.

Deep Learning memiliki kemampuan yang sangat baik dalam computer vision. Salah satunya pada klasifikasi objek pada image.

CNN memiliki kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data image.



Pendahuluan

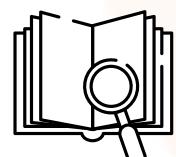
MTCNN UNTUK DETEKSI WAJAH

Akan tetapi, performanya menurun seiring dengan visual wajah manusia yang lebih bervariasi.

Kelebihan MTCNN:
mampu mendekripsi fitur-fitur wajah dan tingkat kepercayaan prediksi yang memiliki good alignment serta hasil deteksi wajah dengan presisi tinggi.

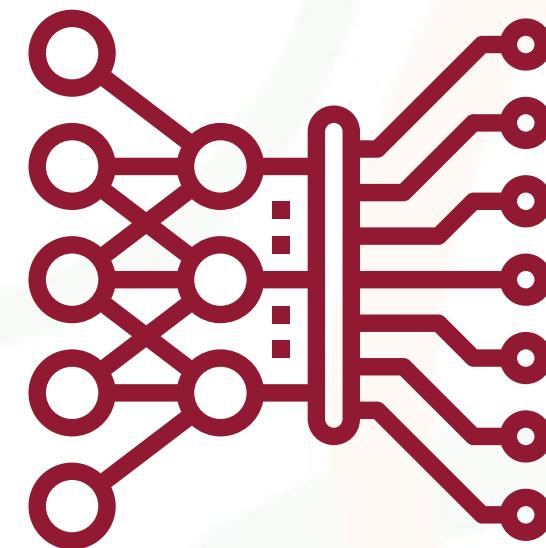
Cascade adalah deteksi fitur wajah berkecepatan tinggi melalui pelatihan dengan fitur Haar-Like dan AdaBoost.

MTCNN adalah model CNN gabungan yang dibingkai ulang dan terdiri dari tiga lapisan jaringan (P-Net, R-Net, O-Net).



Pendahuluan

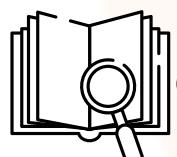
AUTOMASI PREDIKSI JENIS KELAMIN DAN USIA



Digunakan deep learning untuk automasi.



Digunakan library Tensorflow.



Pendahuluan

METRIK UNTUK MENGUKUR PERFORMANCE MODEL



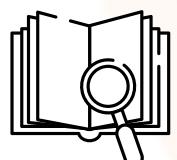
**Metrik untuk
masalah klasifikasi
(Jenis Kelamin):
F1 Score**

$$\frac{2T_P}{2T_P + F_P + F_N}$$



**Metrik untuk
masalah regresi
(Usia):
MSE**

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$





PREPROCESSING DATA



Preprocessing Data

VISUALISASI IMAGE

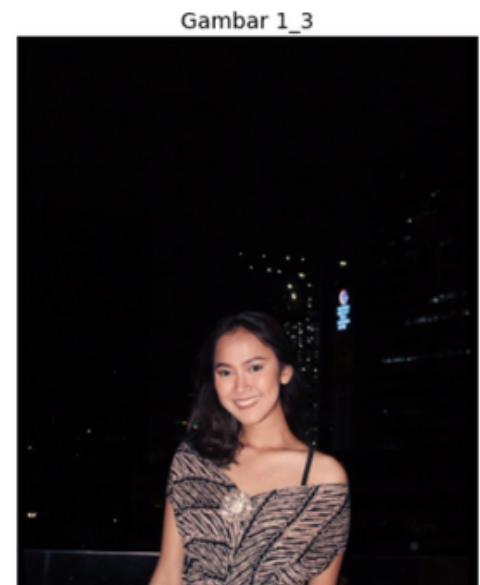
Data Image:
770 x 3 data training
990 data testing.

Platform: Kaggle
bahasa pemrograman:
Python.

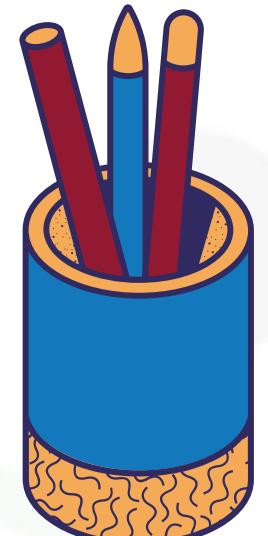
TESTING IMAGES



TRAINING IMAGES



Library untuk visualisasi:
matplotlib.pyplot
matplotlib.image
matplotlib.gridspec



Preprocessing Data

DETEKSI DAN EKSTRAKSI FITUR WAJAH DENGAN MTCNN

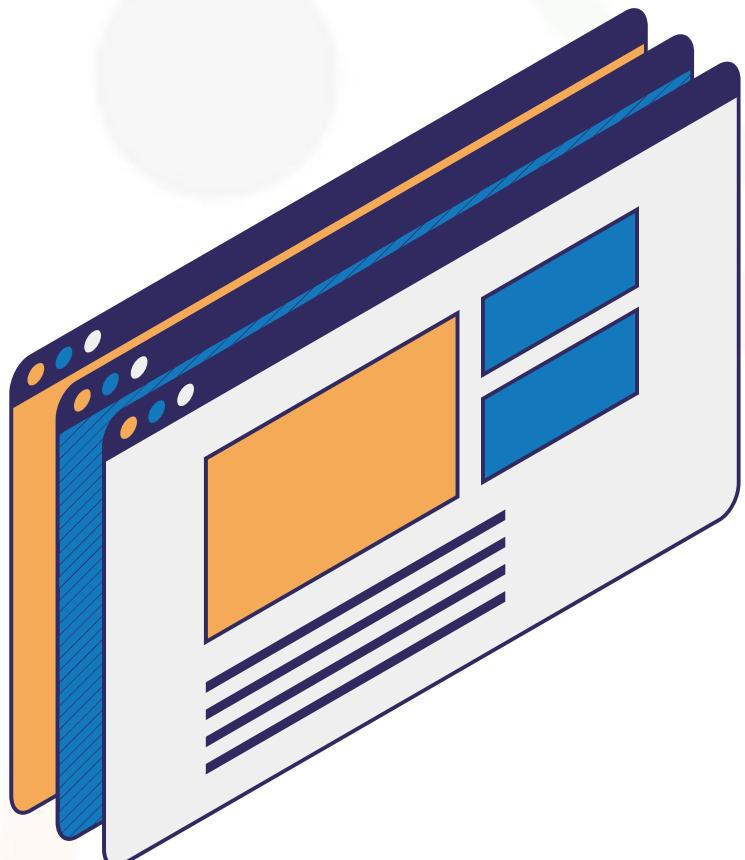
Informasi yang diperoleh:

- koordinat batas daerah wajah.
- ukuran wajah.
- tingkat kepercayaan.
- koordinat fitur-fitur pada wajah seperti mata kiri, mata kanan, hidung, ujung kiri mulut, dan ujung kanan mulut.



Preprocessing Data

DETEKSI DAN EKSTRAKSI FITUR WAJAH DENGAN MTCNN



Beberapa kasus yang ditemui pada deteksi wajah:

1. Berhasil mendeteksi wajah utama,
2. Perlu modifikasi MTCNN jika wajah utama gagal terdeteksi,
3. Diperlukan metode lain (openCV), dan
4. Jika wajah masih tidak dapat terdeteksi dengan baik maka akan dihapus (sebanyak 5 foto).

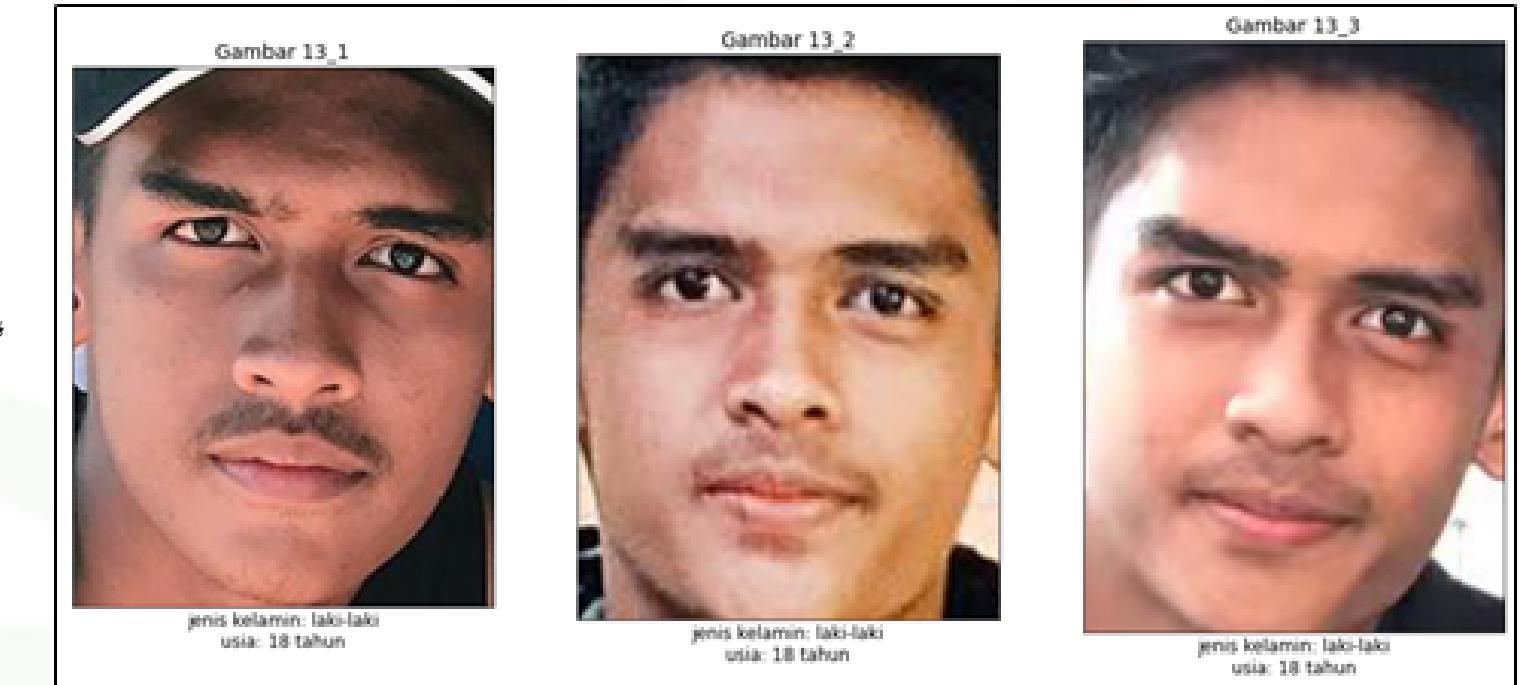
Preprocessing Data

WAJAH UTAMA DAPAT TERDETEKSI

Sebelum cropping:



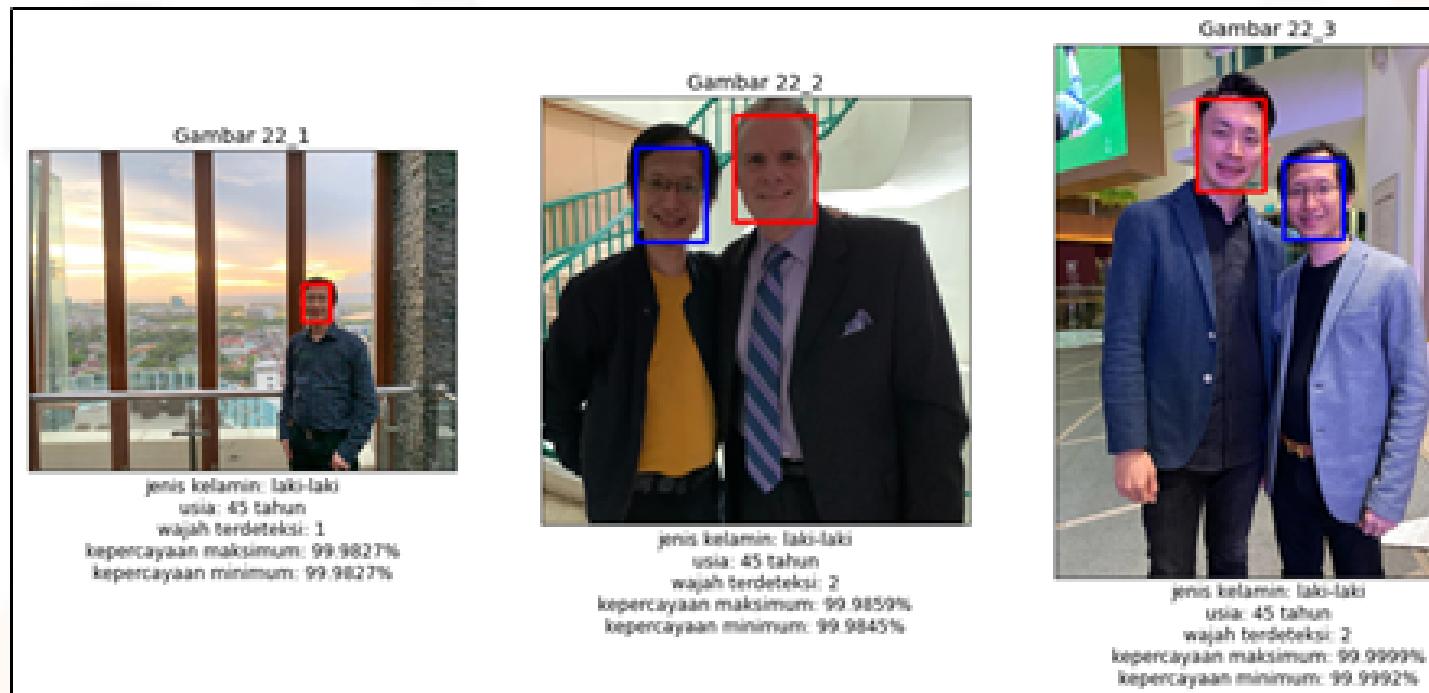
Setelah cropping:



