

**PENINGKATAN PERFORMA *BACK PROPAGATION*
NEURAL NETWORK DENGAN OPTIMASI
HYPERPARAMETER UNTUK DETEKSI *MALWARE***



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH :

ANNISA ARRUMAISHA SIREGAR

0619 4035 1944

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2023

**PENINGKATAN PERFORMA *BACK PROPAGATION*
NEURAL NETWORK DENGAN OPTIMASI
HYPERPARAMETER UNTUK DETEKSI *MALWARE***



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

**Nama : Annisa Arrumaisha Siregar
Dosen Pembimbing I : Sopian Soim, S.T., M.T
Dosen Pembimbing II : Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2023

**PENINGKATAN PERFORMA BACK PROPAGATION
NEURAL NETWORK DENGAN OPTIMASI
HYPERPARAMETER UNTUK DETEKSI MALWARE**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH :

ANNISA ARRUMAISHA SIREGAR

0619 4035 1944

**Palembang, Agustus 2023
Pembimbing II**

Pembimbing I


**Sopia Soim, S.T., M.T
NIP.197103142001121001**


**Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T
NIP. 199004032018031001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**


**Ir. Iskandar Lutfi, M.T
NIP. 196501291991031002**

**Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan
Teknik Telekomunikasi**


**Hj. Lindayati, S.T., M.T.I
NIP. 197105282006042001**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan:

Nama : Annisa Arrumaisha Siregar
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Tanjung Pandan, 19 Mei 2002
Alamat : Perumahan Villa Palem Cemerlang Blok H-7
NIM : 061940351944
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi/Laporan : Peningkatan Performa *Back Propagation Neural*
Akhir *Network* dengan Optimasi *Hyperparameter* Untuk
Deteksi *Malware*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Skripsi/Laporan Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Skripsi/Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Agustus 2023



(Annisa Arrumaisha Siregar)

Mengetahui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Sopian Soim, S.T., M.T.

Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Annisa Arrumaisha Siregar

NIM : 061940351944

Judul : **Peningkatan Performa *Back Propagation Neural Network* dengan Optimasi *Hyperparameter* untuk Deteksi *Malware***

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tugas akhir ini kecuali yang telah disebutkan sumbernya, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, Agustus 2023

Penulis,



Annisa Arrumaisha Siregar

NIM. 061940351944

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Verily, with hardship comes ease. Indeed, with hardship comes ease. So when you have finished [your duties], then stand up [for worship]. And to your Lord direct your longing." (Quran, Surah Al-Insyirah: 5-8)

"Indeed, Allah will not change the condition of a people until they change what is in themselves." (Quran, Surah Ar-Ra'd: 11)

"There is no change where there is no action." (Annisa Arrumaisha Siregar)

"You will never always be motivated, so you must learn to be disciplined." (Annisa Arrumaisha Siregar)

Tugas akhir ini dengan penuh rasa hormat kupersembahkan untuk:

- ❖ Teristimewa untuk nenek, kedua orang tua saya serta seluruh anggota keluarga. Terima kasih atas dukungan tanpa henti, doa, dan cinta yang selalu mengalir dalam setiap langkah perjalanan akademis saya. Keyakinan kalian telah menjadi dorongan utama bagi saya, dan saya bersyukur atas pengorbanan yang telah kalian lakukan agar saya bisa meraih kesuksesan.
- ❖ Dosen pembimbing tugas akhir saya, Bapak Sopian Soim, S.T., M.T. dan Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd, M.T. Terima kasih atas bimbingan, arahan, dan saran yang berharga selama proses pengerjaan tugas akhir ini. Tanpa dukungan serta bimbingan dari Bapak, tugas akhir ini tidak akan terwujud dengan baik.
- ❖ Teman-teman Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Angkatan 2019, khususnya TEB. Terima kasih atas kebersamaan, motivasi, dan pengalaman bersama yang membuat perjalanan akademis ini menyenangkan dan berkesan.
- ❖ Para penulis dan ilmuwan yang menginspirasi saya. Terima kasih atas kontribusi berharga yang telah Anda berikan melalui karya ilmiah dan penelitian Anda. Semangat dan dedikasi Anda dalam dunia penelitian telah memberi inspirasi bagi perjalanan akademis saya.
- ❖ Terakhir, saya persembahkan tugas akhir ini untuk diri saya di masa depan. Semoga karya ini menjadi bukti kesungguhan, kerja keras, dan semangat untuk terus belajar. Saat saya melangkah maju dalam upaya akademis dan profesional, semoga tugas akhir ini menjadi pengingat akan ketekunan dan tekad yang diperlukan untuk mengatasi tantangan dan mencapai kesuksesan.

ABSTRAK

PENINGKATAN PERFORMA *BACK PROPAGATION NEURAL NETWORK* DENGAN OPTIMASI *HYPERPARAMETER* UNTUK DETEKSI *MALWARE* (2023) : xvii + 92 halaman + 32 gambar + 8 tabel + 72 lampiran)

