

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI	iii
PANITIA UJIAN DISERTASI TAHAP 1	iv
DAFTAR ISI	v
PRAKATA	x
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
ABSTRAK	xix
ABSTRACT	xx
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1. 1. Latar Belakang.....	1
1. 2. Rumusan Masalah	7
1. 3. Batasan Masalah	8
1. 4. Tujuan Penelitian.....	8
1. 5. Manfaat Penelitian.....	8
1. 6. Kebaruan Penelitian.....	8
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	11
2. 1. Penelitian Sebelumnya	11
2. 2. Bakteri Gram-negatif.....	13
2. 3. Pewarnaan <i>Gram</i>	14
2. 4. Morfologi Bakteri.....	14
2. 5. <i>Image Processing</i>	15
2.5. 1. Pre-processing	16
2.5. 2. Segmentasi.....	19
2.5. 3. Ekstraksi Fitur	24
2.5. 4. Klasifikasi <i>Extreme learning Machine</i>	26
2. 6. Perkembangan <i>Neural network</i>	28
2. 7. <i>Convolutional Neural Network</i>	30

2.7. 1. Arsitektur CNN	30
2.7. 2. <i>Convolutional Layer</i>	31
2.7. 3. <i>Kernel Filter</i>	36
2.7. 4. Stride.....	39
2.7. 5. Padding	39
2.7. 6. Feature Extraction <i>Layer</i>	40
2.7. 7. <i>Batch Normalization</i>	41
2.7. 8. <i>Rectified Linear Unit</i> atau Fungsi Aktivasi	41
2.7. 9. Pooling <i>Layer</i>	42
2.7. 10. Dekonvolusi / <i>Flatten Layer</i>	44
2.7. 11. <i>Fully-Connected Layer</i>	45
2.7. 12. <i>Dropout</i>	46
2.7. 13. Softmax.....	47
2.7. 14. <i>Overfitting</i> dan <i>Regularisasi</i>	47
2.7. 15. <i>Pre-Trained Network</i>	49
2.7. 16. Augmentasi Data	49
2.7. 17. <i>Transfer learning</i>	49
2.7. 18. <i>Fine Tuning</i>	50
2.7. 19. Kerugian atau <i>Loss</i>	50
2. 8. Perhitungan Akurasi Klasifikasi.....	52
2.8. 1. Confusion Matrix.....	52
2.8. 2. ROC (<i>Receiver Operating Characteristic</i>) dan AUC (<i>Area Under the Curve</i>).	53
2. 9. Perhitungan Error Klasifikasi	54
2.9. 1. <i>Mean Square Error</i>	55
2.9. 2. <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	55
2.9. 3. <i>Mean Absolut Error (MAE)</i>	55
2.9. 4. <i>Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)</i>)	56
2. 10. <i>Backpropagation</i>	56
2. 11. Optimasi Proses <i>Training</i>	59
2.11. 1. Adam (<i>Adaptive Moment Estimation</i>)	59
2.11. 2. SGDM (<i>Stochastic Gradient Descent with Momentum</i>)	60
2.11. 3. RMSProp (<i>Root Mean Square Propagation</i>)	62
2. 12. Optimisasi Bayes untuk pencarian nilai optimal parameter	62
2.12. 1. Fungsi Objektif.....	63
2.12. 2. Fungsi Minimum Objektif.....	63