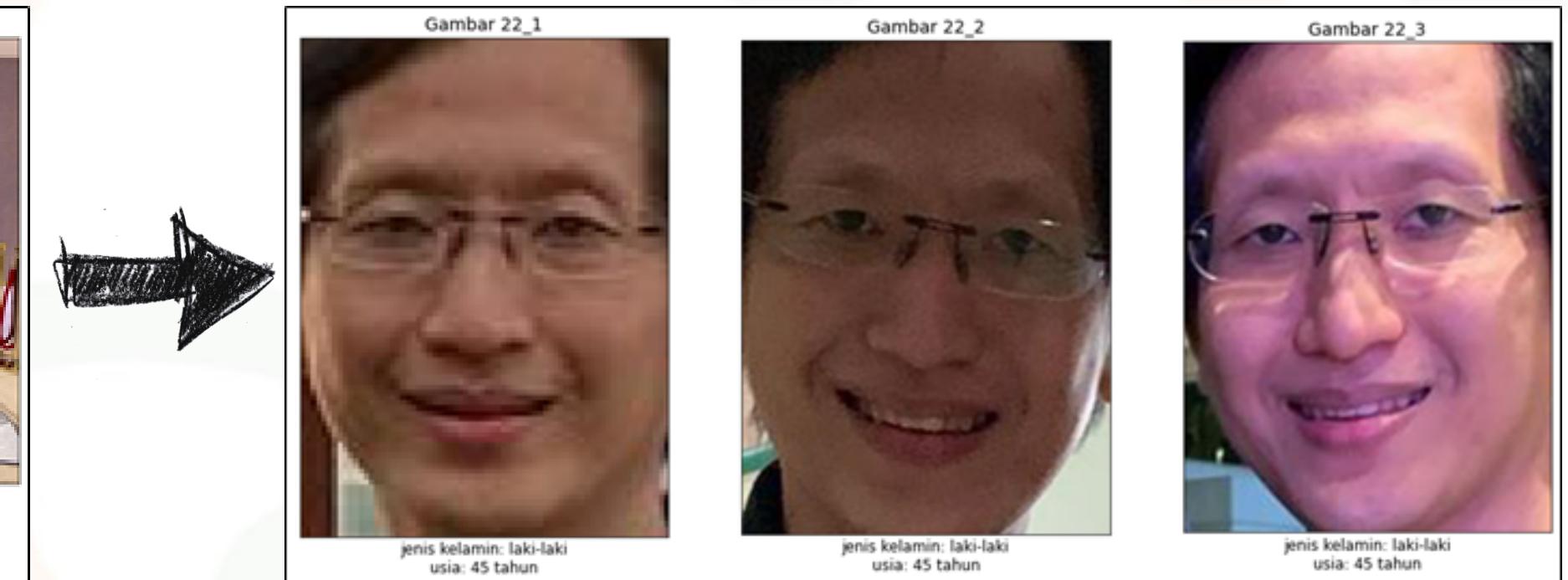
Preprocessing Data

PERLU MODIFIKASI MTCNN

Sebelum modifikasi:



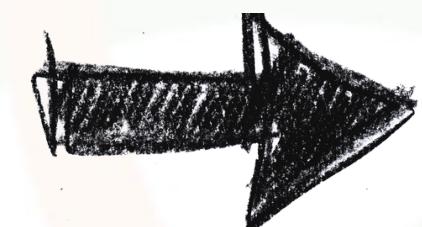
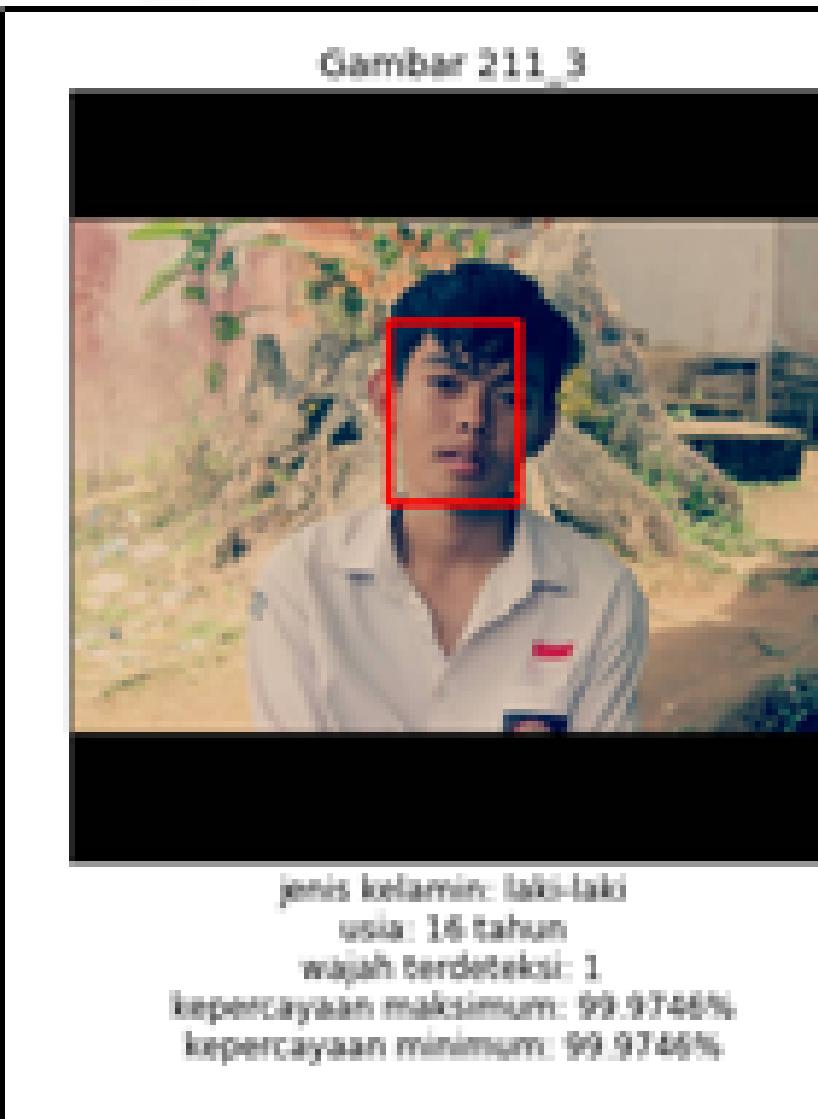
Setelah modifikasi
dan cropping:



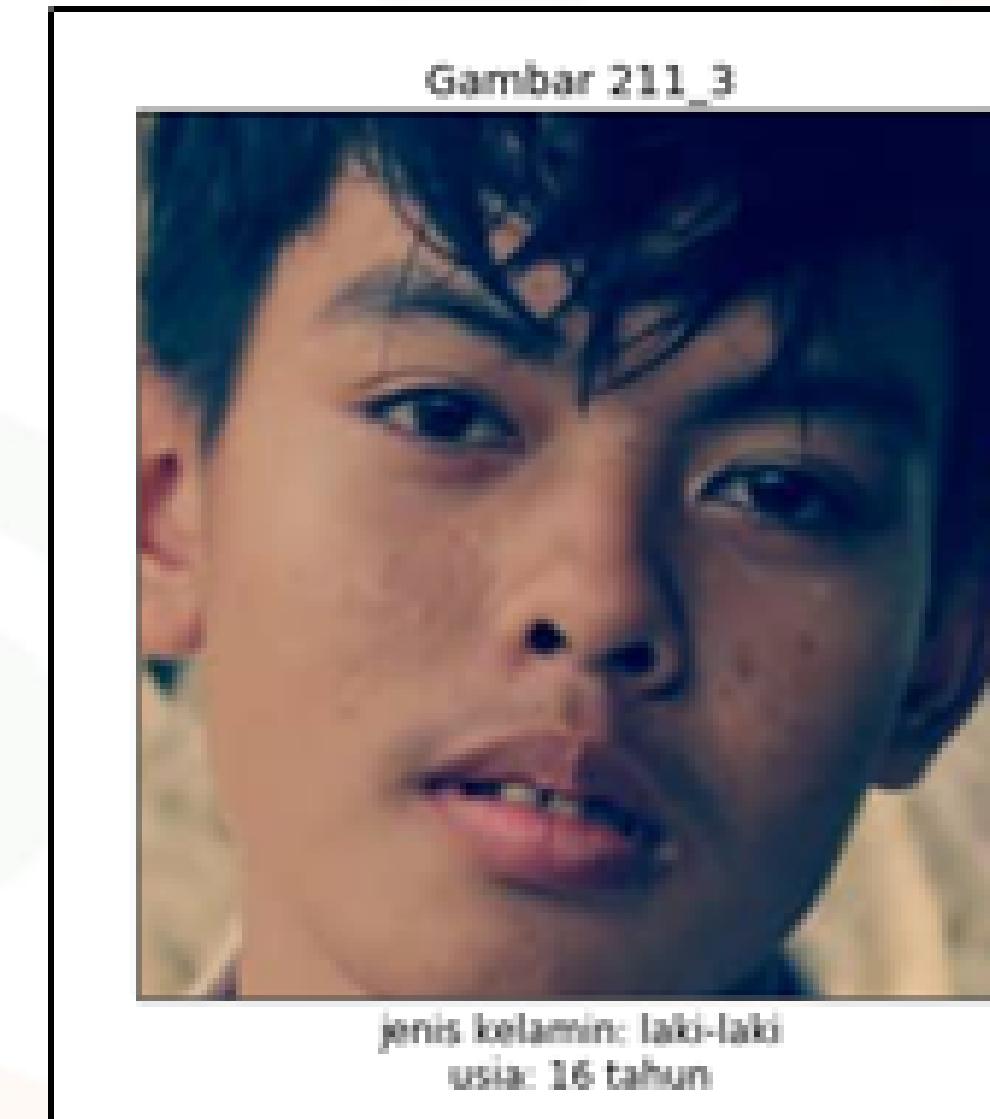
Preprocessing Data

PERLU METODE LAIN

Sebelum menggunakan
metode lain:



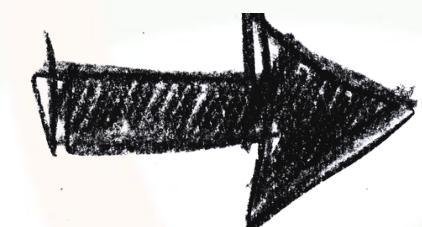
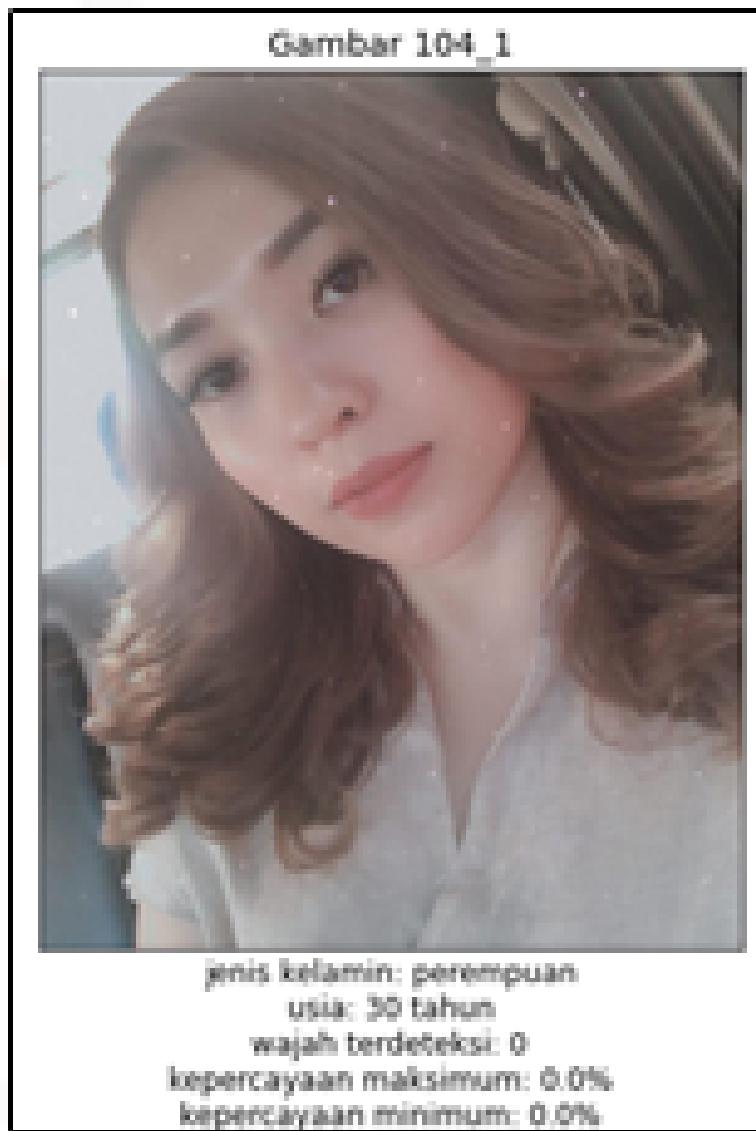
Setelah menggunakan
metode lain dan cropping:



