

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN TUGAS	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
INTISARI.....	xix
ABSTRACT.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	4
I.3. Batasan Masalah	5
I.4. Tujuan Penelitian	5
I.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
II.1. Pengenalan citra vena jari menggunakan <i>Convolution Neural Network</i>	7
II.2. Pengenalan citra vena jari menggunakan <i>transfer learning</i>	11
II.3. Penelitian ini	15
BAB III DASAR TEORI	20
III.1. Biometrik.....	20

III.1.1. Teknologi biometrik vena jari	21
III.1.1.1. Akuisisi citra	22
III.1.1.2. <i>Pre-processing</i>	23
III.1.1.2.1. CLAHE.....	23
III.1.1.3. Ekstraksi fitur	26
III.1.1.4. <i>Matching</i>	26
III.1.2. Identifikasi dan Verifikasi	27
III.1.3. <i>Dataset</i> biometrik vena jari	29
III.2. <i>Artificial Intelligence</i>	30
III.3. <i>Machine Learning</i>	32
III.3.1. Jenis-jenis <i>machine learning</i>	32
III.3.1.1. Berdasarkan tipe pengawasan selama latihan	33
III.3.1.1.1. <i>Supervised learning</i>	33
III.3.1.1.2. <i>Un-supervised learning</i>	34
III.3.1.1.2.1. <i>Clustering</i>	34
III.3.1.1.2.2. <i>Novelty detection</i>	35
III.3.1.1.2.3. <i>Dimensionality reduction</i>	36
III.3.1.1.2.4. <i>Association rule learning</i>	37
III.3.1.1.3. <i>Semi-supervised learning</i>	37
III.3.1.1.4. <i>Reinforcement learning</i>	38
III.3.1.2. Berdasarkan kemampuan belajar secara bertahap	39
III.3.1.2.1. <i>Batch learning</i>	39
III.3.1.2.2. <i>Online learning</i>	40
III.3.1.3. Berdasarkan kemampuan men-generalisasi	41
III.3.1.3.1. <i>Instance-based learning</i>	41

III.3.1.3.2. <i>Model-based learning</i>	42
III.4. <i>Deep learning</i>	42
III.5. <i>Artificial Neural Network</i>	43
III.5.1. <i>Multilayer Perceptron</i>	44
III.6. <i>Convolution Neural Network</i>	45
III.6.1. <i>Convolution layer</i>	47
III.6.2. <i>Stride</i>	48
III.6.3. <i>Padding</i>	49
III.6.4. <i>Pooling layer</i>	50
III.6.2. <i>Flattening layer</i>	51
III.6.3. <i>Fully-connected layer</i>	51
III.7. <i>Transfer learning</i>	52
III.8. <i>VGG16</i>	54
III.9. <i>Hyperparameter</i>	56
III.9.1. <i>Epoch</i>	56
III.9.2. <i>Batch size</i>	57
III.9.3. <i>Fungsi aktivasi</i>	57
III.9.3.1. <i>Sigmoid</i>	58
III.9.3.2. <i>Tanh</i>	59
III.9.3.3. <i>Rectified Linier Unit (ReLU)</i>	59
III.9.3.4. <i>Softplus</i>	59
III.9.4. <i>Fungsi loss</i>	60
III.9.4.1. <i>Regression loss function</i>	61
III.9.4.1. <i>Classification loss function</i>	63
III.9.4.2.1. <i>Binary classification loss function</i>	63

III.9.4.2.1. <i>Multiclass classification loss function</i>	64
III.9.5. <i>Optimizer</i>	65
III.9.5.1. <i>Stochastic Gradient Descent (SGD)</i>	66
III.9.5.2. <i>Root Mean Square Propagation (RMSProp)</i>	66
III.9.5.3. <i>Adaptive Moment Estimation (Adam)</i>	67
III.9.6. <i>Learning rate</i>	68
III.10. <i>Augmentasi data</i>	69
III.11. <i>Evaluation metrics</i>	69
III.11.1. <i>Akurasi</i>	70
III.11.2. <i>Kurva Receiver Operation Characteristic (ROC) dan luas daerah dibawahnya</i>	71
III.11.2.1. <i>True Positive Rate (TPR)</i>	71
III.11.2.2. <i>False Postive Rate (FPR)</i>	71
III.11.2.3. <i>Area Under Curve Receiver Operating Characteristic (AUROC)</i>	71
III.11.3. <i>F-1 score</i>	72
III.11.3.1. <i>Presisi</i>	73
III.11.3.2. <i>Recall</i>	73
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN	74
IV.1. <i>Tempat dan waktu pelaksanaan</i>	74
IV.2. <i>Alat dan bahan penelitian</i>	74
IV.2.1. <i>Alat penelitian</i>	74
IV.2.2. <i>Bahan penelitian</i>	75
IV.3. <i>Tata laksana penelitian</i>	75
IV.3.1. <i>Studi literatur</i>	76