2.12. 3. Fungsi Evaluasi	64
2. 13. Existing Architecture dari CNN	66
2.13. 1. Alexnet	66
2.13. 2. <i>Googlenet</i>	66
2.13. 3. Resnet	67
2.13. 4. VGG	69
2.13. 5. <i>Densenet</i>	70
2.13. 6. Squeezenet	71
2. 14. CNN-ELM (<i>Convolutional Neural Network-Extreme Learning Machine</i>)	71
2. 15. Parameter pembelajaran pada CNN	72
BAB III. KERANGKA KONSEP dan HIPOTESIS	75
3. 1. Kerangka Konsep	75
3. 2. Hipotesis	77
BAB IV. METODE PENELITIAN	78
4. 1. Blok Diagram Penelitian	78
4. 2. Analisa Kebutuhan Penelitian	79
4.2. 1. Kebutuhan <i>Hardware</i>	79
4.2. 2. Kebutuhan <i>Software</i>	79
4. 3. Teknik Pengambilan Data	80
4. 4. Pengolahan Citra	81
4.4. 1. Pre-processing Dimensi dan Jumlah Kanal Warna	81
4.4. 2. Pre-processing Auto Contrast	83
4.4. 3. Segmentasi	84
4.4. 4. Ekstraksi Fitur Bentuk	85
4. 5. <i>Extreme Learning Machine</i>	87
4. 6. <i>Convolutional Neural network</i>	89
4. 7. CNN dengan Optimasi <i>Bayesian</i>	90
4. 8. CNN dengan <i>Classifier ELM</i>	91
4. 9. Skema Tahapan Penelitian	92
BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	94
5. 1. Skenario Ujicoba Pengolahan Citra Sebelum CNN	94
5.1. 1. Pre-processing	94
5.1. 2. Segmentasi	96
5.1. 3. Ekstraksi Fitur Bentuk	97
5.1. 4. Klasifikasi dengan <i>Extreme Learning Machine</i>	99
5. 2. Skenario Ujicoba komponen pendukung CNN	101

5.2. 1. Augmentasi Data	101
5.2. 2. Proses <i>Training</i>	102
5.2. 3. <i>Confusion Matrik</i>	103
5.2. 4. Prediksi	103
5. 3. Skenario Ujicoba menggunakan <i>Existing Architecture</i> dari CNN	104
5.3. 1. Ujicoba dengan Alexnet	104
5.3. 2. Ujicoba dengan <i>Googlenet</i>	105
5.3. 3. Ujicoba dengan <i>Resnet</i>	106
5.3. 4. Ujicoba dengan <i>VGG</i>	107
5.3. 5. Ujicoba dengan <i>Densenet</i>	108
5.3. 6. Ujicoba dengan <i>Squeezenet</i>	109
5. 4. Skenario Ujicoba dengan <i>Custom Layer CNN</i>	111
5.4. 1. Ujicoba dengan 34-Layer	111
5.4. 2. Ujicoba dengan 30-Layer	111
5.4. 3. Ujicoba dengan 26-layer	112
5.4. 4. Ujicoba dengan 22-layer	113
5.4. 5. Ujicoba dengan 18-layer	113
5. 5. Skenario Ujicoba Menggunakan <i>Dataset Sekunder</i>	115
5.5. 1. Ujicoba dengan <i>dataset DIBAS Bacteria</i>	115
5.5. 2. Ujicoba <i>Confusion matrix</i> dan Prediksi pada dataset DIBAS	119
5.5. 3. Ujicoba dengan <i>dataset Kaggle.com</i>	126
5.5. 4. Ujicoba dengan <i>dataset X-Ray</i>	134
5. 6. Skenario Ujicoba dengan Optimisasi <i>Bayes</i>	137
5.6 1. Algoritma <i>Bayesian</i>	137
5.6 2. <i>Model</i> fungsi objektif	138
5.6 3. Minimum Objektif vs Number of Function Evaluation	140
5.6 4. Hasil Ujicoba Optimisasi <i>Bayesian</i>	141
5. 7. Skenario Ujicoba perbandingan <i>Auto contrast</i>	145
5. 8. Skenario Ujicoba <i>Custom Direct Acyclic Graph</i>	147
5. 9. Skenario Ujicoba Mendapatkan <i>Level</i> kerapatan bakteri dengan CNN	148
5. 10. Skenario Ujicoba <i>Kombinasi CNN-ELM</i>	150
5. 11. Skenario Prediksi Data Test	155
5. 12. Analisa Fungsi Kendala Penelitian.....	156
5. 13. Analisa Area ROC (<i>Receiver Operating Characteristic</i>)	157
5. 14. Analisa Filter Konvolusi.....	158
5. 15. Analisa Perbandingan dengan Penelitian Lain	159

