



SKRIPSI

OPTIMASI MODEL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN HYPERBAND UNTUK KLASIFIKASI TUBERKULOSIS PADA CITRA X-RAY DADA

YOVI IBNU NASIKHIN

NPM 21081010128

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT

Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2026**

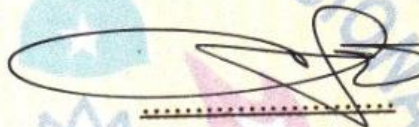
LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI MODEL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN HYPERBAND UNTUK KLASIFIKASI TUBERKULOSIS PADA CITRA X-RAY DADA

Oleh :
YOVI IBNU NASIKHIN
NPM. 21081010128

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 21 November 2025.

Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT
NIP. 19690723 202121 1 002


..... (Pembimbing I)

Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T
NIP. 19861008 202121 1 001


..... (Pembimbing II)

Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom, M.Kom
NIP. 19890705 202121 2 002


..... (Ketua Penguji)

Yisti Vita Via, S.ST, M.Kom
NIP. 19860425 202121 2 001


..... (Penguji I)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer

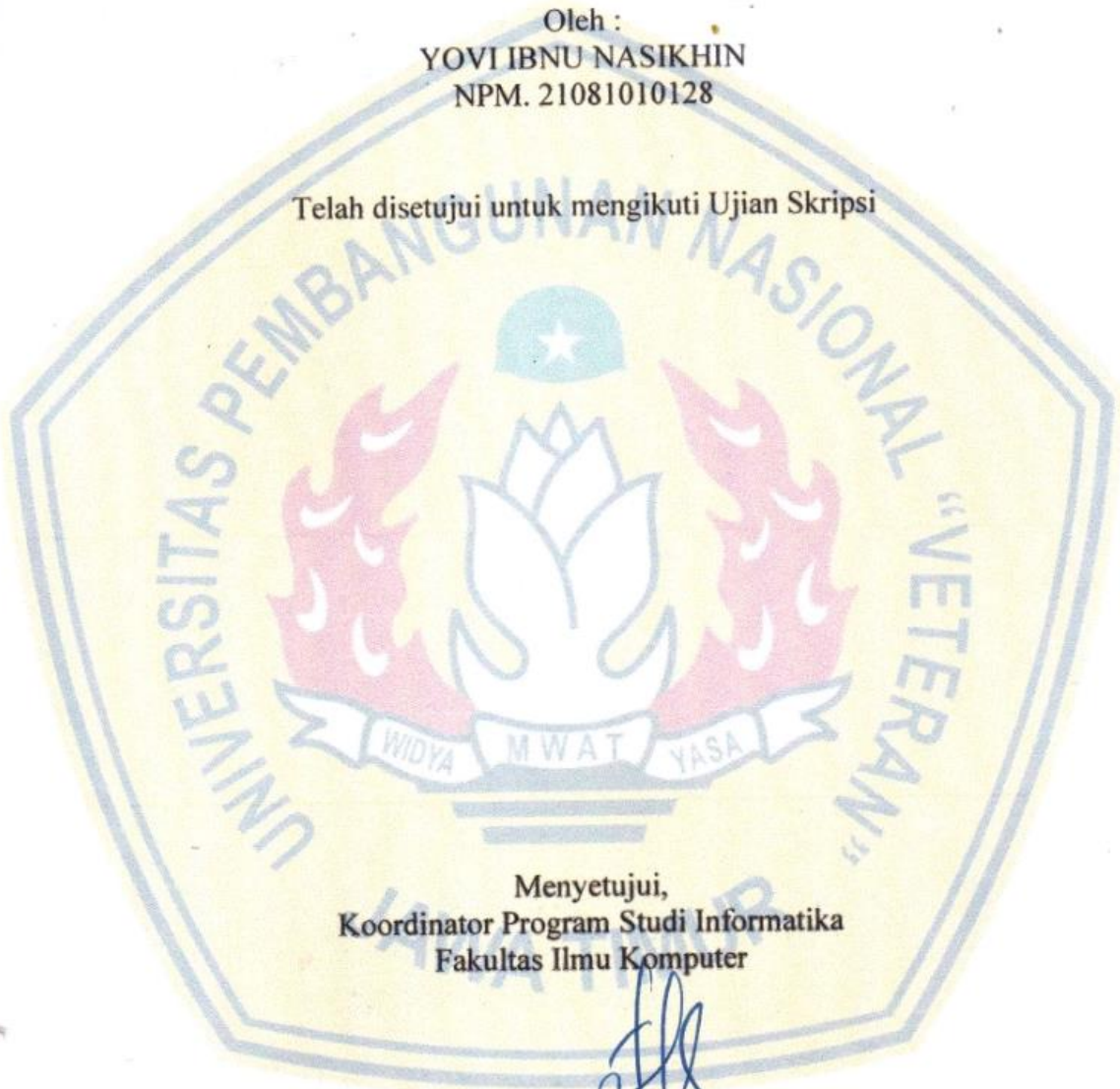

Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMASI MODEL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN
HYPERBAND UNTUK KLASIFIKASI TUBERKULOSIS PADA
CITRA X-RAY DADA**

Oleh :
YOVI IBNU NASIKHIN
NPM. 21081010128

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi



Menyetujui,
Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom
NIP. 19820211 202121 2 005

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa	: Yovi Ibnu Nasikhin
NPM	: 21081010128
Program	: Sarjana (S1)
Program Studi	: Informatika
Fakultas	: Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundangan-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 15 Januari 2026
Yang Membuat Pernyataan,



Yovi Ibnu Nasikhin
NPM. 21081010128

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Yovi Ibnu Nasikhin / 21081010128
Judul Skripsi : Optimasi Model Convolutional Neural Network