IV.3.2. Gambaran Penelitian	76
IV.3.3. Koleksi data	77
IV.3.4. <i>Pre-processing</i> data	78
IV.3.5. Augmentasi data	79
IV.3.6. Pelatihan model	80
IV.3.7. Pengujian algoritma.....	83
IV.3.7.1. AUROC	83
IV.3.7.2. <i>F-1 Score</i>	84
IV.4. Analisis hasil dan pembahasan.....	85
IV.5. Penulisan laporan	85
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	86
V.1. <i>Dataset</i> terbaik untuk model VGG16.....	86
V.1.1. Ada tidaknya <i>pre-processing</i>	86
V.1.2. Jenis <i>pre-processing</i>	87
V.1.3. Perbandingan <i>dataset</i>	88
V.2. Model terbaik VGG16.....	88
V.2.1. Arsitektur model VGG16	89
V.2.2. Nilai <i>learning rate</i> model VGG16.....	89
V.2.3. Jenis <i>optimizer</i> model VGG16.....	90
V.3. Performa model terbaik	91
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	94
VI.1. Kesimpulan	94
VI.2. Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN	106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan <i>Equal Error Rate</i> pendekatan CNN dengan asumsi atribut.....	8
Tabel 2.2. Perbandingan ukuran <i>template</i> metode <i>Supervised Discrete Hashing</i> dengan CNN dan metode lainnya.....	9
Tabel 2.3. Akurasi metode CNN untuk 4 jenis dataset berbeda.....	10
Tabel 2.4. Akurasi penerapan <i>deep learning</i> menggunakan berbagai model pada <i>dataset Figshare</i>	13
Tabel 2.5. Rangkuman penelitian identifikasi dan verifikasi vena jari dengan menggunakan CNN	16
Tabel 2.6. Rangkuman penelitian identifikasi vena jari dan klasifikasi objek selain vena jari dengan menggunakan <i>Transfer Learning</i>	18
Tabel 3.1. Perbandingan beberapa jenis biometrik	21
Tabel 3.2. <i>Open database</i> biometrik vena jari.....	30
Tabel 3.3. Perbandingan nilai MSE dan MSLE	62
Tabel 4.1. Spesifikasi lapisan konvolusi VGG16.....	79
Tabel 4.2. Spesifikasi arsitektur versi 1 model.....	80
Tabel 4.3. Spesifikasi arsitektur versi 2 model.....	80
Tabel 4.4. Spesifikasi arsitektur versi 3 model.....	80
Tabel 5.1. Nilai akurasi, loss, AUROC, dan <i>F-1 Score</i> model terbaik VGG16....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	<i>Transfer Learning</i>	11
Gambar 2.2.	Diagram perbandingan akurasi ekstraksi fitur batik menggunakan VGG16, SIFT, dan SURF	12
Gambar 2.3.	Kurva ROC, nilai akurasi, dan AUC <i>transfer learning AlexNet</i> penelitian identifikasi vena jari	14
Gambar 3.1.	Kerangka kerja teknologi biometrik vena jari	22
Gambar 3.2.	Alat pemindai vena jari	23
Gambar 3.3.	<i>Histogram Equalization</i>	24
Gambar 3.4.	Perbandingan kualitas citra dengan menggunakan metode HE dan AHE.....	24
Gambar 3.5.	Metode CLAHE.....	25
Gambar 3.6.	Perbandingan metode CLAHE dengan AHE	26
Gambar 3.7.	Blok diagram kerangka kerja teknologi vena jari.....	27
Gambar 3.8.	Blok diagram verifikasi dan identifikasi teknologi biometrik sidik jari.....	28
Gambar 3.9.	<i>Database</i> vena jari : (a). MNCBNU-6000, (b). THU-FVFD, (c). SDUMLA-HMT, (d). HKPU-FV, (e). UTFV	29
Gambar 3.10.	Hubungan AI, <i>machine learning</i> , dan <i>deep learning</i>	32
Gambar 3.11.	(A). Regresi, (B). Klasifikasi.....	34
Gambar 3.12.	<i>Clustering</i>	35
Gambar 3.13.	<i>Novelty Detection</i>	35
Gambar 3.14.	<i>Dimensionality reduction</i> dengan cara <i>projection</i>	36
Gambar 3.15.	<i>Association rule learning</i>	37
Gambar 3.16.	<i>Reinforcement Learning</i>	39
Gambar 3.17.	Algoritma <i>machine learning</i> secara otomatis bisa beradaptasi terhadap perubahan.....	40
Gambar 3.18.	Pada <i>online learning</i> , suatu sistem dilatih dan digunakan pada suatu masalah, namun tetap belajar ketika data baru masuk	41