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	160
Kesimpulan.....	160
Saran.....	161
DAFTAR PUSTAKA.....	162



PRAKATA

Perkembangan *neural network* salah satu algoritmanya yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN) atau disebut juga *deep learning*. Metode ini merupakan salah satu pengembangan di bidang *machine learning* dan *Artificial Intelligence*. Metode ini dapat diterapkan untuk mengenali pola gambar dalam bidang *image processing*. Keunggulan metode ini adalah penggunaan *feature maps* yang di dalamnya terdapat proses konvolusi dan pemetaan fitur. Hal ini menghemat proses yang dilakukan tahap segmentasi dan ekstraksi fitur. Selain itu akurasi saat identifikasi atau klasifikasi untuk mengenali pola gambar sangat baik. Namun kelemahan metode ini adalah waktu proses *training* karena *layer* konvolusi menggunakan banyak *layer*, sehingga untuk mendapatkan model membutuhkan pelatihan dengan waktu yang cukup lama. Hal ini yang menjadi konsen penulis untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian disertasi ini.

Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Pemerintah Republik Indonesia yang telah memberikan kesempatan dan bantuan dana Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) tahun 2017. Selain itu penulis mengucapkan terimakasih pada Rektor Universitas Airlangga, Prof. Dr. H. Mohammad Nasih, SE. MT. Ak. CMA, Prof. Dr. Moh Yasin, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi (FST), dan Dr. Dwi Winarni, M.Si selaku Koprodi S3 MIPA atas kesempatan mengikuti studi Program Doktor Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga Surabaya. Terimakasih juga penulis sampaikan pada Dr. Moh. Imam Utoyo, M.Si selaku Promotor, Dr. Riries Rulaningtyas, M.T, selaku Ko-Promotor, dan Dr. Eko Budi Koendhori dari Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, sebagai pembimbing klinis di RS. Dr. Soetomo, Surabaya.

Surabaya, 14 Januari 2021

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah kami panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkah dan rahmat Nya, maka disertasi penelitian S-3 ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita nabi Muhammad SAW.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Imam Utoyo, M. Si selaku promotor dan ibu Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T. selaku ko-promotor atas segala ilmu dan bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan buku disertasi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Miswanto, M.Si, selaku Ketua penguji disertasi, Dr. Windarto, M.Si., Dr. Lilik Anifah, M.T, Dr. Rimuljo Hendradi, M.Si, dan Dr. Herry Suprajitno, M.Si selaku Tim penguji disertasi.

Perkenankan penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian disertasi ini, kepada:

1. Rektor dan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
2. Dr. Dwi Winarni, M.Si, sebagai Ketua Program Pasca Sarjana Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga
3. Dosen Prodi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi universitas Airlangga.
4. Istri dan anakku tercinta, bapak ibuku (almarhum), kakak dan adikku.
5. Rekan mahasiswa Pasca Sarjana departemen Matematika Universitas Airlangga,
6. Dosen Universitas Trunojoyo Madura, Dekan dan Pimpinan Jurusan Teknik Informatika, Prodi Teknik Informatika dan Sistem Informasi.

Semoga penulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Akhirnya tak ada gading yang tak retak, mohon maaf apabila dalam penulisan buku disertasi ini terdapat kesalahan. Semoga kedepannya masukan dan saran akan menjadi acuan bagi penulis dalam menyusun penelitian, guna menghasilkan karya yang lebih baik. Amiin.