Dengan Hyperband Untuk Klasifikasi
Tuberkulosis Pada Citra X-Ray Dada
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT
2. Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T

Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan global dengan angka kematian yang tinggi. Dalam proses diagnosis, citra X-ray dada sering digunakan. Namun interpretasinya kerap dipengaruhi oleh perbedaan persepsi tenaga kesehatan. Dengan keterbatasan tersebut, Convolutional Neural Network (CNN) dapat menjadi solusi untuk mendeteksi tuberkulosis pada citra X-ray dada sehingga meningkatkan efisiensi dan keakuratan. Meskipun CNN telah menunjukkan hasil yang menjanjikan pada berbagai penelitian sebelumnya, tantangan besar masih tetap ada dalam pemilihan *hyperparameter* yang tepat untuk memaksimalkan kinerja model. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi model CNN menggunakan metode Hyperband, sebuah teknik pencarian *hyperparameter* yang efisien dalam menemukan kombinasi terbaik secara otomatis. Penelitian ini akan membandingkan performa model CNN baseline dengan model CNN hasil optimasi *Hyperband* serta mengevaluasi dua skenario pembagian dataset, yaitu 80:10:10 dan 70:10:20. Dataset yang digunakan terdiri dari 1173 citra Normal dan 1025 citra Tuberculosis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model terbaik diperoleh dari optimasi dengan pembagian data 70:10:20, dengan *train accuracy* sebesar 85,33%, *validation accuracy* sebesar 83,11%, dan *test accuracy* sebesar 88,43%. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan model baselinenya yang hanya mencapai *train accuracy* sebesar 76,75%, *validation accuracy* sebesar 79%, dan *test accuracy* sebesar 83,67%. Peningkatan ini membuktikan bahwa optimasi menggunakan *Hyperband* mampu meningkatkan kinerja model CNN secara signifikan. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung otomatisasi diagnosis penyakit tuberkulosis serta berkontribusi dalam upaya penanganan dan pengendalian tuberkulosis.