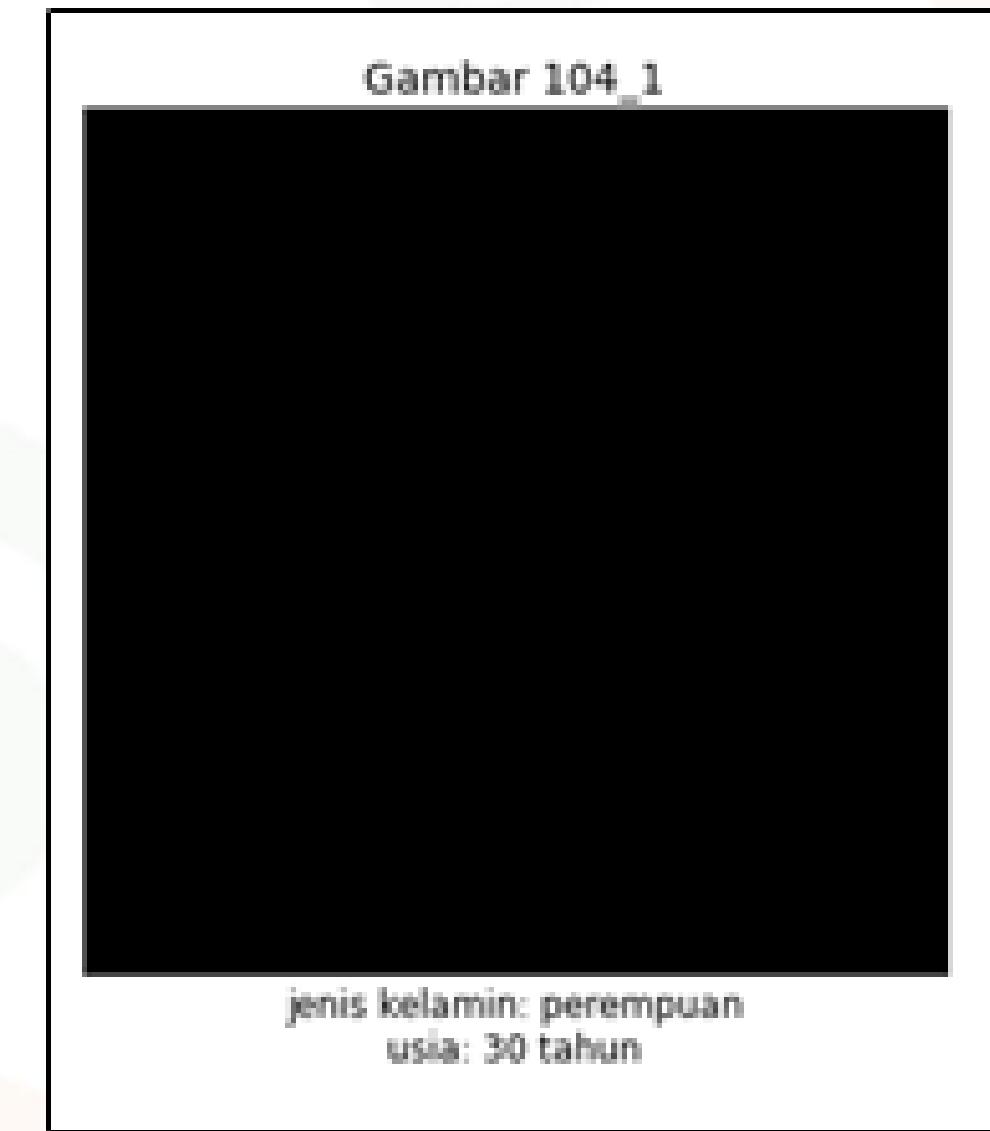
Preprocessing Data

GAGAL TERDETEKSI

Sebelum modifikasi dan menggunakan metode lain:



Setelah modifikasi, menggunakan metode lain, dan cropping:

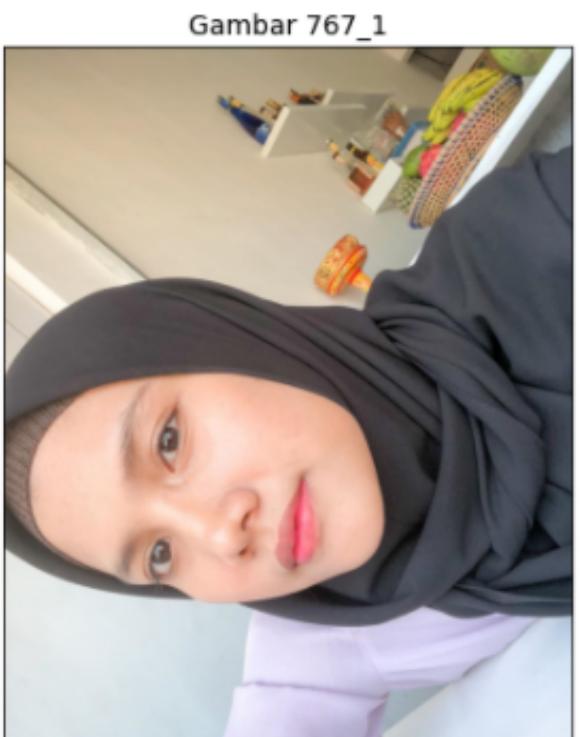
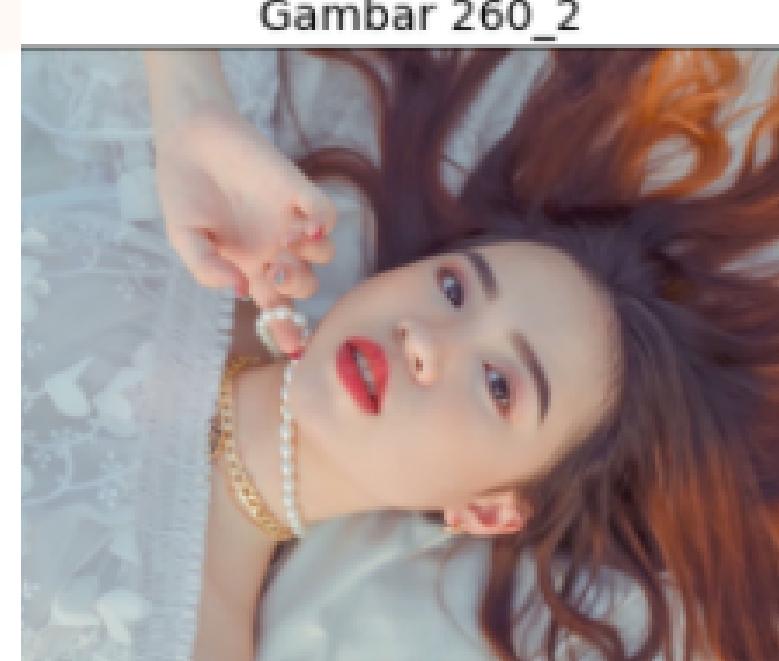


Preprocessing Data

MEMBUANG IMAGE YANG GAGAL TERDETEKSI

- **Image yang dikeluarkan dari data train:**
104_1, 260_2, 290_2, 295_3, 767_1

• **Banyak data yang masuk ke dalam analisis:**
(770 x 3) - 5 = 2305 image



jenis kelamin: perempuan
usia: 30 tahun
wajah berdeteksi: 0
kepercayaan maksimum: 0.0%
kepercayaan minimum: 0.0%

jenis kelamin: perempuan
usia: 26 tahun

jenis kelamin: laki-laki
usia: 23 tahun

jenis kelamin: perempuan
usia: 23 tahun

jenis kelamin: perempuan
usia: 25 tahun

Preprocessing Data

HASIL EKSTRAKSI FITUR WAJAH

Data train: (2305 x 16)

nomor	urutan_gambar	x_coor	y_coor	width	height	x_lefteye	y_lefteye	x_righteye	y_righteye	x_nose	y_nose	x_mouthleft	y_mouthleft	x_mouthright	y_mouthright
1	1	263	176	315	431	329	357	475	348	393	448	337	494	491	484
1	2	460	161	229	304	499	295	588	283	531	355	517	393	611	381
1	3	455	701	153	203	489	789	557	777	524	826	504	855	569	841
2	1	592	489	108	138	622	541	671	547	639	567	614	585	667	591
2	2	472	407	182	252	517	510	599	509	549	557	511	587	601	591
2	3	414	389	328	436	502	569	655	568	584	654	506	711	658	708
3	1	320	132	408	513	430	353	614	330	527	458	469	544	613	533
3	2	499	148	121	164	534	213	591	217	562	251	530	265	588	268
3	3	453	156	314	433	603	330	723	360	672	436	581	489	676	508
4	1	455	593	143	188	491	673	554	671	520	708	494	739	549	739

Data test: (990 x 16)

nomor	index_gambar	x_coor	y_coor	width	height	x_lefteye	y_lefteye	x_righteye	y_righteye	x_nose	y_nose	x_mouthleft	y_mouthleft	x_mouthright	y_mouthright
1	005093b2-8c4b-4ed7-91c3-f5f4d50f8d27	423	327	192	222	477	412	562	406	517	444	482	492	562	489
2	0052554e-069e-4c43-beb0-0885e8f7684e	420	143	140	186	461	220	529	222	496	262	458	279	522	280
3	0092b954-1143-4a95-a17b-1edfa6af3b01	287	212	277	393	338	368	471	371	381	456	342	503	470	504
4	009fc28b-fe9b-441d-b8a2-ea8b7ae6ca16	471	407	146	198	526	489	588	485	573	528	536	562	589	556
5	00d0e306-064e-45d8-ae6c-6f83ab8f7810	445	438	204	266	500	544	589	540	545	597	510	639	590	634
6	00f7b619-513e-4e43-bc32-ec49d233e09e	494	256	284	374	588	405	713	427	644	504	571	577	682	544
7	00fe5537-1e84-46b3-ab06-c19d8c914794	477	144	412	562	592	365	781	413	657	514	567	567	715	608
8	0111e4e4-ffbb-427b-b99f-e6162f155051	512	289	202	269	581	392	674	391	642	458	585	490	670	485
9	01122df2-dc94-4b37-a43c-5b79318a6773	377	87	192	284	443	197	533	211	489	263	435	301	507	311
10	0193230d-b30e-487d-886e-e5bddf06ce69	544	327	90	113	565	375	606	374	585	391	569	416	606	414



Preprocessing Data

STANDARDISASI WARNA DAN UKURAN WAJAH

Ukuran gambar diubah menjadi **128 x 128** untuk menyamakan bentuk input.

Gambar yang berwarna diubah menjadi hitam putih (gray) untuk mereduksi dimensi.

Filter sobel x, sobel y, dan canny digunakan sebagai visualisasi ekstraksi fitur wajah.

1. Gambar 1_1



jenis kelamin: perempuan
usia: 27 tahun

Sobel_X Filter



Sobel_Y Filter



Canny Filter



Preprocessing Data

HASIL EKSTRAKSI WARNA PIKSEL WAJAH

Data train: (2305 x 16384)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	16374	16375	16376
0	0.239216	0.200000	0.164706	0.180392	0.184314	0.168627	0.180392	0.160784	0.156863	0.145098	...	0.290196	0.156863	0.1686
1	0.674510	0.674510	0.674510	0.674510	0.674510	0.674510	0.662745	0.650980	0.662745	0.650980	...	0.258824	0.239216	0.2078
2	0.043137	0.039216	0.039216	0.043137	0.043137	0.043137	0.043137	0.043137	0.039216	0.043137	...	0.517647	0.509804	0.4901
3	0.180392	0.180392	0.172549	0.172549	0.184314	0.203922	0.231373	0.266667	0.247059	0.200000	...	0.654902	0.662745	0.7294
4	0.760784	0.733333	0.686275	0.749020	0.741176	0.545098	0.411765	0.235294	0.164706	0.164706	...	0.098039	0.035294	0.0313
...
2300	0.392157	0.274510	0.352941	0.372549	0.380784	0.192157	0.188235	0.172549	0.207843	0.223529	...	0.450980	0.407843	0.3450
2301	0.137255	0.188235	0.254902	0.231373	0.188235	0.192157	0.168627	0.156863	0.145098	0.164706	...	0.627451	0.627451	0.6117
2302	0.172549	0.250980	0.215686	0.215686	0.172549	0.207843	0.219608	0.215686	0.203922	0.250980	...	0.231373	0.235294	0.2784
2303	0.439216	0.431373	0.423529	0.411765	0.403922	0.403922	0.400000	0.392157	0.380392	0.372549	...	0.198078	0.180392	0.1803
2304	0.286275	0.262745	0.227451	0.192157	0.164706	0.168627	0.215686	0.203922	0.180392	0.250980	...	0.682353	0.615686	0.6039
...

2305 rows × 16384 columns

Data test: (990 x 16384)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	16374	16375	16376	
0	0.219608	0.223529	0.223529	0.219608	0.219608	0.223529	0.231373	0.235294	0.239216	0.227451	...	0.427451	0.439216	0.40000	
1	0.109804	0.109804	0.109804	0.109804	0.109804	0.109804	0.109804	0.113725	0.113725	0.113725	...	0.447059	0.356863	0.32156	
2	0.513725	0.478431	0.470588	0.415686	0.392157	0.349020	0.333333	0.349020	0.329412	0.333333	...	0.192157	0.117647	0.07058	
3	0.690196	0.690196	0.686275	0.686275	0.690196	0.705682	0.705682	0.682353	0.666667	0.666667	...	0.807843	0.800000	0.80000	
4	0.184314	0.192157	0.192157	0.203922	0.207843	0.211765	0.203922	0.200000	0.200000	0.200000	...	0.478431	0.474510	0.47058	
...	
985	0.815686	0.831373	0.792157	0.811765	0.901961	0.945098	0.968627	0.941176	0.858824	0.713725	...	0.843137	0.835294	0.81568	
986	0.047059	0.062745	0.074510	0.101961	0.113725	0.117647	0.121569	0.066667	0.058824	0.050980	...	0.180392	0.200000	0.21568	
987	0.125490	0.125490	0.129412	0.129412	0.137255	0.125490	0.109804	0.098039	0.086275	0.094118	...	0.823529	0.815686	0.81960	
988	0.145098	0.145098	0.188235	0.200000	0.156863	0.149020	0.125490	0.117647	0.121569	0.117647	0.105882	...	0.533333	0.305882	0.09019
989	0.168627	0.160784	0.164706	0.176471	0.164706	0.145098	0.129412	0.137255	0.145098	0.141176	...	0.160784	0.164706	0.16078	
...	