Surabaya, 14 Januari 2021

Penulis

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Kondisi Lobus Paru (a) Normal (b) <i>Pneumonia</i> Bakteri	11
Gambar 2. 2. Perbedaan bakteri <i>Gram</i> positif dan negatif (D.-Y. Feng, 2019).....	14
Gambar 2. 3. Proses Dilasi.....	17
Gambar 2. 4. Proses Erosi.....	17
Gambar 2. 5. Perhitungan Nilai <i>Contrast</i> pada matriks <i>image</i>	18
Gambar 2. 6. Kanal Citra dan <i>Graph Cut</i> , (a) <i>Image 3x3</i> , (b) <i>Graph Cut</i>	21
Gambar 2. 7. <i>Graph</i> setelah dilakukan pemotongan (<i>cut</i>) (R. Gauriau, 2015).....	23
Gambar 2. 8. Fitur bentuk <i>Ellip foci</i>	25
Gambar 2. 9. <i>Feed forward layer</i> (Sunthornnapha, 2017).....	26
Gambar 2. 10. Perkembangan <i>Neural network</i> (Veen, 2019)	29
Gambar 2. 11. <i>Convolutional Neural network</i> (Alamsyah, 2019)	30
Gambar 2. 12. Konvolusi antara matriks citra dan <i>filter</i> Pertama.....	31
Gambar 2. 13. Konvolusi antara matriks citra dan <i>filter</i> kedua	32
Gambar 2. 14. Konvolusi antara matriks citra keseluruhan.....	32
Gambar 2. 15. <i>Activation map</i> atau <i>feature map</i> (Raj, 2019).....	33
Gambar 2. 16. <i>Convolutional Layer</i> (Calli, 2017)	35
Gambar 2. 17. <i>Filter</i> pada <i>Layer</i> konvolusi (Madhivarmam, 2018).....	36
Gambar 2. 18. <i>Operasi stride</i> pada <i>Layer</i> konvolusi (IndoML.com, 2018)	39
Gambar 2. 19. <i>Operasi padding</i> pada <i>Layer</i> konvolusi (IndoML.com, 2018)	40
Gambar 2. 20. <i>Visualisasi ReLu non linearity</i> (K, 2017)	42
Gambar 2. 21. <i>Max Pooling layer</i> (Ambarwati, 2019)	44
Gambar 2. 22. Representasi <i>Graph</i> dari 2 <i>Fully connected layer</i>	45
Gambar 2. 23. Pemangkasan <i>nodes</i> (Calli, 2017).....	46
Gambar 2. 24. Penggunaan Aktivasi Softmax (Pratama, 2018)	47
Gambar 2. 25. <i>Overfitting</i> vs <i>Underfitting</i> (S. Sharma, 2019).....	48
Gambar 2. 26. <i>Original Model</i> vs <i>Fine Tuning Model</i> (Z. Li, 2018)	50
Gambar 2. 27. <i>Confusion Matrix</i> (Hussein, 2020)	52
Gambar 2. 28. Perbandingan dua buah kurva ROC, A dan B (Fawcett, 2006)	53
Gambar 2. 29. Model MLP yang dilatih dengan <i>backpropagation</i>	56
Gambar 2. 30. <i>Gradient</i> pada model <i>backpropagation</i>	57
Gambar 2. 31. <i>Gradient</i> pada model <i>backpropagation</i> dua jalur	58
Gambar 2. 32. <i>Stochastic Gradient Descent</i> (a) Titik positif (b) Titik Local Minima (Hansen, 2019)	60
Gambar 2. 33. <i>Stochastic Gradient Descent with momentum</i>	61
Gambar 2. 34. <i>Arsitektur Alexnet</i> (Matić, 2020).....	66
Gambar 2. 35. <i>Arsitektur Googlenet</i> (Shrivastava, 2020)	67
Gambar 2. 36. <i>Arsitektur Resnet</i> (Das, 2017)	68
Gambar 2. 37. <i>Arsitektur VGG</i> (Tsang, 2018)	69
Gambar 2. 38. <i>Arsitektur Densenet</i> (Khanna, 2019)	70
Gambar 2. 39. <i>Dense Block</i> dengan 6 <i>dense layer</i> (Khanna, 2019)	70
Gambar 2. 40. <i>Squeezenet Layer</i> (Khanna, 2019).....	71
Gambar 2. 41. <i>CNN</i> dengan <i>Classifier ELM</i>	71
Gambar 3. 1. Kerangka Konsep.....	76