Kata kunci : Tuberkulosis, Convolutional Neural Network, *Hyperband*, Optimasi *Hyperparameter*

ABSTRACT

Student Name / NPM : Yovi Ibnu Nasikhin / 21081010128
Thesis Title : Optimization of Convolutional Neural Network Model Using Hyperband for Tuberculosis Classification on Chest X-ray Images
Advisor : 1. Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT
2. Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T

Tuberculosis is one of the infectious diseases that remains a global health problem with a high mortality rate. In the diagnostic process, chest X-ray images are often used. However, their interpretation is often influenced by differences in perception among healthcare professionals. Given these limitations, Convolutional Neural Network (CNN) can be a solution for detecting tuberculosis in chest X-ray images, thereby improving efficiency and accuracy. Although CNN has shown promising results in previous studies, significant challenges remain in selecting the appropriate hyperparameters to maximize model performance. Therefore, this study aims to optimize the CNN model using the Hyperband method, an efficient hyperparameter search technique that automatically identifies the best combination. This study will compare the performance of the baseline model with the Hyperband-optimized model and evaluate two dataset splitting scenarios: 80:10:10 and 70:10:20. The dataset used consists of 1173 Normal images and 1025 Tuberculosis images. The results show that the best model was obtained from optimization with a 70:10:20 data split, with a train accuracy of 85.33%, validation accuracy of 83.11%, and test accuracy of 88.43%. These values are higher than the baseline model, which only achieved a train accuracy of 76.75%, a validation accuracy of 79%, and a test accuracy of 83.67%. This improvement demonstrates that optimization using Hyperband can significantly enhance the performance of CNN models. The results of this study are expected to support the automation of tuberculosis diagnosis and contribute to efforts in the management and control of tuberculosis.

Keywords : Tuberculosis, Convolutional Neural Network, Hyperband, Hyperparameter Optimization

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Optimasi Model Convolutional Neural Network dengan Hyperband untuk Klasifikasi Tuberkulosis pada Citra X-ray Dada”** dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah berperan dalam membantu penyelesaian skripsi ini, yaitu:

1. Kedua orang tua dan kakak, selaku keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Bapak Andreas Nugroho Sihananto, S.Kom., M.Kom selaku koordinator skripsi yang membantu dalam proses administrasi.
6. Bapak Dr. Basuki Rahmat, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan masukan selama proses penyusunan laporan skripsi.
7. Bapak Chrystia Aji Putra, S.Kom., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan selama proses penyusunan laporan skripsi.
8. Seluruh Dosen Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan selama penulis menempuh studi.
9. Seluruh karyawan dan staf Tata Usaha Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah membantu dalam pengurusan administrasi serta kebutuhan surat-menyurat selama pelaksanaan skripsi.

10. Teman-teman perkuliahan yang telah memberikan dukungan dan semangat selama proses pengerjaan skripsi.
11. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 15 Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Tuberkulosis	7
2.3 <i>Deep Learning</i>	9
2.4 Convolutional Neural Network	10
2.4.1 Lapisan Konvolusi	11
2.4.2 Lapisan <i>Pooling</i>	11
2.4.3 Lapisan <i>Flatten</i>	12
2.4.4 Lapisan <i>Fully Connected</i>	13

2.4.5	Lapisan <i>Dropout</i>	13
2.4.6	Fungsi Aktivasi <i>Rectified Linear Unit</i> ReLU	14
2.4.7	Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid</i>	14
2.4.8	Fungsi <i>Loss Binary Cross Entropy</i>	15
2.4.9	Fungsi Aktivasi <i>Adam</i>	15
2.5	Optimasi <i>Hyperparameter</i>	16
2.6	Optimasi <i>Hyperband</i>	16
2.7	<i>Confusion matrix</i>	18
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM		20
3.1	Desain Sistem	20
3.2	Pengumpulan Dataset	21
3.3	Persiapan dan Pengolahan Dataset	25
3.3.1	Penyusunan Dataset	26
3.3.2	Seleksi Citra	26
3.3.3	Pembersihan Dataset	28
3.3.4	Pembagian Dataset	29
3.3.5	Pra-pemrosesan data	30
3.4	Perancangan dan Pelatihan Model	39
3.4.1	Model Baseline CNN	40
3.4.2	CNN dengan Optimasi <i>Hyperband</i>	44
3.5	Skenario Pengujian	49
3.6	Evaluasi Model	50
3.7	Implementasi Sistem	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		52
4.1	Persiapan dan Pengolahan Data	52
4.1.1	Pembagian Data	52