990 rows × 16384 columns

Data piksel warna wajah
berukuran 128 x 128
dibentuk ulang menjadi
berbentuk 1 x 16384.

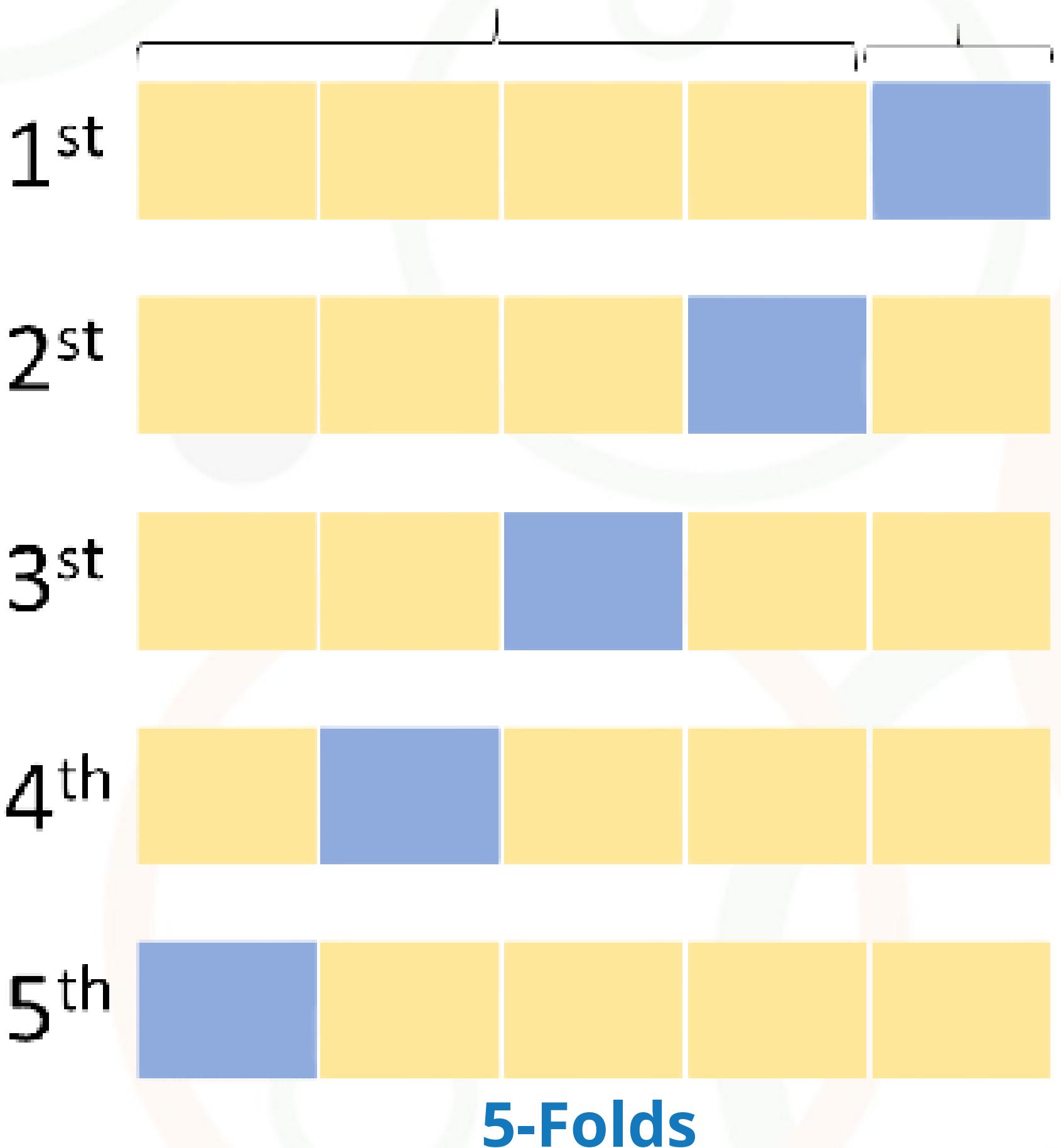




PEMBENTUKAN KELOMPOK DATA VALIDASI



Training Validasi



Pembentukan Kelompok Data Validasi

MEMISAHKAN DATA
TRAINING MENJADI
TRAINING DAN VALIDASI

Data validasi diperlukan sebagai pengujian apakah suatu model mampu memprediksi dengan baik data yang belum pernah dilihatnya.



Pembentukan Kelompok Data Validasi

LANGKAH Pengerjaan

1

Setiap wajah target diurutkan berdasarkan usia.

dari terkecil ke terbesar

2

Lima wajah berurutan dikelompokkan.

Tiap kelompok wajah dipisah dalam lima bagian yang berbeda secara acak.

3

Tiap kelompok diberi nama fold 0, fold 1, fold 2, fold 3, dan fold 4.

4

Rasio data training terhadap data validasi sebesar 80% : 20%

data validasi: 1 bagian
data training: 4 bagian



Pembentukan Kelompok

Data Validasi

HASIL RINGKASAN DAN STATISTIKA
DESKRIPTIF JENIS KELAMIN

	jenis_kelamin	fold
0	0	3
1	0	3
2	0	3
3	1	0
4	1	0
...
2300	0	4
2301	0	4
2302	0	4
2303	0	4
2304	0	4

2305 rows × 2 columns

	0	1	2	3	4	all
count	461	461	461	461	461	2305
laki-laki	192	197	195	192	192	968
perempuan	269	264	266	269	269	1337

rasio laki-laki / perempuan :
0.419956616 / 0.580043384



Pembentukan Kelompok Data Validasi

STATISTIKA DESKRIPTIF USIA

fold	0	1	2	3	4	all
count	461	461	461	461	461	2305
mean	26.147505	26.071584	26.060738	26.182213	26.039046	26.100217
std	5.330790	5.164814	5.312884	5.425122	5.265824	5.296252
min	5	7	6	7	6	5
25%	23	23	23	23	23	23
50%	26	26	26	26	26	26
75%	28	28	28	28	28	28
max	47	47	45	50	47	50

Distribusi usia pada tiap fold tidak berbeda jauh dari distribusi usia pada populasi.





PREDIKSI JENIS KELAMIN



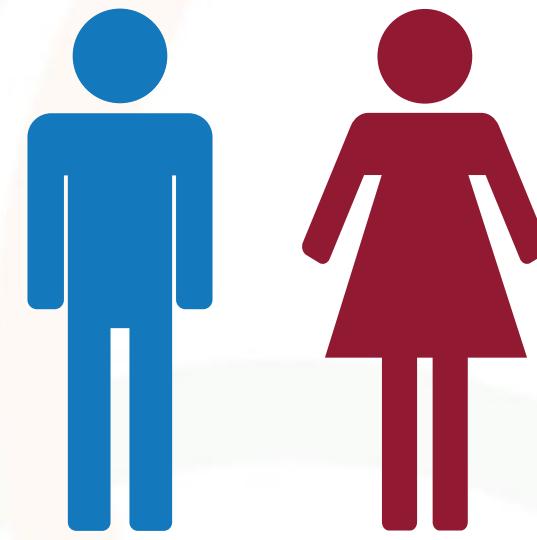
Prediksi Jenis Kelamin

MENGGUNAKAN CNN

#29 / 58

Input:
data piksel warna wajah
yang berukuran 128 x 128.

Augmentasi Data:
Horizontal Flip
(pencerminan horizontal).



Batch Size: 90
Epoch: 85
Metrik: Akurasi

Penurunan Learning Rate
dengan faktor 0.5 setelah 2
epoch tanpa peningkatan
akurasi validasi.

Optimizer: RMSProp
learning rate: 10^{-3}
rho: 0.9
epsilon: 10^{-8}

Prediksi Jenis Kelamin

30 / 58

JENIS LAPISAN PADA MODEL CNN

Conv2D (lapisan konvolusi dua dimensi):
Melakukan dot product antara neuron
pada lapisan dan kernel.

MaxPool2D (lapisan max pooling dua dimensi):
Reduksi dimensi dengan mengambil neuron
bernilai maksimum pada suatu pool.

Dropout (lapisan dropout):
Membuang beberapa neuron
dengan peluang tertentu.

Dense (lapisan fully connected):
Menghubungkan tiap neuron
pada satu lapisan ke tiap neuron
pada lapisan berikutnya.

Flatten (lapisan pemipih):
Memipihkan dimensi neuron
menjadi satu dimensi.



Prediksi Jenis Kelamin

ARSITEKTUR MODEL

- Input ($128 \times 128 \times 1$).
- Conv2D (32 filter, kernel 5×5 , aktivasi ReLU).
- Conv2D (32 filter, kernel 5×5 , aktivasi ReLU).
- Maxpool (2 x 2).
- Dropout (0.25).
- Conv2D (64 filter, kernel 3×3 , aktivasi ReLU).
- Conv2D (64 filter, kernel 3×3 , aktivasi ReLU).
- Maxpool (2 x 2, strides 2 x 2).
- Dropout (0.25).
- Flatten.
- Fully Connected (256 neuron, aktivasi ReLU).
- Dropout (0.5).
- Output (1 neuron, aktivasi Sigmoid).
- Output ≥ 0.5 : laki-laki.
- Output < 0.5 : perempuan.

Model: "Sequential"

<u>Layer Type</u>	<u>Shape</u>	<u>Param #</u>
Conv2D	(128, 128, 32)	832
Conv2D	(128, 128, 32)	25632
MaxPooling2D	(64, 64, 32)	0
Dropout	(64, 64, 32)	0
Conv2D	(64, 64, 64)	18496
Conv2D	(64, 64, 64)	36928
MaxPooling2D	(32, 32, 64)	0
Dropout	(32, 32, 64)	0
Flatten	(65536)	0
Dense	(256)	16777472
Dropout	(256)	0
Dense	(1)	257