Gambar 4. 1. Bagan utama penelitian.....	78
Gambar 4. 2. Proses (a) Pengambilan <i>sample</i> , (b) Pewarnaan, (c) Hasil pewarnaan ...	80
Gambar 4. 3. Skema Tahapan Penelitian	93
Gambar 5. 1 Bakteri (a) <i>Acinetobacter</i> , (b) <i>Eschericia Coli</i> , (c) <i>Klebsiella</i>	94
Gambar 5. 2 <i>Acinetobacter</i> (a) Hasil bagi 1 (b) Hasil bagi 2.....	95
Gambar 5. 3 <i>Autocontrast</i> (a) <i>Acinetobacter</i> (b) <i>Aerugenusa</i> (c) <i>E.Colli</i> (d) <i>Klebsiella</i>	95
Gambar 5. 4. Segmentasi (a) <i>Acinetobacter</i> (b) <i>Aerugenusa</i> (c) <i>E.Colli</i> (d) <i>Klebsiella</i>	96
Gambar 5. 5. Segmentasi <i>biner</i> (a) <i>Acinetobacter</i> (b) <i>Aerugenusa</i>	96
Gambar 5. 6. Ekstraksi Fitur (a) <i>Acinetobacter</i> (b) <i>Aerugenusa</i>	97
Gambar 5. 7. Seleksi Fitur (a) <i>Acinetobacter</i> (b) <i>Aerugenusa</i>	98
Gambar 5. 8. Akurasi <i>training</i> dan <i>testing</i> ELM pada identifikasi bakteri dengan pendekatan ekstraksi fitur bentuk	99
Gambar 5. 9. Perbandingan MSE vs jumlah neuron <i>hidden layer</i> pada fungsi aktivasi	100
Gambar 5. 10. Perbandingan MSE vs jumlah neuron <i>hidden layer</i> pada fungsi aktivasi	100
Gambar 5. 11. Arsitektur <i>Googlenet</i>	102
Gambar 5. 12. <i>Confusion matrix</i> (a) <i>Model 1</i> (a) <i>Model 2</i>	103
Gambar 5. 13. Prediksi bakteri (a) Hasil prediksi 1 (b) Hasil prediksi 2.....	103
Gambar 5. 14. <i>Alexnet</i> (a) Proses <i>Training</i> akurasi 95.13%, 6 menit 13 detik.....	104
Gambar 5. 15. <i>Googlenet</i> (a) Proses <i>Training</i> akurasi 95.63%, 90 menit 22 detik	105
Gambar 5. 16. <i>Resnet101</i> (a) Proses <i>Training</i> akurasi 96.25%, 194 menit 58 detik ..	106
Gambar 5. 17. <i>VGG19</i> (a) Proses <i>Training</i> akurasi 97.5%, 40 menit 29 detik.....	107
Gambar 5. 18. <i>Densenet</i> (a) Proses <i>Training</i> akurasi 98.75%, 323 menit 2 detik.....	108
Gambar 5. 19. <i>Squeezenet</i> (a) Proses <i>Training</i> akurasi 99.88%, 7 menit 0 detik.....	109
Gambar 5. 20. 34-Layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	111
Gambar 5. 21. 30-Layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	111
Gambar 5. 22. 26-layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	112
Gambar 5. 23. 22-layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	113
Gambar 5. 24. 18-layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b)Augmentasi (c) Prediksi	113
Gambar 5. 25. <i>Alexnet</i> (a) <i>Training</i> 93% (b) Augmentasi.....	115
Gambar 5. 26. <i>Googlenet</i> (a) <i>Training</i> 94.25% (b) Augmentasi	115
Gambar 5. 27. <i>Vgg16</i> (a) <i>Training</i> 97.5% (b) Augmentasi.	116
Gambar 5. 28. <i>Vgg19</i> (a) <i>Training</i> 95% (b) Augmentasi	116
Gambar 5. 29. <i>Resnet 18</i> (a) <i>Training</i> 98% (b) Augmentasi	116
Gambar 5. 30. <i>Resnet 50</i> (a) Akurasi 98.63% (b) Augmentasi.....	117
Gambar 5. 31. <i>Resnet 101</i> (a) Akurasi 99.38% (b) Augmentasi.....	117
Gambar 5. 32. <i>Squeezenet</i> (a) Akurasi 93.75% (b) Augmentasi.....	117
Gambar 5. 33. <i>Densenet</i> (a) Akurasi 100% (b)Augmentasi	118
Gambar 5. 34. <i>Purposed 34 Layer</i> (a) <i>Training</i> 99.8% (b)Augmentasi	118
Gambar 5. 35. <i>Purposed 26 layer</i> (a) Akurasi 99.63% (b) Augmentasi.....	118
Gambar 5. 36. <i>Purposed 18-Layer</i> (a) Akurasi 99.63% (b) Augmentasi	119
Gambar 5. 37. <i>Alexnet</i> (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Prediksi.....	119
Gambar 5. 38. <i>Googlenet</i> (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Prediksi	120