4.1.2	Pra-pemrosesan Data.....	53
4.2	Perancangan Model CNN	56
4.3	Perancangan Model dengan Optimasi <i>Hyperband</i>	57
4.4	Pelatihan Model CNN	59
4.4.1	Hasil Pelatihan CNN Baseline Pembagian 80:10:10	59
4.4.2	Hasil Pelatihan CNN Baseline Pembagian 70:10:20	60
4.5	Pelatihan Model dengan Optimasi <i>Hyperband</i>	62
4.5.1	Hasil Pelatihan Model CNN Optimasi Pembagian 80:10:10.....	64
4.5.2	Hasil Pelatihan Model CNN Optimasi Pembagian 70:10:20.....	65
4.6	Evaluasi Kinerja Model.....	66
4.6.1	Kinerja Model CNN Pembagian Data 80:10:10	68
4.6.2	Kinerja Model CNN Pembagian Data 70:10:20	69
4.6.3	Kinerja Model CNN Optimasi Pembagian Data 80:10:10.....	71
4.6.4	Kinerja Model CNN Optimasi Pembagian Data 70:10:20.....	73
4.7	Evaluasi Akhir dan Perbandingan Antar Model	75
4.7.1	Perbandingan Antar Model CNN Baseline	75
4.7.2	Perbandingan Model CNN Baseline dengan CNN Optimasi	77
4.7.3	Perbandingan Model Secara Keseluruhan	80
4.8	Implementasi Sistem	83
BAB V PENUTUP.....		84
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....		86
LAMPIRAN.....		89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Citra X-ray Dada pada Pasien dengan Tuberkulosis Aktif	8
Gambar 2.2 Ilustrasi Perbedaan Neural Network	9
Gambar 2.3 Ilustrasi Arsitektur CNN	10
Gambar 2.4 Ilustrasi Operasi Konvolusi CNN	11
Gambar 2.5 Ilustrasi Operasi <i>Max Pooling</i>	12
Gambar 2.6 Ilustrasi Operasi <i>Average Pooling</i>	12
Gambar 2.7 Ilustrasi Lapisan Flatten	13
Gambar 2.8 Ilustrasi ReLU	14
Gambar 2.9 Ilustrasi <i>Sigmoid</i>	14
Gambar 2.10 Pseudocode Algoritma <i>Hyperband</i>	18
Gambar 3.1 Desain sistem	20
Gambar 3.2 Laman Sumber Data Sekunder.....	21
Gambar 3.3 Sampel Normal Dataset New Delhi	22
Gambar 3.4 Sampel Tuberculosis Dataset New Delhi.....	22
Gambar 3.5 Sampel Normal Dataset Shenzhen	23
Gambar 3.6 Sampel Tuberculosis Dataset Shenzhen.....	23
Gambar 3.7 Sampel Normal Dataset Montgomery.....	24
Gambar 3.8 Sampel Tuberculosis Dataset Montgomery	24
Gambar 3.9 Sampel Normal Dataset Nigeria.....	25
Gambar 3.10 Sampel Tuberculosis Dataset Nigeria	25
Gambar 3.11 Alur Persiapan dan Pengolahan Data	25
Gambar 3.12 Sampel Dataset dengan Variasi Tampilan Anatomi	27
Gambar 3.13 Sampel dengan Variasi Pencahayaan.....	27
Gambar 3.14 Sample Citra yang Tidak Layak.....	28
Gambar 3.15 Tahapan pra-pemrosesan data	31
Gambar 3.16 Perbandingan citra RGB dan Grayscale.....	32
Gambar 3.17 Perbandingan Citra Sebelum dan Sesudah <i>Resize</i>	33
Gambar 3.18 Perbandingan Gambar Asli dan Hasil Rotasi.....	35
Gambar 3.19 Perbandingan Gambar Asli dengan Hasil Pergeseran.....	36
Gambar 3.20 Perbandingan Gambar Asli dan Hasil Zoom	37