Total params: 16,859,617

Trainable params: 16,859,617

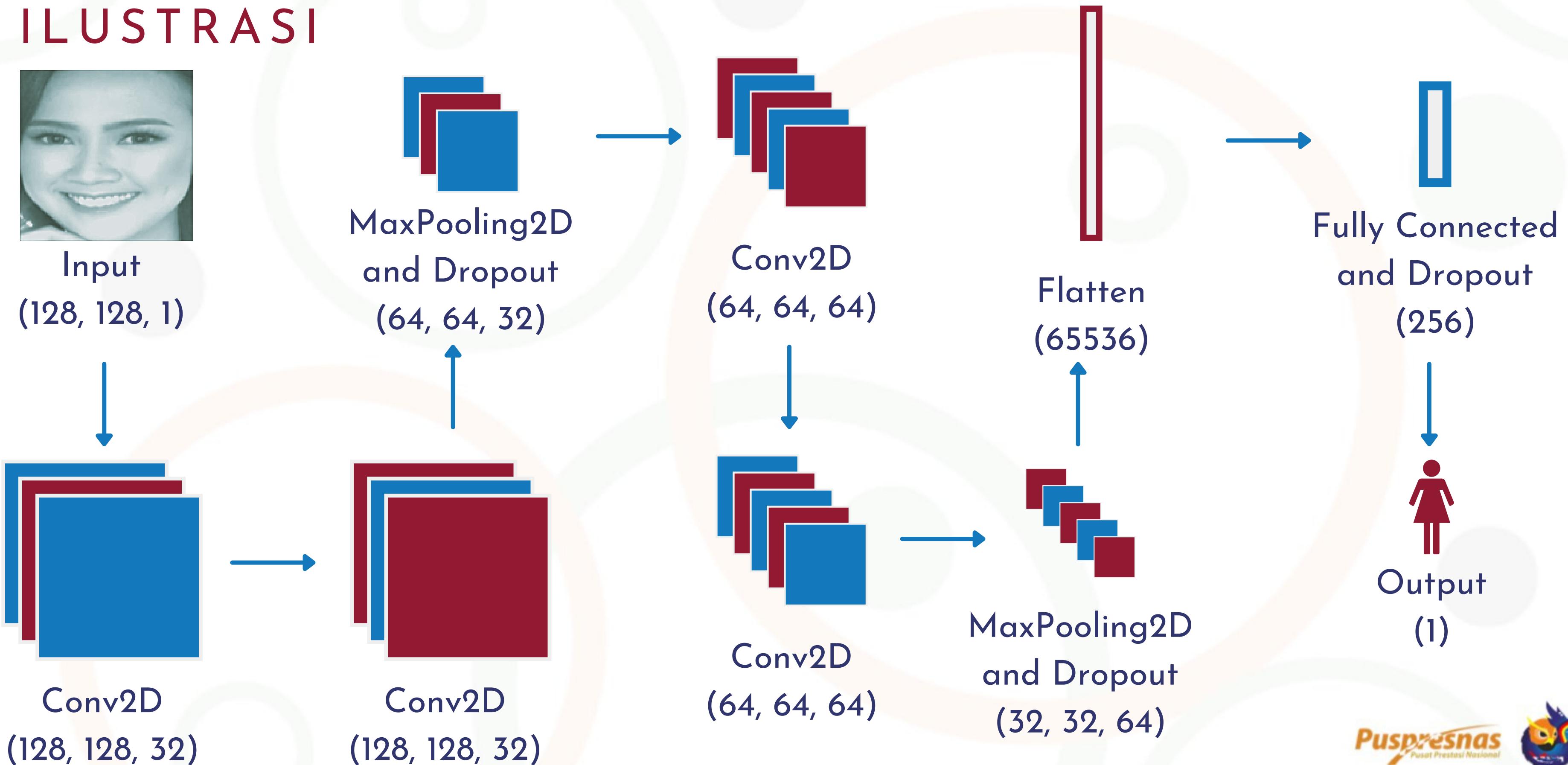
Non-trainable params: 0



Prediksi Jenis Kelamin

#32 / 58

ILUSTRASI



Prediksi Jenis Kelamin

PERFORMA PREDIKSI MODEL

33 / 58

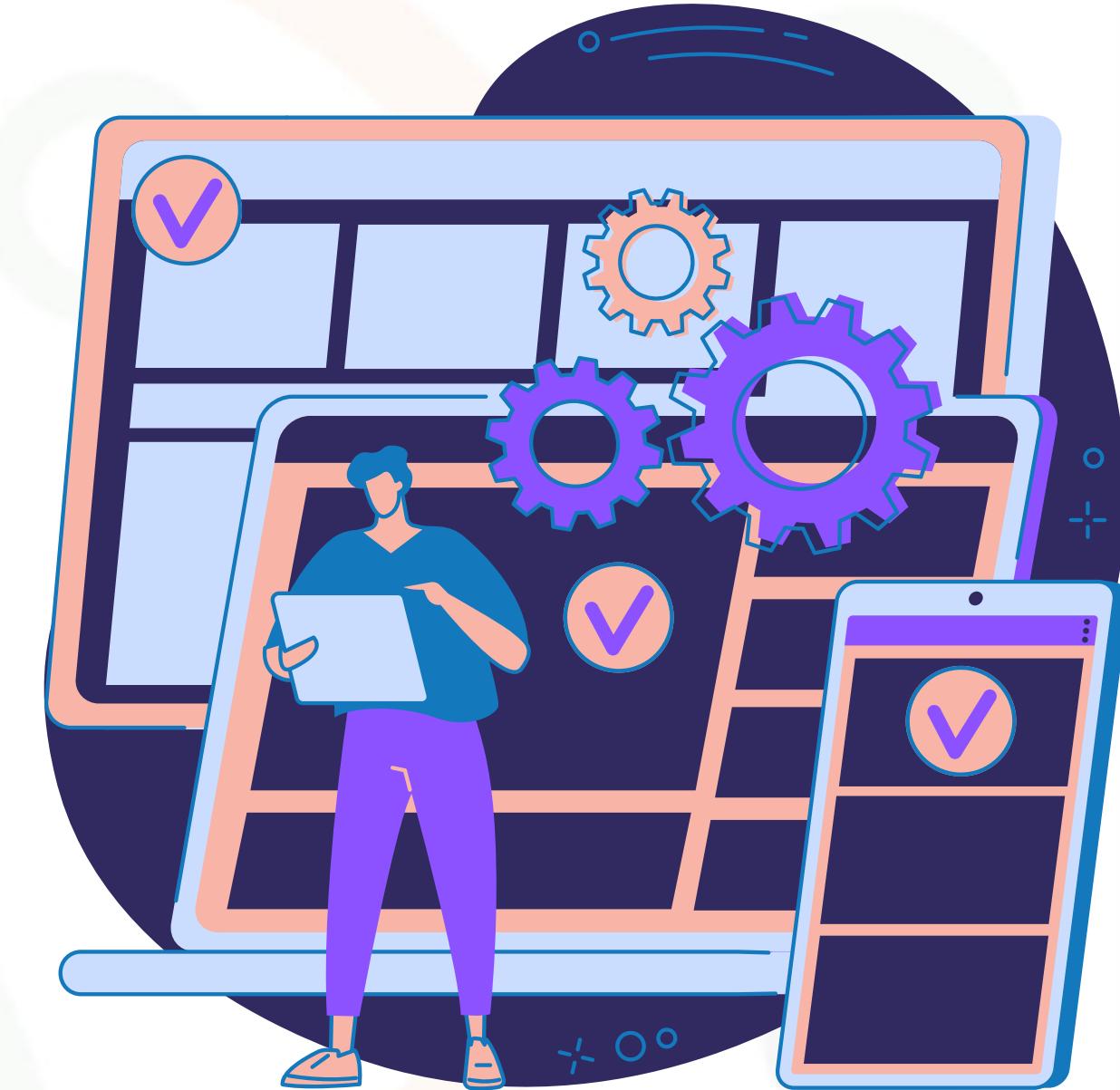
Akurasi Data
Validasi:
97.84%

F1 Score
Data Testing:
94.76%





EKSTRAKSI POSISI RELATIF FITUR WAJAH & ANALISIS DATA EKSPLORATIF

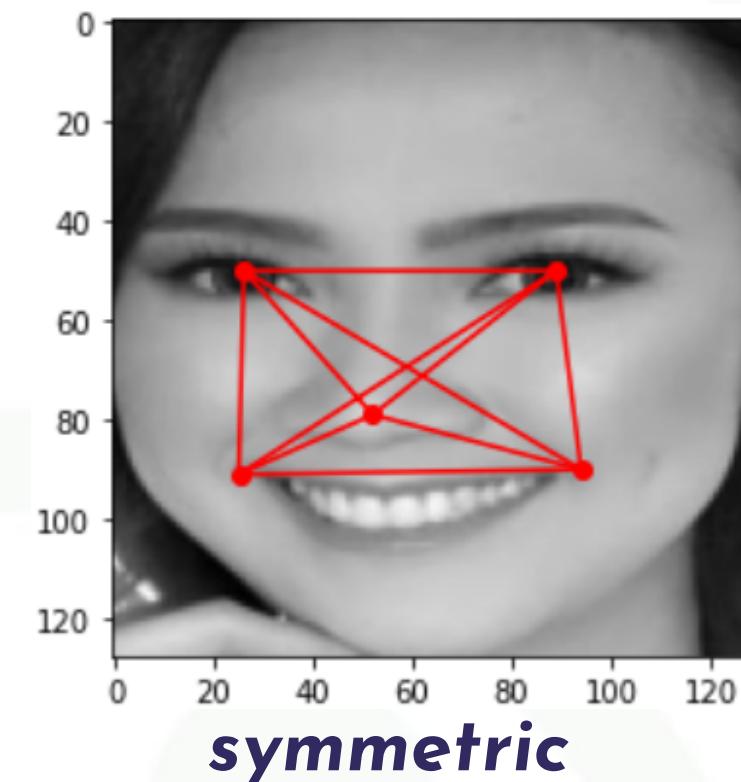


Ekstraksi Posisi Relatif Fitur Wajah

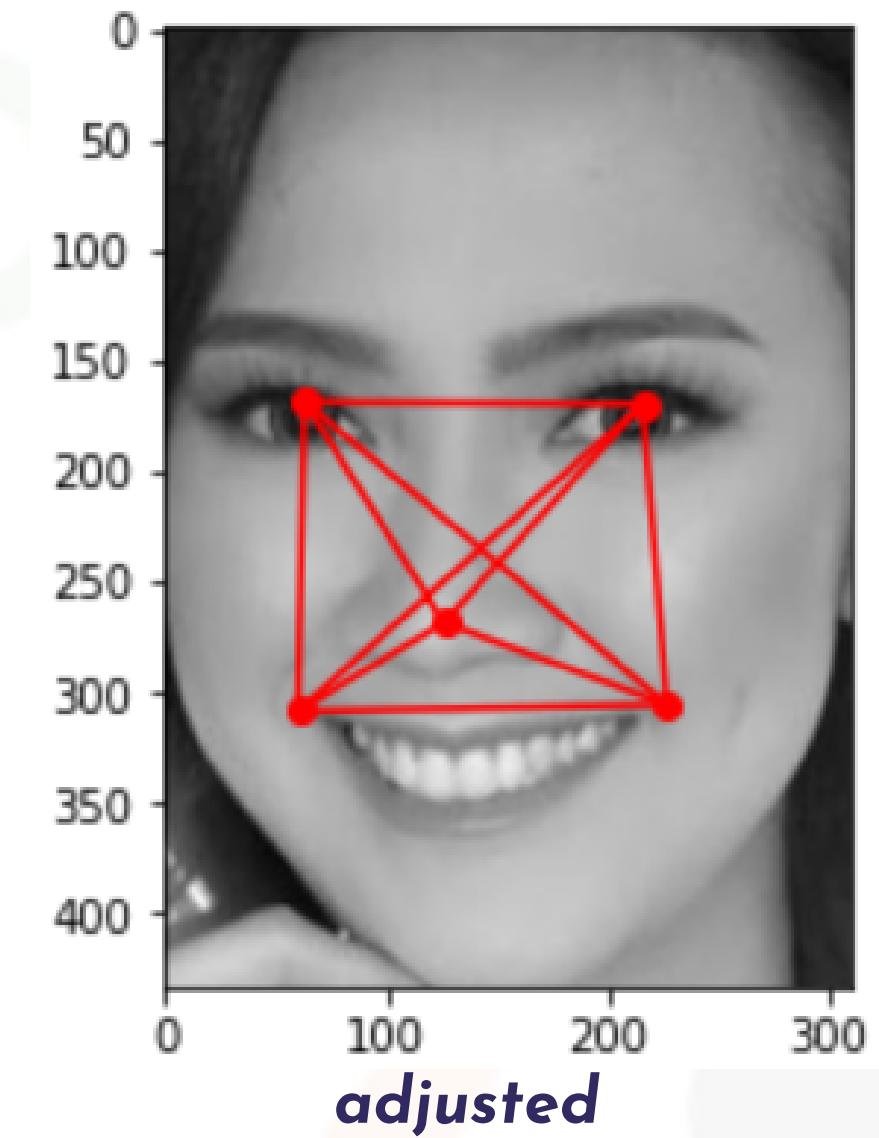
MENGGUNAKAN MTCNN

Variabel dalam data:

- Koordinat x dan y fitur wajah, symmetric & adjustednya.
- Jarak dua fitur wajah berbeda, symmetric & adjustednya.
- Rasio panjang terhadap lebar wajah.
- Nilai mutlak sudut kemiringan wajah sebelum rotasi.



rasio panjang terhadap
lebar 1:1.



rasio panjang terhadap
lebar dipertahankan.



Ekstraksi Posisi Relatif Fitur Wajah

HASIL EKSTRAKSI DATA

	x_le	y_le	x_re	y_re	x_n	y_n	x_ml	y_ml	x_mr	y_mr	...	adj_n_ml	syi
0	0.204545	0.390411	0.698052	0.392694	0.405844	0.618721	0.194805	0.712329	0.733766	0.705479	...	0.249515	0.6
1	0.179724	0.397351	0.589862	0.403974	0.290323	0.619205	0.202765	0.725166	0.635945	0.728477	...	0.171500	0.5
2	0.195946	0.404878	0.662162	0.404878	0.378378	0.614634	0.202703	0.731707	0.682432	0.731707	...	0.239078	0.5
3	0.266055	0.373239	0.715596	0.373239	0.440367	0.549296	0.238532	0.690141	0.724771	0.704225	...	0.272772	0.5
4	0.244565	0.389764	0.695652	0.393701	0.413043	0.578740	0.217391	0.696850	0.706522	0.712598	...	0.254682	0.5
...
2300	0.196911	0.401146	0.637066	0.383954	0.339768	0.616046	0.262548	0.759312	0.610039	0.753582	...	0.207921	0.5
2301	0.255892	0.386256	0.767677	0.398104	0.484848	0.649289	0.282828	0.772512	0.686869	0.779621	...	0.267332	0.5
2302	0.240838	0.400372	0.725131	0.396648	0.476440	0.616387	0.314136	0.780261	0.675393	0.780261	...	0.281800	0.5
2303	0.198381	0.405836	0.676113	0.413793	0.331984	0.631300	0.214575	0.801061	0.574899	0.814324	...	0.284469	0.5
2304	0.120773	0.393750	0.642512	0.384375	0.367150	0.590625	0.169082	0.753125	0.685990	0.753125	...	0.319900	0.6

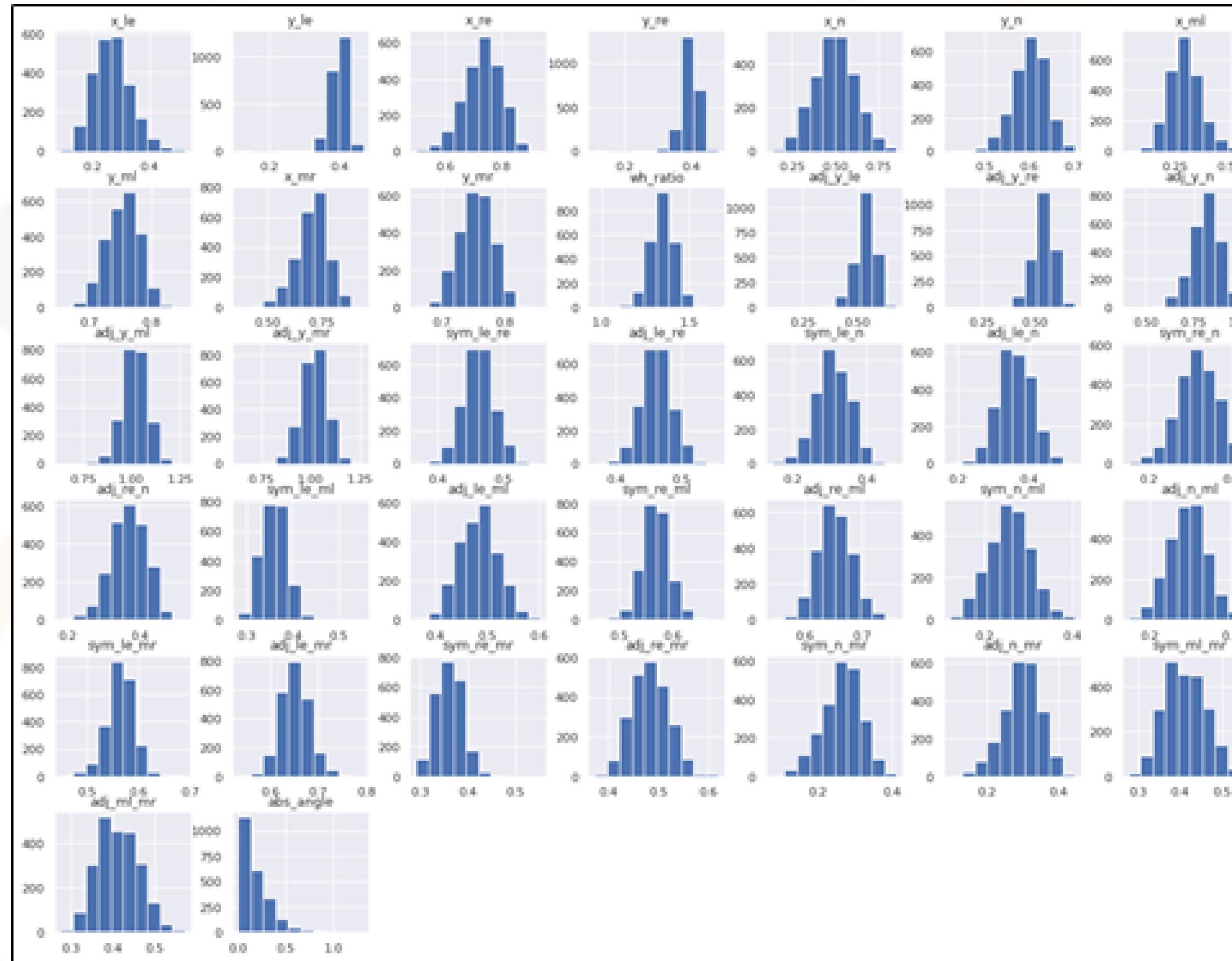
2305 rows × 37 columns

Hasilnya akan digunakan untuk melakukan analisis data eksploratif.



