

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Batasan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Tinjauan Pustaka .....	5
1.6 Metodologi Penelitian .....	6
1.7 Sistematika Penulisan .....	7
BAB II.....	8
LANDASAN TEORI .....	8
2.1 Konsep Dasar Statistika Matematika .....	8
2.1.1 Probabilitas.....	8
2.1.2 Variabel Random .....	10
2.1.3 Aljabar Matriks.....	12
2.1.4 Vektor .....	14

2.2 Deepfake.....	15
2.3 Citra Digital.....	17
2.4 Klasifikasi Citra .....	22
2.5 Dataset.....	22
2.6 Pra-pemrosesan Citra .....	23
2.7 Augmentasi Citra.....	24
2.8 Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence).....	25
2.9 Machine Learning .....	25
2.10 Jaringan Syaraf Tiruan .....	27
2.10.1 Lapisan Jaringan Syaraf Tiruan.....	29
2.11 Deep Learning.....	30
2.12 Fungsi Aktivasi .....	31
2.13 Optimisasi .....	35
2.13.1 Adam Optimizer .....	35
2.14 Fungsi Loss .....	37
2.14.1 Jenis Fungsi Loss .....	38
2.15 Confusion Matrix .....	40
2.16 Generative Adversarial Network (GAN) .....	42
2.17 Transfer Learning .....	44
BAB III .....	46
DETEKSI WAJAH DEEPFAKE MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK, RESNET50, DENSENET121, DAN XCEPTIONNET .....	46
3.1 Convolutional Neural Network .....	46
3.1.1 Convolutional Layer .....	47
3.1.2 Batch Normalization .....	50
3.1.3 Pooling Layer.....	54
3.1.4 Flattening .....	58
3.1.5 Fully Connected Layer.....	59
3.1.6 Regularisasi .....	59
3.1.7 Dropout .....	60

3.1.8 Rectrified Linear Unit (ReLU).....	61
3.1.9 Sigmoid Classifier .....	62
3.1.10 Feed-forward dan Backpropagation .....	63
3.1.11 Hyperparameter .....	66
3.2 ResNet.....	67
3.2.1 ResNet50 .....	68
3.3 DenseNet.....	70
3.3.1 DenseNet121 .....	72
3.4 XceptionNet .....	73
BAB IV .....	75
STUDI KASUS.....	75
4.1 Alat Penelitian .....	75
4.2 Deskripsi Data .....	76
4.3 Pembagian Data .....	77
4.4 Pra-pemrosesan dan Augmentasi Data.....	77
4.5 Klasifikasi Citra dengan CNN, ResNet50, DenseNet121, dan XceptionNet...	79
4.5.1 Hyperparameter .....	80
4.5.2 Convolutional Neural Network (CNN) .....	80
4.5.3 ResNet50 .....	87
4.5.4 DenseNet121 .....	91
4.5.4 XceptionNet .....	95
4.6 Perbandingan Performa Model .....	99
4.7 Implementasi Model Terbaik .....	101
BAB V.....	104
PENUTUP.....	104
5.1 Kesimpulan .....	104
5.2 Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA.....	106

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Confusion Matrix .....	40
Tabel 4. 1 Spesifikasi alat.....	75
Tabel 4. 2 Pembagian Data.....	77
Tabel 4. 3 Augmentasi data citra .....	78
Tabel 4. 4 Rancangan arsitektur CNN.....	80
Tabel 4. 5 Performa pelatihan data model CNN .....	85
Tabel 4. 6 <i>Confusion matrix</i> pengujian data model CNN .....	86
Tabel 4. 7 Performa pelatihan data model ResNet50 .....	89
Tabel 4. 8 Confusion matrix pengujian data model ResNet50.....	90
Tabel 4. 9 Performa pelatihan data model DenseNet121 .....	93
Tabel 4. 10 Confusion matrix pengujian data model DenseNet121.....	94
Tabel 4. 11 Performa pelatihan data model XceptionNet .....	97
Tabel 4. 12 Confusion matrix pengujian data model XceptionNet.....	97
Tabel 4. 13 Perbandingan performa pelatihan model CNN, ResNet50, DenseNet121, dan XceptionNet.....	99
Tabel 4. 14 Perbandingan performa pengujian model CNN, ResNet50, DenseNet121, dan XceptionNet.....	100