Gambar 5. 39.	Vgg16 (a) <i>Confusion matrix</i> (b). Prediksi.....	120
Gambar 5. 40.	Resnet 50 (a) <i>Confusion matrix</i> (b). Prediksi	121
Gambar 5. 41.	Resnet101 (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Prediksi	121
Gambar 5. 42.	Densenet (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Prediksi.....	122
Gambar 5. 43.	Purposed 34-Layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Prediksi.....	122
Gambar 5. 44.	Purposed 26-Layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Prediksi.....	123
Gambar 5. 45.	Number of layer vs Time consuming (minute)	125
Gambar 5. 46.	Animal 34-Layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi..	126
Gambar 5. 47.	Animal 26-Layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi..	126
Gambar 5. 48.	Animal 18-Layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi..	127
Gambar 5. 49.	Perbandingan (a) 34 Layer (b)18 Layer	128
Gambar 5. 50.	Perbandingan (a) Googlenet 144 layer (b) Densenet 703 layer.....	128
Gambar 5. 51.	Bird 34-layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	129
Gambar 5. 52.	Bird 26-Layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	129
Gambar 5. 53.	Flower 34 layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	130
Gambar 5. 54.	Flower 26 layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi ...	130
Gambar 5. 55.	Food101 34-layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	131
Gambar 5. 56.	Food101 26-layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	132
Gambar 5. 57.	Fruit 34-Layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi.....	132
Gambar 5. 58.	Fruit 26-Layer (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi.....	133
Gambar 5. 59.	Auto contrast X-Ray Image (a) sebelum (b) sesudah	134
Gambar 5. 60.	Alexnet (a) <i>Confusion matrix</i> ((b) Augmentasi (c) Prediksi.....	135
Gambar 5. 61.	Googlenet (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	135
Gambar 5. 62.	Resnet101 (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	136
Gambar 5. 63.	Squeezenet (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Augmentasi (c) Prediksi	136
Gambar 5. 64.	Template fungsi objektif	138
Gambar 5. 65.	Fungsi Objektif Googlenet yang diujicobakan	139
Gambar 5. 66.	Min objektif vs <i>function evaluation</i> (a) Alexnet (b) Googlenet	140
Gambar 5. 67.	Step pertama, t=1 template kondisi awal	141
Gambar 5. 68.	Step kedua, t=2 Membuat model fungsi objektif.....	141
Gambar 5. 69.	Step ketiga, t=3 Pencarian titik observasi	142
Gambar 5. 70.	Step keempat, t=4 pencarian nilai <i>expected improvement</i>	142
Gambar 5. 71.	Step kelima, t=5 pencarian nilai minimum objektif.....	142
Gambar 5. 72.	Step keenam, t=6 pencarian titik konvergen.....	143
Gambar 5. 73.	Custom Direct Acyclic Graph	147
Gambar 5. 74.	Custom DAG Network (a) <i>Confusion matrix</i> (b) Prediksi.....	148
Gambar 5. 75.	Proses Training Kerapatan Bakteri dengan CNN	149
Gambar 5. 76.	<i>Confusion matrix</i> untuk Kerapatan Bakteri dengan CNN.....	149
Gambar 5. 77.	Prediksi Data Test pada Kerapatan Bakteri dengan CNN	150
Gambar 5. 78.	Filter CNN Layer (a) Conv_3 (b) Conv_4.....	151
Gambar 5. 79.	Feature vector bakteri pada CNN Layer (a) Batchnorm_4 (b) Conv_6	151
Gambar 5. 80.	Activation Strength untuk masing masing layer feature CNN.....	152
Gambar 5. 81.	Ujicoba CNN dengan Classifier ELM.....	152
Gambar 5. 82.	Identifikasi bakteri Gram negatif pada ROC.....	157
Gambar 5. 83.	Respon Filter Konvolusi Feature maps	158
Gambar 5. 84.	Respon Filter pada Classifier.....	158