Analisis Data Eksploratif

DISTRIBUSI VARIABEL DALAM DATA TRAINING



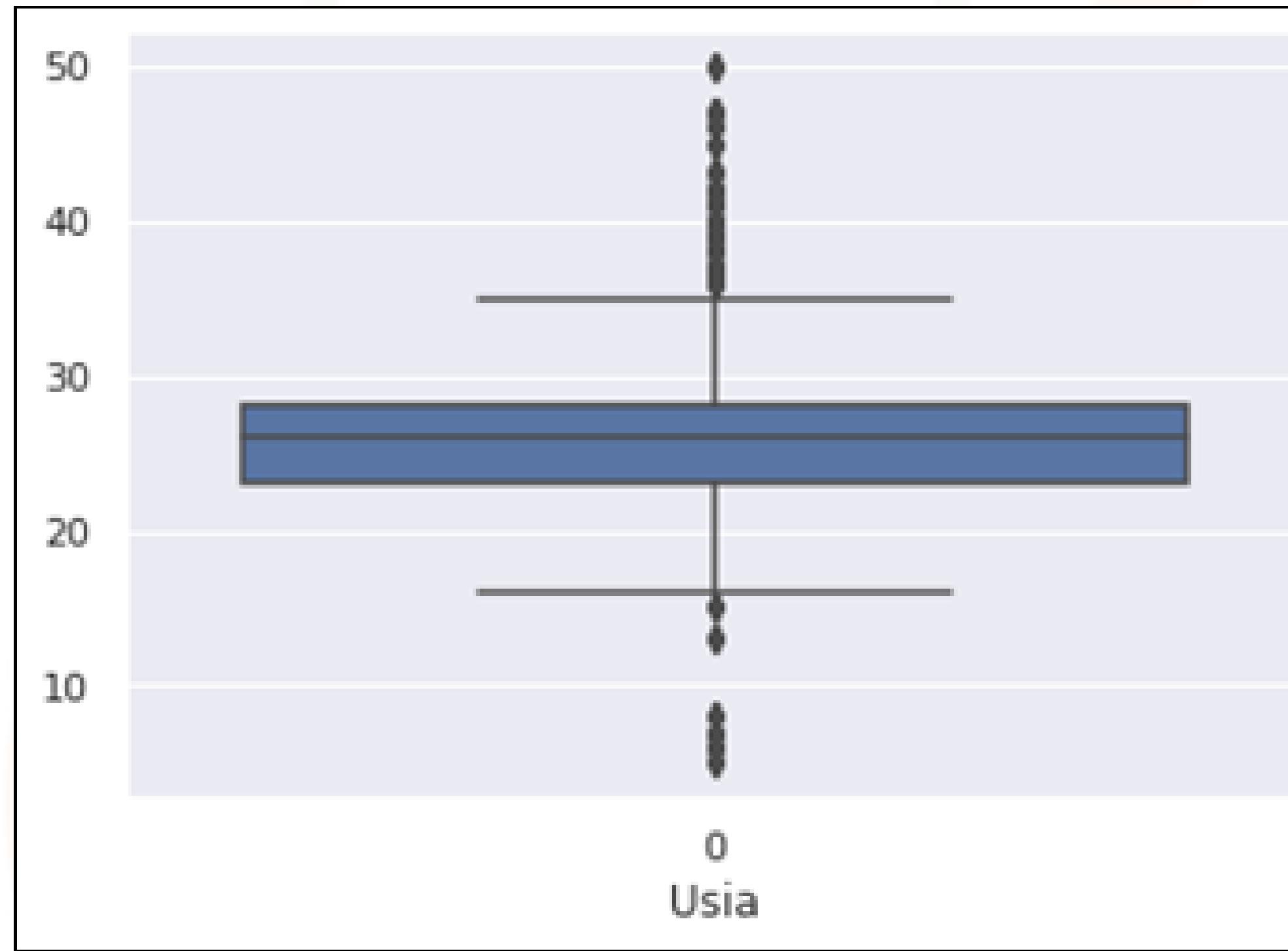
Hampir semua variabel berdistribusi normal.

Beberapa yang memiliki skewed distribution yaitu koordinat y mata kiri, koordinat y mata kanan, dan absolute angle.



Analisis Data Eksploratif

BOXPLOT VARIABEL USIA DALAM DATA TRAINING



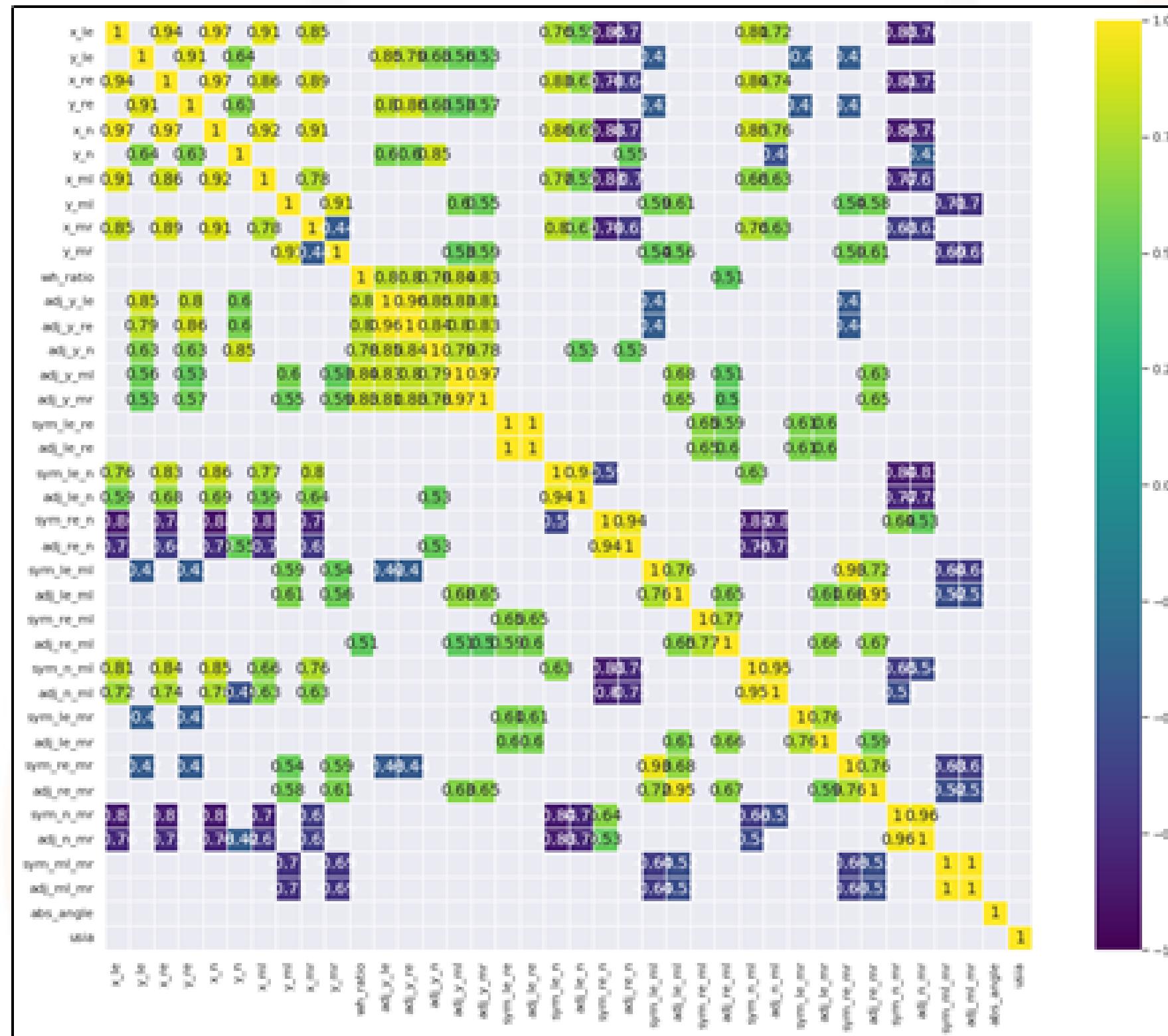
Rata-rata usia sekitar
26-27 tahun.

Terdapat banyak
outlier pada usia 50
tahun dan 5 tahun.