Gambar 3.21 Visualisasi Hasil Augmentasi.....	38
Gambar 3.22 Ilustrasi Nilai Piksel dalam Proses Normalisasi.....	39
Gambar 3.23 Rancangan Model Baseline CNN	40
Gambar 3.24 Contoh Visualisasi Hasil Konvolusi dan Pooling	42
Gambar 3.25 Flowchart <i>Hyperband</i> Keras Tuner.....	46
Gambar 4.1 Visualisasi Sampel Hasil Pra-pemrosesan	56
Gambar 4.2 <i>Train Val Accuracy</i> dan <i>Loss</i> 80:10:10	60
Gambar 4.3 <i>Train Val Accuracy</i> dan <i>Loss</i> 70:10:20	61
Gambar 4.4 Hasil Skenario 80:10:10 (kiri) dan Skenario 70:10:20 (kanan)	62
Gambar 4.5 Hasil Optimasi CNN 80:10:10	63
Gambar 4.6 Hasil Optimasi CNN 70:10:20	63
Gambar 4.7 <i>Train Val Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Optimasi 80:10:10	65
Gambar 4.8 <i>Train Val Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Optimasi 70:10:20	66
Gambar 4.9 Hasil Pengujian CNN (80:10:10)	68
Gambar 4.10 <i>Confusion Matrix</i> CNN (80:10:10)	68
Gambar 4.11 <i>Classification Report</i> CNN (80:10:10).....	69
Gambar 4.12 Hasil Pengujian CNN (70:10:20)	70
Gambar 4.13 <i>Confusion Matrix</i> CNN (70:10:20)	70
Gambar 4.14 <i>Classification Report</i> CNN (70:10:20)	71
Gambar 4.15 Hasil Pengujian CNN Optimasi (80:10:10)	72
Gambar 4.16 <i>Confusion Matrix</i> CNN Optimasi (80:10:10).....	72
Gambar 4.17 <i>Classification Report</i> CNN Optimasi (80:10:10).....	73
Gambar 4.18 Hasil Pengujian CNN Optimasi (70:10:20)	73
Gambar 4.19 <i>Confusion Matrix</i> CNN Optimasi (70:10:20).....	74
Gambar 4.20 <i>Classification Report</i> CNN Optimasi (70:10:20).....	75
Gambar 4.21 Perbandingan Akurasi Model CNN Tanpa Optimasi.....	75
Gambar 4.22 Perbandingan Loss Model CNN Tanpa Optimasi.....	76
Gambar 4.23 Perbandingan Akurasi CNN Baseline dengan CNN Optimasi (80:10:10).....	77
Gambar 4.24 Perbandingan Loss CNN Baseline dengan CNN Optimasi (80:10:10)	78

Gambar 4.25 Perbandingan Akurasi CNN Baseline dengan CNN Optimasi (70:10:20).....	79
Gambar 4.26 Perbandingan Loss CNN Baseline dengan CNN Optimasi (70:10:20)	79
Gambar 4.27 Implementasi Sistem	83

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Hasil Penyusunan Dataset.....	26
Tabel 3.2 Jumlah Dataset Sebelum dan Sesudah Pembersihan	29
Tabel 3.3 Hasil Pembagian Dataset 80:10:10	30
Tabel 3.4 Hasil Pembagian Dataset 70:10:20	30
Tabel 3.5 Ruang Pencarian Hyperparameter	48
Tabel 3.6 Hasil Konfigurasi <i>Hyperband</i>	49
Tabel 3.7 Skenario Pengujian	50
Tabel 4.1 Perbandingan <i>Loss Accuracy</i> Antar Model.....	80
Tabel 4.2 Perbandingan Metrik Klasifikasi Antar Model.....	82