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Karakteristik bakteri Gram-negatif.....	15
Tabel 2. 2. Aturan pembobotan <i>Graph Cut</i>	22
Tabel 2. 3. Augmentasi Matriks (<i>Kathuria, 2018</i>)	49
Tabel 2. 4. Tabel kategori pengklasifikasi berdasarkan nilai AUC	54
Tabel 2. 5. Perhitungan parameter pada CNN	73
Tabel 5. 1. Hasil Ekstraksi Fitur <i>Acinetobacter</i>	97
Tabel 5. 2. Hasil Ekstraksi Fitur <i>Klebsiella</i>	97
Tabel 5. 3. <i>Training Result with purposed layer</i>	101
Tabel 5. 4. Perbandingan CNN menggunakan <i>dataset</i> primer RS. Soetomo dengan <i>Existing Architecture</i>	110
Tabel 5. 5. Perbandingan <i>Performance Custom Layer</i>	114
Tabel 5. 6. Perbandingan CNN menggunakan <i>dataset</i> DIBAS	124
Tabel 5. 7. Proses pencarian parameter optimal pada optimasi bayesian.....	143
Tabel 5. 8. Proses Re-training untuk mendapatkan parameter optimal	143
Tabel 5. 7. Hasil Percobaan dengan Optimasi Bayes	144
Tabel 5. 8. Tabel Perbandingan <i>autocontrast</i> dan <i>no autocontrast</i>	146
Tabel 5. 9. Tabel Level Bakteri <i>Gram</i> negatif.....	148
Tabel 5. 10. Ujicoba CNN-ELM	153
Tabel 5. 11. Ujicoba Rata-Rata Prediksi Data Test	155
Tabel 5. 12. Kendala Penelitian	156
Tabel 5. 13. Tabel Perbandingan Identifikasi bakteri	159