Analisis Data Eksploratif

HEATMAP KORELASI ANTARVARIABEL

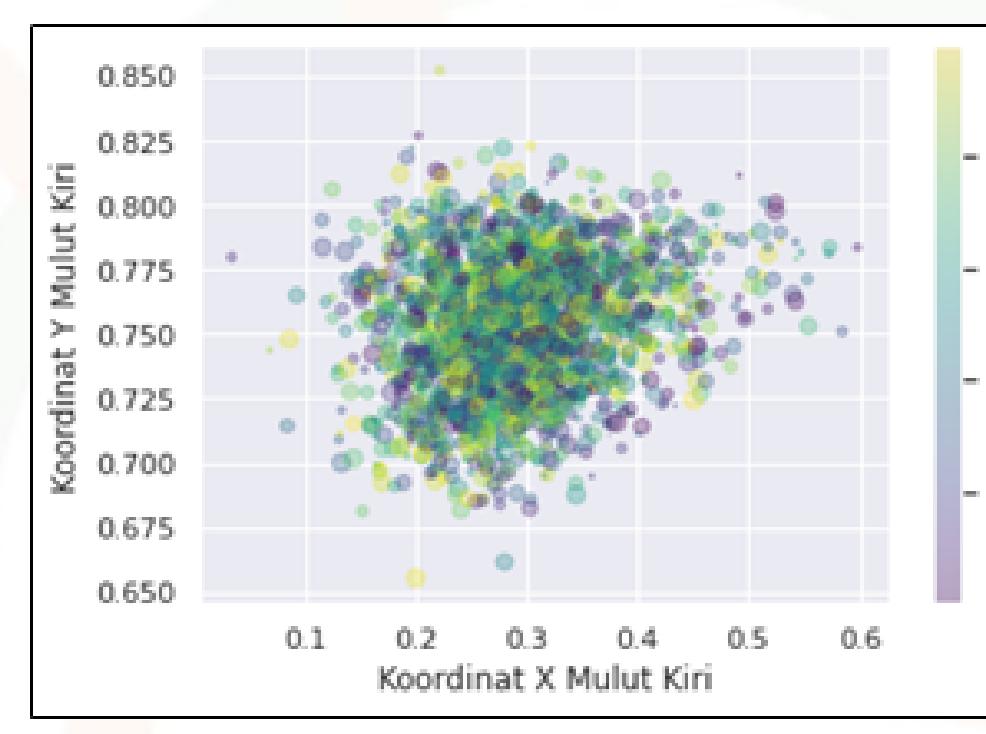
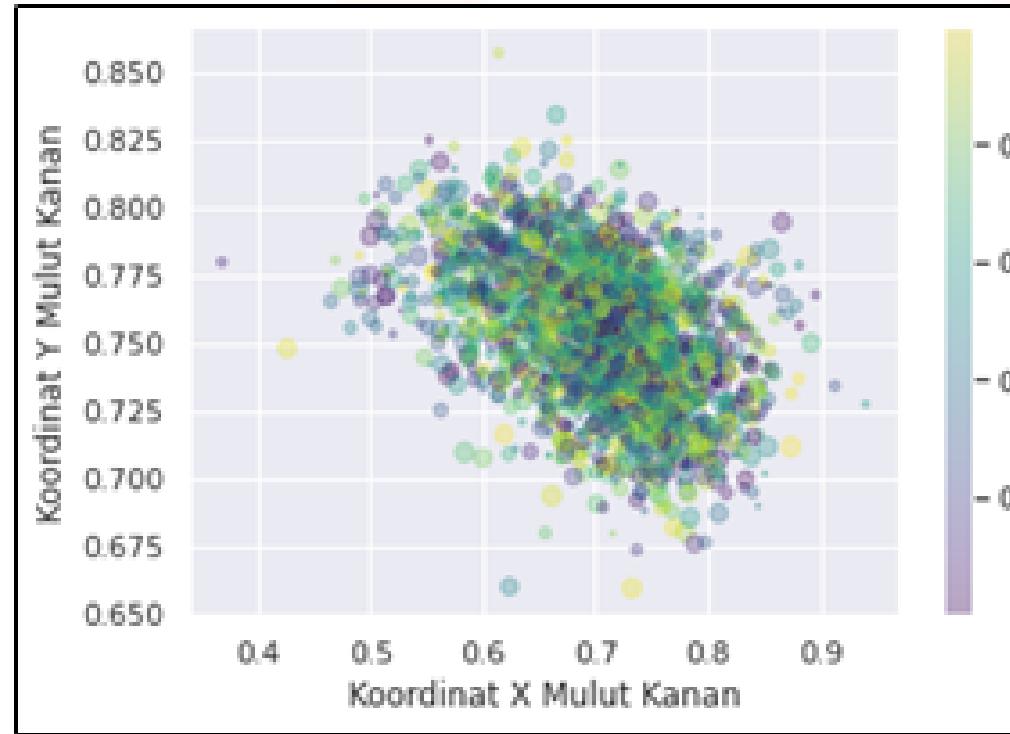
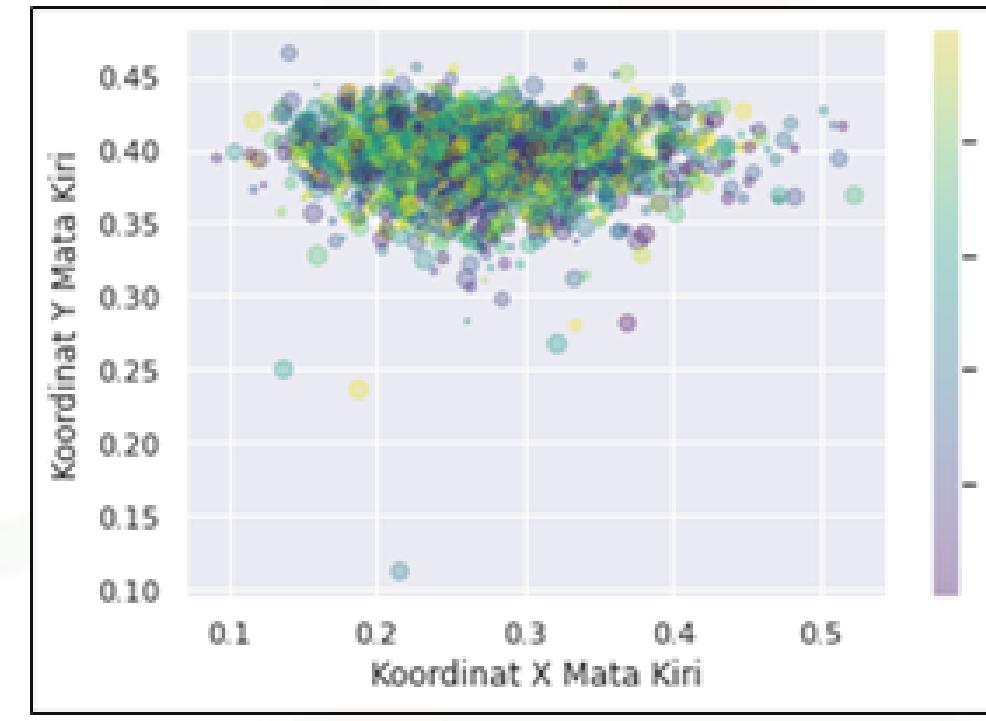
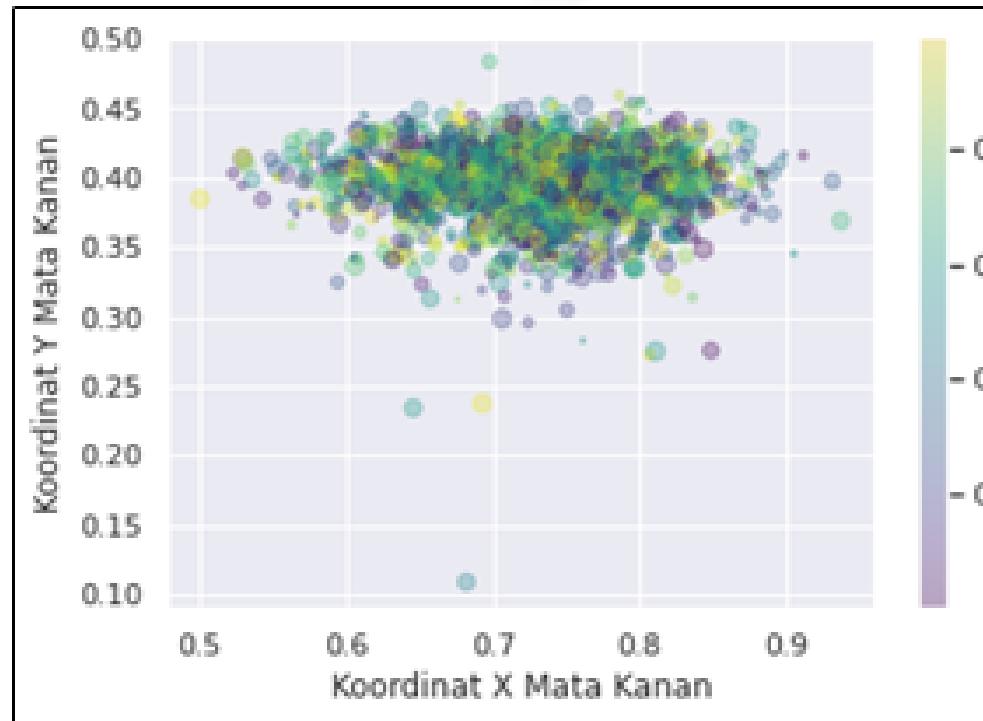


Tidak ada variabel berkorelasi tinggi atau memiliki korelasi di atas 0.5 maupun di bawah -0.4 terhadap variabel usia.



Analisis Data Eksploratif

SCATTER PLOT KOORDINAT FITUR WAJAH



Posisi koordinat fitur wajah mayoritas orang hampir sama, hanya memiliki sedikit outlier.





PREDIKSI USIA

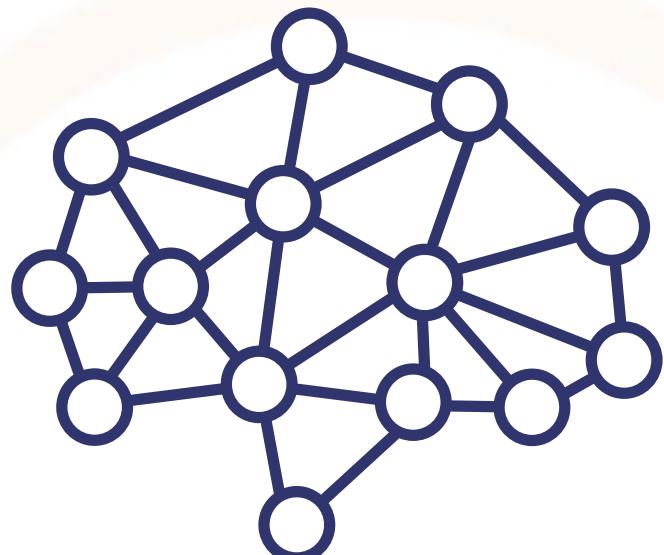
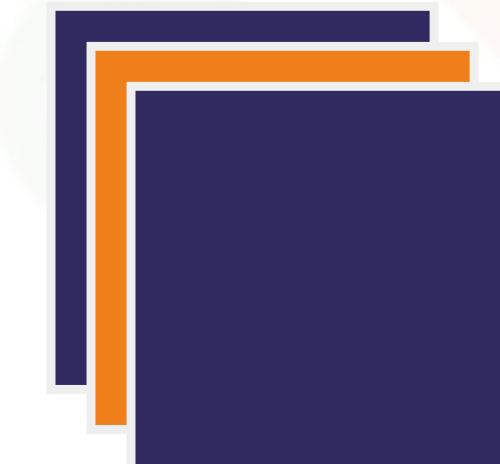


Prediksi Usia

#42 / 58

MENGGUNAKAN ENSEMBLE DEEP LEARNING

MODEL UTAMA:
1 Model CNN



MODEL LAIN:
4 Model DNN



Prediksi Usia

43 / 58

PERSAMAAN MODEL UTAMA DAN MODEL LAIN

Input:
data piksel warna wajah
yang berukuran 128×128 .

Epoch: 128
Metrik: MSE

Normalisasi Data:
Menggunakan **MinMaxScaler**
yang disediakan **Scikit Learn**.



Augmentasi Data:
Horizontal Flip
(pencerminan horizontal).

Penurunan Learning Rate
dengan faktor 0.5 setelah 8
epoch tanpa penurunan MSE
validasi.

Prediksi Usia

PERBEDAAN MODEL UTAMA DAN MODEL LAIN

MODEL UTAMA (CNN)

- Tidak terdapat input tambahan selain piksel warna wajah.
- Tidak mengaplikasikan PCA.
- Hyperparameter tuning dilakukan dengan trial and error.
- Batch Size: 128.
- Tidak menggunakan L2 regularizer.
- Earlystop setelah 16 epoch tanpa penurunan MSE validasi.
- Optimizer yang digunakan adalah RMSProp, dengan parameter learning rate 10^{-4} , rho 0.9, dan epsilon 10^{-8} .

MODEL LAIN (DNN)

- Terdapat input tambahan berupa koordinat posisi relatif fitur wajah.
- Mengaplikasikan PCA (95%) untuk kedua jenis input secara terpisah, kemudian digabungkan.
- Hyperparameter tuning dilakukan dengan bantuan software Optuna.
- Batch Size: 64.
- Menggunakan L2 regularizer.
- Earlystop setelah 40 epoch tanpa penurunan MSE validasi.
- Optimizer yang digunakan bervariasi.



Prediksi Usia

#45 / 58

KELEBIHAN DAN KEKURANGAN MODEL UTAMA DAN MODEL LAIN

KELEBIHAN MODEL UTAMA (CNN)

Performa model lebih baik dalam prediksi data image karena memertahankan informasi spasial data.

KEKURANGAN MODEL UTAMA (CNN)

Proses pelatihan model memakan waktu lebih lama karena besarnya ukuran data dan banyaknya parameter yang dilatih.

KELEBIHAN MODEL LAIN (DNN)

Proses pelatihan model lebih singkat dan parameter yang dilatih lebih sedikit karena menggunakan reduksi dimensi pada model.

KEKURANGAN MODEL LAIN (DNN)

Performa tidak sebaik model utama karena informasi spasial tidak diperhitungkan.



Prediksi Usia

ARSITEKTUR MODEL UTAMA: CNN

- Data validasi: fold 0 (sisanya sebagai training).
- Input ($128 \times 128 \times 1$).
- Conv2D (32 filter, kernel 5×5 , aktivasi ReLU).
- Conv2D (32 filter, kernel 5×5 , aktivasi ReLU).
- Maxpool (2×2).
- Dropout (0.25).
- Conv2D (128 filter, kernel 3×3 , aktivasi ReLU).
- Conv2D (128 filter, kernel 3×3 , aktivasi ReLU).
- Maxpool (2×2 , strides 2×2).
- Dropout (0.25).
- Flatten.
- Fully Connected (512 neuron, aktivasi ReLU).
- Dropout (0.5).
- Output (1 neuron, aktivasi Linear).

Model: "Sequential"

<u>Layer Type</u>	<u>Shape</u>	<u>Param #</u>
Conv2D	(128, 128, 32)	832
Conv2D	(128, 128, 32)	25632
MaxPooling2D	(64, 64, 32)	0
Dropout	(64, 64, 32)	0
Conv2D	(64, 64, 128)	36992
Conv2D	(64, 64, 128)	147584
MaxPooling2D	(32, 32, 128)	0
Dropout	(32, 32, 128)	0
Flatten	(131072)	0
Dense	(512)	67109376
Dropout	(512)	0
Dense	(1)	513

Total params: 67,320,929

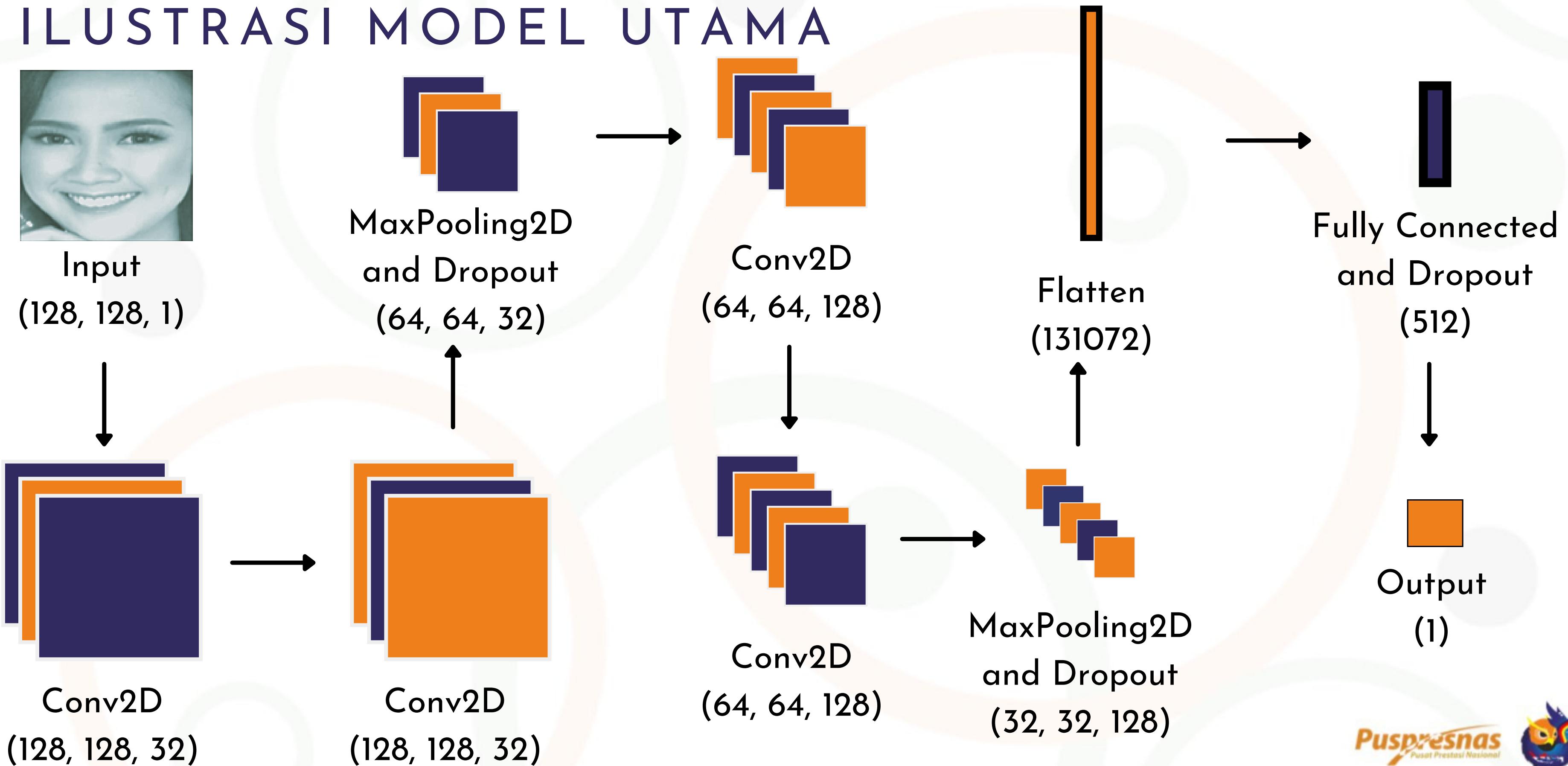
Trainable params: 67,320,929

Non-trainable params: 0

Prediksi Usia

#47 / 58

ILUSTRASI MODEL UTAMA



Prediksi Usia

48 / 58

HYPERPARAMETER TUNING MODEL DNN DENGAN OPTUNA

n_layers (banyak lapisan fully connected tanpa lapisan output):
Bilangan bulat antara 2 hingga 5 berdistribusi uniform.