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Contoh konten rekayasa menggunakan GAN dan <i>diffusion models</i> .....	2
Gambar 2. 1 Contoh wajah <i>real</i> dan <i>fake</i> dalam implementasi <i>entire face synthesis</i> , <i>attribute manipulation</i> , <i>identity swap</i> , dan <i>expression swap</i> . ....	17
Gambar 2. 2 Ilustrasi digitasi citra (Putra, 2010). ....	18
Gambar 2. 3 Sistem koordinat pada citra (Andono dkk., 2017) .....	18
Gambar 2. 4 Contoh citra biner dengan nilai piksel 0 untuk hitam atau 1 untuk putih (Andono dkk., 2017) .....	20
Gambar 2. 5 Contoh citra greyscale dengan nilai piksel 0 hingga 255 (Andono dkk., 2017) .....	21
Gambar 2. 6 Contoh citra RGB dengan nilai piksel setiap komponen warna antara 0 hingga 255 (Andono dkk., 2017) .....	22
Gambar 2. 7 Ilustrasi pembagian data .....	23
Gambar 2. 8 Perbedaan alur pemrograman klasik (A) dan machine learning (B) (Choi dkk., 2020) .....	26
Gambar 2. 9 Ilustrasi jaringan syaraf tiruan sederhana (Choi dkk., 2020) .....	28
Gambar 2. 10 Ilustrasi jaringan syaraf tiruan dengan neuron tersembunyi (Choi dkk., 2020) .....	29
Gambar 2. 11 Ilustrasi lapisan jaringan syaraf tiruan .....	29
Gambar 2. 12 Ilustrasi deep learning atau jaringan syaraf tiruan dengan beberapa hidden layer (Abdelkhalki dkk., 2022) .....	31
Gambar 2. 13 Grafik fungsi aktivasi sigmoid. ....	32
Gambar 2. 14 Grafik fungsi aktivasi tan hiperbolik .....	32
Gambar 2. 15 Grafik fungsi aktivasi ReLU .....	33
Gambar 2. 16 Grafik fungsi aktivasi Leaky ReLU .....	34
Gambar 2. 17 Grafik fungsi aktivasi softmax (Leixian dkk., 2019) .....	34
Gambar 2. 18 Struktur dari Generative Adversarial Network (Wang dkk., 2017) .....	43
Gambar 2. 19 Ilustrasi proses transfer learning .....	45
Gambar 3. 1 Skema <i>convolutional neural network</i> (Hadi dkk., 2023) .....	47
Gambar 3. 2 Ilustrasi operasi konvolusi .....	48
Gambar 3. 3 Proses stride=1 pada kernel/filter melalui input citra dalam convolutional layer (Taye dkk., 2023) .....	49
Gambar 3. 4 Padding satu lapisan pada input citra dalam convolutional layer (Alankar dkk., 2023) .....	50

Gambar 3. 5 Contoh operasi average pooling dalam pooling layer dengan filter berukuran $2 \times 2$ dan stride = 2 (Zafar dkk., 2022) .....	55
Gambar 3. 6 Contoh operasi max pooling dalam pooling layer dengan filter berukuran $2 \times 2$ dan stride = 2 (Zafar dkk., 2022) .....	56
Gambar 3. 7 Ilustrasi perbedaan max pooling dengan global max pooling (Kim dan Jeong, 2019) .....	57
Gambar 3. 8 Proses <i>flattening</i> pada <i>feature map</i> sebelum memasuki <i>fully connected layer</i> (Sreenivas dkk., 2020) .....	58
Gambar 3. 9 Contoh <i>flattening</i> pada <i>feature map</i> (Suriya dkk., 2019) .....	58
Gambar 3. 10 Ilustrasi arsitektur <i>neural network</i> tanpa <i>dropout</i> (a) dan dengan <i>dropout</i> (b) (Wang dkk., 2017) .....	61
Gambar 3. 11 Grafik fungsi aktivasi ReLU .....	62
Gambar 3. 12 Grafik fungsi aktivasi sigmoid .....	63
Gambar 3. 13 Skema feed forward dan backpropagation dalam proses pelatihan model (Pagare dkk., 2022) .....	63
Gambar 3. 14 Residual block (He dkk., 2015) .....	68
Gambar 3. 15 Arsitektur ResNet50 (Ji dkk., 2019) .....	70
Gambar 3. 16 Arsitektur DenseNet121 (Ji dkk., 2019) .....	72
Gambar 3. 17 Arsitektur XceptionNet .....	74
Gambar 4. 1 Contoh beberapa data kelas wajah real .....	76
Gambar 4. 2 Contoh beberapa data kelas wajah <i>fake</i> .....	77
Gambar 4. 3 Contoh beberapa data latih setelah proses augmentasi .....	79
Gambar 4. 4 Grafik nilai akurasi data latih dan data validasi pada model CNN .....	84
Gambar 4. 5 Grafik nilai <i>loss</i> data latih dan data validasi pada model CNN .....	85
Gambar 4. 6 Classification report pada data uji model CNN .....	87
Gambar 4. 7 Grafik nilai akurasi data latih dan data validasi pada model ResNet50 .....	88
Gambar 4. 8 Grafik nilai <i>loss</i> data latih dan data validasi pada model ResNet50 .....	89
Gambar 4. 9 Classification report pengujian data pada model ResNet50 .....	91
Gambar 4. 10 Grafik nilai akurasi data latih dan data validasi pada model DenseNet121 .....	92
Gambar 4. 11 Grafik nilai <i>loss</i> data latih dan data validasi pada model DenseNet121 .....	93
Gambar 4. 12 Classification report pengujian data pada model DenseNet121 .....	95
Gambar 4. 13 Grafik nilai akurasi data latih dan data validasi pada model XceptionNet .....	96
Gambar 4. 14 Grafik nilai <i>loss</i> data latih dan data validasi pada model XceptionNet .....	96
Gambar 4. 15 Classification report pengujian data pada model XceptionNet .....	99
Gambar 4. 16 Deteksi citra wajah <i>real</i> .....	101

Gambar 4. 17 Deteksi citra wajah <i>real</i> .....	101
Gambar 4. 18 Deteksi citra wajah <i>fake</i> .....	102
Gambar 4. 19 Deteksi citra wajah <i>fake</i> .....	102

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Arsitektur ResNet50 .....	113
Lampiran 2. Arsitektur DenseNet121 .....	117
Lampiran 3. Arsitektur XceptionNet.....	128
Lampiran 4. Sintaks Model Convolutional Neural Network .....	132
Lampiran 5. Sintaks Arsitektur ResNet50.....	137
Lampiran 6. Sintaks Model DenseNet121 .....	141
Lampiran 7. Sintaks Model XceptionNet.....	145