Gambar 3.19. (A). Koneksi jaringan saraf makhluk hidup, (B). Deep learning pengenal tulisan angka 4	43
Gambar 3.20. <i>Perceptron</i>	44
Gambar 3.21. <i>Multilayer Perceptron</i>	45
Gambar 3.22. Arsitektur CNN pada pengenal angka	46
Gambar 3.23. Perbandingan cara kerja model <i>machine learning</i> dan ANN dengan model CNN.....	46
Gambar 3.24. Proses konvolusi citra 2D dengan filter tertentu	47
Gambar 3.25. Beberapa jenis <i>feature kernel filter</i> yang dapat digunakan dalam <i>convolution layers</i>	48
Gambar 3.26. Penerapan <i>stride</i> pada proses konvolusi.....	49
Gambar 3.27. Proses konvolusi menggunakan 1 <i>stride</i>	50
Gambar 3.28. <i>Max pooling</i> dan <i>average pooling</i>	50
Gambar 3.29. <i>Flattening layer</i>	51
Gambar 3.30. <i>Pre-trained</i> dan <i>fine-tuned model</i>	53
Gambar 3.31. Performa <i>transfer learning</i>	54
Gambar 3.32. Arsitektur VGG16	55
Gambar 3.33. Kegunaan fungsi aktivasi	58
Gambar 3.34. Fungsi <i>Sigmoid</i> , <i>Tanh</i> , <i>ReLU</i> , dan <i>Softplus</i>	60
Gambar 3.35. Pengaruh pemilihan nilai <i>learning rate</i>	68
Gambar 3.36. (A). Augmentasi citra dengan teknik manipulasi translasi, rotasi, dan perbesaran, serta refleksi (B). Augmentasi citra dengan teknik penggunaan filter	69
Gambar 3.37. (A). Perbandingan performa tiga model <i>machine learning</i> dengan Kurva ROC, (B). <i>Area Under Curve Receiver Operation Characteristic</i> (AUROC)	72
Gambar 4.1. Diagram alir tahapan penelitian.....	75
Gambar 4.2. Gambaran penelitian.....	77
Gambar 4.3. Diagram alir <i>pre-processing</i> data menggunakan teknik CLAHE	79
Gambar 4.4. Penerapan Teknik CLAHE pada citra vena jari	79

Gambar 4.5.	Diagram alir pelatihan model	83
Gambar 4.6.	Diagram alir penentuan nilai AUROC	84
Gambar 4.7.	Diagram alir penentuan nilai <i>F-I Score</i>	85
Gambar 5.1.	Perbandingan akurasi antara citra tanpa <i>pre-processing</i> dan dengan <i>pre-processing</i>	87
Gambar 5.2.	Perbandingan akurasi antara citra dengan <i>pre-processing</i> berupa CLAHE versi 1, 2 dan 3	87
Gambar 5.3.	Perbandingan akurasi antara citra dengan perbandingan <i>dataset</i> 5 : 1 dan dengan perbandingan <i>dataset</i> 4 : 2	88
Gambar 5.4.	Perbandingan akurasi antara model dengan arsitektur versi 1, 2 dan 3	89
Gambar 5.5.	Perbandingan akurasi antara model dengan nilai <i>learning rate</i> sebesar 0,001; 0,01; dan 0,1	90
Gambar 5.6.	Perbandingan akurasi antara model dengan jenis <i>optimizer</i> berupa SGD, RMSProp, dan Adam.....	91
Gambar 5.7.	Perbandingan akurasi model terbaik VGG16 pada data latih dan uji	92
Gambar 5.8.	Perbandingan akurasi model terbaik VGG16 pada data latih dan uji	92