weight_decay (bobot regularisasi L2):
Bilangan real antara 10^{-10} hingga 10^{-3} berdistribusi log-uniform.

dropout (bobot peluang dropout):
Bilangan real antara 0.2 hingga 0.5 berdistribusi log-uniform.

n_layers{i} (banyak neuron pada lapisan fully connected ke-{i}):
Bilangan bulat antara 32 hingga 256 berdistribusi log-uniform.

optimizer (jenis optimizer):
Dipilih antara RMSProp, Adam, atau SGD.

Seluruh pemilihan/sampling hyperparameter menggunakan TPE Sampler.



Prediksi Usia

ARSITEKTUR MODEL LAIN 1: DNN

- Data validasi: fold 0 (sisanya sebagai training).
- Input (269 x 1).
- Fully Connected (171 neuron, aktivasi ReLU).
- Fully Connected (57 neuron, aktivasi ReLU).
- Dropout (0.47570913680149285).
- Flatten.
- Fully Connected (110 neuron, aktivasi ReLU).
- Output (1 neuron, aktivasi Linear).

Model: "Sequential"

<u>Layer Type</u>	<u>Shape</u>	<u>Param #</u>
Dense	(269, 171)	342
Dense	(269, 57)	9804
Dropout	(269, 57)	0
Flatten	(15333)	0
Dense	(110)	1686740
Dense	(1)	111

Total params: 1,696,997

Trainable params: 1,696,997

Non-trainable params: 0

Optimizer:
Adam

learning rate:

0.005669993306937853

Bobot L2 regularizers untuk
lapisan Fully Connected:

$1.3659002173249076 \times 10^{-6}$



Prediksi Usia

ARSITEKTUR MODEL LAIN 2: DNN

- Data validasi: fold 1 (sisanya sebagai training).
- Input (269×1).
- Fully Connected (52 neuron, aktivasi ReLU).
- Fully Connected (32 neuron, aktivasi ReLU).
- Dropout (0.2229920625842613).
- Flatten.
- Fully Connected (41 neuron, aktivasi ReLU).
- Output (1 neuron, aktivasi Linear).

Optimizer:
Adam
learning rate:
0.09969115687481436

Bobot L2 regularizers untuk lapisan Fully Connected:
 $1.33094091219024 \times 10^{-10}$

Model: "Sequential"

<u>Layer Type</u>	<u>Shape</u>	<u>Param #</u>
Dense	(269, 52)	104
Dense	(269, 32)	1696
Dropout	(269, 32)	0
Flatten	(8608)	0
Dense	(41)	352969
Dense	(1)	42

Total params: 354,811

Trainable params: 354,811

Non-trainable params: 0



Prediksi Usia

ARSITEKTUR MODEL LAIN 3: DNN

- Data validasi: fold 2 (sisanya sebagai training).
- Input (265 x 1).
- Fully Connected (101 neuron, aktivasi ReLU).
- Fully Connected (252 neuron, aktivasi ReLU).
- Dropout (0.4011325919110404).
- Flatten.
- Fully Connected (41 neuron, aktivasi ReLU).
- Output (1 neuron, aktivasi Linear).

Model: "Sequential"

<u>Layer Type</u>	<u>Shape</u>	<u>Param #</u>
Dense	(265, 101)	202
Dense	(265, 252)	25704
Dropout	(265, 252)	0
Flatten	(66780)	0
Dense	(41)	2738021
Dense	(1)	42

Total params: 2,763,969

Trainable params: 2,763,969

Non-trainable params: 0

Optimizer:
Adam

learning rate:
0.03185205571299494

**Bobot L2 regularizers untuk
lapisan Fully Connected:**
 $3.37892125327874 \times 10^{-10}$



Prediksi Usia

ARSITEKTUR MODEL LAIN 4: DNN

- Data validasi: fold 4 (sisanya sebagai training).
- Input (268 x 1).
- Fully Connected (68 neuron, aktivasi ReLU).
- Fully Connected (63 neuron, aktivasi ReLU).
- Dropout (0.438412734336377).
- Flatten.
- Fully Connected (229 neuron, aktivasi ReLU).
- Output (1 neuron, aktivasi Linear).

Model: "Sequential"

<u>Layer Type</u>	<u>Shape</u>	<u>Param #</u>
Dense	(268, 68)	136
Dense	(268, 63)	4347
Dropout	(268, 63)	0
Flatten	(16884)	0
Dense	(229)	3866665
Dense	(1)	230

Total params: 3,871,378

Trainable params: 3,871,378

Non-trainable params: 0

Optimizer:
Adam

learning rate:

0.003604078166325823

**Bobot L2 regularizers untuk
lapisan Fully Connected:**

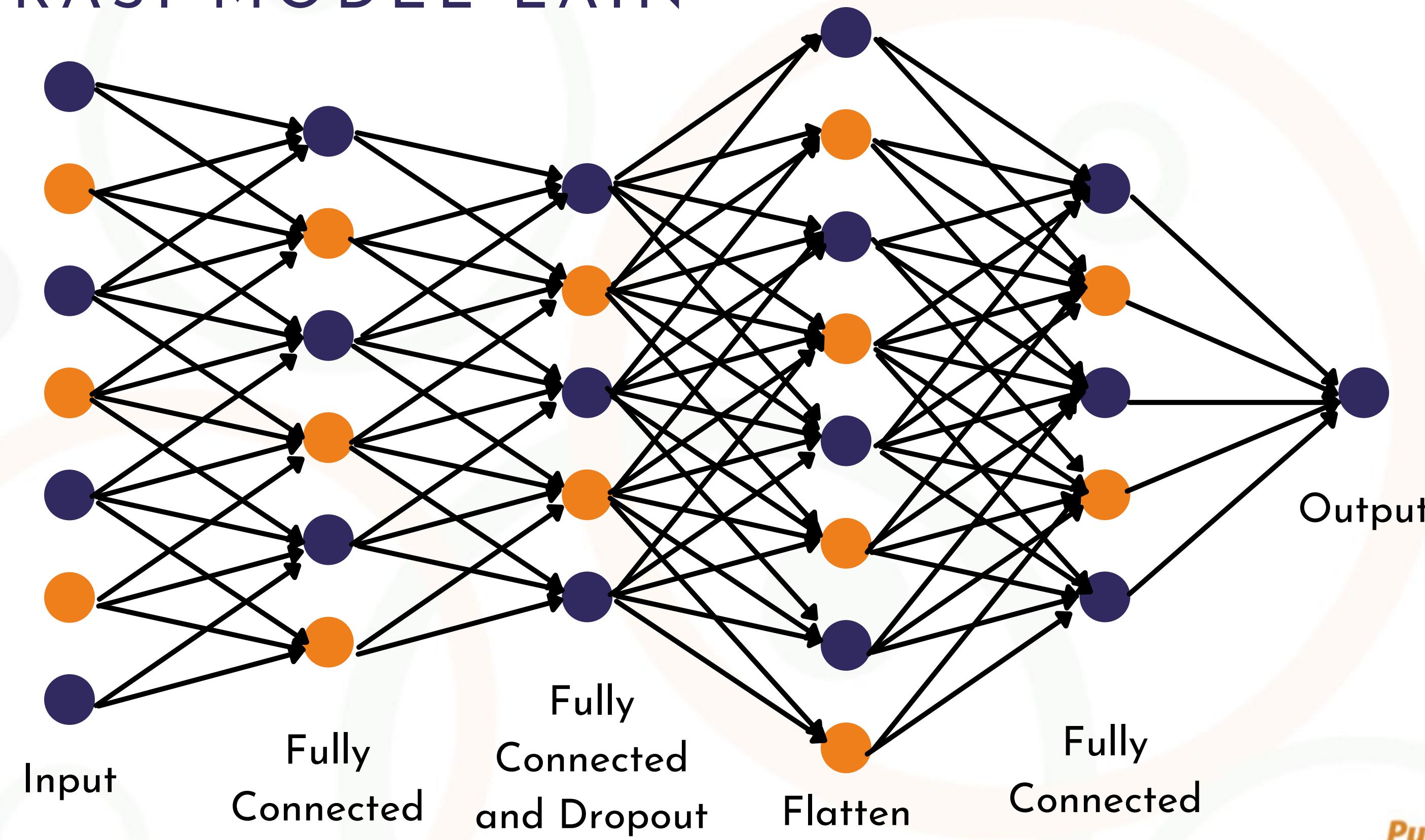
$2.3968298159249706 \times 10^{-7}$



Prediksi Usia

53 / 58

ILUSTRASI MODEL LAIN



Prediksi Usia

PREDIKSI AKHIR

Prediksi usia menggunakan rumus berikut:

$$\text{round} \left[\frac{P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{5} \right]$$

di mana:

P0: Prediksi usia dari Model Utama.

P1: Prediksi usia dari Model Lain 1.

P2: Prediksi usia dari Model Lain 2.

P3: Prediksi usia dari Model Lain 3.

P4: Prediksi usia dari Model Lain 4.

round: Pembulatan ke bilangan bulat terdekat.

Tujuan:
Prediksi yang
lebih stabil.



Prediksi Usia

55 / 58

PERFORMA PREDIKSI MODEL

MSE Data Validasi

Model Utama: 25.061784

Model Lain 1: 26.870570

Model Lain 2: 25.485682

Model Lain 3: 27.227378

Model Lain 4: 26.190037

MSE

Data Testing:

29.224242



Kesimpulan



MTCNN terbukti efektif untuk preprocessing data image karena mampu mereduksi noise dan hanya mengekstrak bagian wajah.



Deep learning ampuh dalam pengolahan data image. Hal ini terbukti dari optimalnya metrik yang diperoleh.



Ensemble model merupakan penggabungan model yang bertujuan untuk menghasilkan prediksi yang lebih stabil.



Insight dan Rekomendasi



Perlu banyak variasi yang lebih merata untuk input agar prediksi lebih optimal, seperti rasio laki-laki dan perempuan yang seimbang, variasi usia dari anak-anak sampai lansia, variasi warna kulit, ekspresi wajah, dan aksesoris.



Input data training sebaiknya hanya bagian wajah target saja. Oleh karena itu, perlu dilakukan preprocessing data yang optimal.



Agar foto wajah mudah terdeteksi, sebaiknya kontras wajah lebih tajam dan sudut foto tidak terlalu miring.



Sumber Referensi

Aggarwal, C. (2019). Neural networks and deep learning. Springer.

Digmi, I. (2021). Memahami Epoch Batch Size Dan Iteration. Imam.digmi.id. Retrieved 4 November 2021, from <https://imam.digmi.id/post/memahami-epoch-batch-size-dan-iteration/>.

Goswami, Tilottama. (2018). Impact of Deep Learning in Image Processing and Computer Vision. 10.1007/978-981-10-7329-8_4

Du, J. (2020). High-Precision Portrait Classification Based on MTCNN and Its Application on Similarity Judgement. Journal Of Physics: Conference Series, 1518(1), 012066. doi: 10.1088/1742-6596/1518/1/012066

Eka Putra, W., 2016. Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) pada Caltech 101. Jurnal Teknik ITS, 5(1), p.1.

How Does A Face Detection Program Work? (Using Neural Networks). Medium. (2021). Retrieved 3 November 2021, from <https://towardsdatascience.com/how-does-a-face-detection-program-work-using-neural-networks-17896df8e6ff>.

Introduction to CNN Keras - 0.997 (top 6%). Kaggle.com. (2021). Retrieved 4 November 2021, from <https://www.kaggle.com/yassineghouzam/introduction-to-cnn-keras-0-997-top-6>.

Keras CNN Dog or Cat Classification. Kaggle.com. (2021). Retrieved 4 November 2021, from <https://www.kaggle.com/uysimty/keras-cnn-dog-or-cat-classification>.

What Does A Face Detection Neural Network Look Like?. Medium. (2021). Retrieved 4 November 2021, from <https://towardsdatascience.com/face-detection-neural-network-structure-257b8f6f85d1?source=10>