DAFTAR SINGKATAN

1. *Adam*=adaptive moment estimation
2. *ASM*=Angular Second Moment
3. *AUC*=Area Under The Curve
4. *BN*=Batch Normalization
5. *CART*=Classification and regression tree
6. *CIELAB*=Ruang Warna CIELUV
7. *CM*=Confusion Matrix
8. *CNN*=Convolutional Neural Network
9. *DIBAS*=Digital Image of Bacterial Species
10. *DIP*=Digital Image Processing
11. *DL*=Deep Learning
12. *DT*=Decision Tree
13. *ELM*=Extreme learning Machine
14. *FC*=fully connected
15. *FCLSM*=Fuzzy Clustering Level Set
16. *FCM* = Fuzzy Mean Clustering
17. *FF*= Feed forward
18. *FPR*=False Positif Rate
19. *FS*=Feature Selection
20. *GLCM*= Grey Level Coocurrence Matrix
21. *GNB* = Gram negatif bacteria
22. *GPU*=Graphics Processing Unit
23. *HIS*=Hue Saturation Intensity
24. *IFS*=Fuzzy set intuisi
25. *LCB*=Lower Confidence Bound
26. *MAE*=Mean Absolut Error
27. *ML*=Machine learning
28. *MSE*=Mean Square Error
29. *RMSProp*=Root Mean Square Propagation
30. *OOB*=Out of bag
31. *PCD*=Pengolahan Citra Digital
32. *PSNR*=Peak Signal-to-Noise Ratio
33. *ReLU*= Reactivation Linear Unit
34. *RF*=Random Forest
35. *RGB*=Red, Green, Blue
36. *RMSE*=Root Mean Square Error
37. *RMSProp*=root mean square propagation
38. *ROC*=Receiver Operating Characteristic
39. *RW*=Random Walker
40. *SCE*=Softmax Cross Entrophy
41. *SE*=Structuring element
42. *SGDM*=stochastic gradient descent with momentum
43. *SIFT*=Scale Invariant Feature Transform
44. *SLFNs* = Single hidden layer feed forward neural network
45. *TPR*=True Positif Rate

DAFTAR SIMBOL

L	: Nomor <i>layer</i> pada <i>neural network</i>
$l^{(k)}$	: <i>Layer k</i>
$m^{(k)}$	: Nomor <i>node</i> pada $l^{(k)}$
$l_i^{(k)}$	: <i>Node i</i> pada $l^{(k)}$
$o^{(k)}$	: <i>Output vector</i> mewakili <i>output</i> dari <i>node</i> pada $l^{(k)}$
$o_i^{(k)}$	: <i>Output</i> pada $l_i^{(k)}$
$w^{(k)}$	: Bobot Matriks yang menghubungkan <i>nodes</i> pada $l^{(k-1)}$ ke <i>node</i> pada $l^{(k)}$
$w_{ij}^{(k)}$	: Bobot yang menghubungkan <i>nodes</i> $l_i^{(k-1)}$ dan $l_j^{(k)}$
$b^{(k)}$	: Bias vector untuk $l^{(k)}$
$\psi_{(k)}$	: Fungsi untuk menjelaskan $o^{(k)}$ yang diberikan oleh $o^{(k-1)}$
σ	: Fungsi aktivasi
X	: Semua <i>input</i> pada <i>dataset</i>
Y	: Semua <i>output</i> yang dihasilkan dari <i>dataset</i>
$\bar{Y}$	: Perkiraan dari semua <i>output</i> yang diberikan semua <i>input</i>
x_n	: n -th <i>input</i> data
y_n	: n -th <i>output</i> data
$\mathbb{R}^{5 \times 5}$	: Ruang matriks dengan dimensi 5×5 pada <i>Real Number</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lampiran data <i>sample</i> seleksi fitur bentuk bakteri <i>Gram</i> negatif.....	173
Lampiran 2. Lampiran Informasi Perhitungan bayesian	174
Lampiran 3. Lampiran Informasi Uji Laik Etik Rumah Sakit Dr. Soetomo Surabaya	175
Lampiran 4. Lampiran informasi <i>Acceptance Letter International Journal</i>	176
Lampiran 5. Lampiran Biodata mahasiswa	177
Lampiran 6. Lampiran Hasil Publikasi.....	179