ANNISA ARRUMAISHA SIREGAR

061940351944

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Perkembangan pesat internet meningkatkan risiko serangan siber, termasuk serangan *malware* yang mengancam keamanan jaringan. Penelitian ini menginvestigasi penerapan *Back Propagation Neural Network (BPNN)* untuk deteksi *malware*, melibatkan eksperimen tanpa dan dengan optimasi *hyperparameter*. Eksperimen tanpa optimasi mengeksplorasi berbagai kombinasi *hyperparameter*, termasuk jumlah neuron di lapisan tersembunyi, *learning rate*, dan jumlah *epoch*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa performa model tetap berada pada kisaran 96% hingga 97%. Kombinasi dengan 20 neuron pada lapisan tersembunyi, *learning rate* sebesar 0.05, dan 200 *epoch* mencapai akurasi, presisi, dan *recall* sebesar 97%, serta *F1-score* sebesar 96%, dengan waktu komputasi yang efisien sekitar 5670.53 detik. Eksperimen yang dioptimasi menggunakan *Grid Search* untuk *hyperparameter tuning* meningkatkan akurasi hingga 1% dibandingkan dengan pendekatan tanpa optimasi. Dengan *learning rate* 0.05, *dropout rate* 0.1, 20 neuron pada lapisan tersembunyi, 2 lapisan tersembunyi, dan 200 *epoch*, model mencapai akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* sebesar 98%. Namun, peningkatan ini disertai waktu komputasi yang lebih tinggi. Pengujian pada *real test data* menunjukkan keefektifan model *neural network* berperforma terbaik dalam mengidentifikasi dan membedakan antara *file malware* dan *benign*. Dengan akurasi 96.67%, sistem secara akurat mendeteksi sebagian besar *file malware* dan *benign*. Dari 135 *file malware*, 130 diidentifikasi secara benar, begitu pula dengan semua 15 *file benign*. Penelitian ini membuktikan bahwa model *neural network* yang diimplementasikan pada *website* memiliki kinerja yang baik dalam mendeteksi *malware*.

Kata Kunci: Deteksi *malware*, *Back Propagation Neural Network*, optimasi *hyperparameter*, *Grid Search*, akurasi, presisi, *recall*, *F1-score*

ABSTRACT

IMPROVING BACK PROPAGATION NEURAL NETWORK PERFORMANCE WITH HYPERPARAMETER OPTIMIZATION FOR MALWARE DETECTION

(2023) : xvii + 92 pages + 32 pictures + 8 tables + 72 attachments)

ANNISA ARRUMAISHA SIREGAR

061940351944

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

BACHELOR OF APPLIED SCIENCE IN TELECOMMUNICATIONS

ENGINEERING STUDY PROGRAM

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

The rapid growth of the internet has heightened the risk of cyberattacks, including malware attacks that posed a threat to network security. This research investigated the implementation of a Back Propagation Neural Network (BPNN) for malware detection, involving experiments without and with hyperparameter optimization. The unoptimized experiment explored various hyperparameter combinations, including the number of neurons in hidden layers, learning rate, and epoch count. The experiment's results indicated that the model's performance remained within the 96% to 97% range. The combination of 20 neurons in the hidden layer, a learning rate of 0.05, and 200 epochs achieved an accuracy, precision, and recall of 97%, along with an F1-score of 96%, with an efficient computational time of approximately 5670.53 seconds. Optimizing the experiment using Grid Search for hyperparameter tuning improved accuracy by up to 1% compared to the unoptimized approach. With a learning rate of 0.05, a dropout rate of 0.1, 20 neurons in the hidden layer, 2 hidden layers, and 200 epochs, the model achieved an accuracy, precision, recall, and F1-score of 98%. However, this enhancement required more computation time. Testing on real test data demonstrated the effectiveness of the best-performing neural network model in identifying and distinguishing between malware and benign files. With an accuracy of 96.67%, the system accurately detected malware and benign files. Of the 135 malware files, 130 were correctly identified, along with all 15 benign files. This research proved that the implemented neural network model on the website performed well in malware detection.

Keywords: *Malware detection, Back Propagation Neural Network, hyperparameter optimization, Grid Search, accuracy, precision, recall, F1-score*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**Peningkatan Performa *Back Propagation Neural Network* dengan Optimasi *Hyperparameter* untuk Deteksi *Malware*” dengan tepat waktu. Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.**

Dengan selesainya laporan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada **Bapak Sopian Soim, S.T., M.T** dan **Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan nasihatnya kepada penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa., M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Hj. Lindawati, S.T., M.T.I. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak/Ibu dosen, staf pengajar, dan teknisi Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Orang tua serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan bantuan baik secara moril dan finansial untuk penulis.
6. Seluruh teman seperjuangan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Angkatan 2019 Terkhususnya Kelas TEB.
7. Sahabat yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
9. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kesalahan dan kekurangan. Hal ini disebabkan masih terbatasnya kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, terutama bagi para pembaca, penulis sendiri, serta mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2023

Annisa Arrumaisha Siregar

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	II
HALAMAN PENGESAHAN	III
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	V
ABSTRAK	VI
ABSTRACT	VII
KATA PENGANTAR	VIII
DAFTAR ISI	X
DAFTAR GAMBAR	XIV
DAFTAR TABEL	XVI
DAFTAR LAMPIRAN	XVII
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah.....	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Metodologi Penulisan	8
1.7 Sistematika Penulisan	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Metode Tinjauan Pustaka	10
2.2 Studi Literatur Penelitian Terdahulu	11
2.3 <i>Malware</i>	16
2.4 <i>Benign</i>	16
2.5 <i>Machine Learning</i>	16
2.6 <i>Deep Learning</i> dan <i>Neural Network</i>	17
2.7 <i>Back Propagation Neural Network</i>	18
2.7.1 Algoritma Pembelajaran <i>Back Propagation</i>	18

2.7.2	Deskripsi Algoritma <i>Back Propagation</i> dalam Matematika.....	19
2.8	Fungsi Aktivasi	21
2.8.1	<i>Sigmoid Function</i>	22
2.8.2	<i>Softmax Function</i>	23
2.8.3	<i>ReLU Function</i>	23
2.8.4	<i>Tanh (Hyperbolic Tangent) Function</i>	24
2.9	Regularisasi <i>Dropout</i>	24
2.10	<i>Adam Optimizer</i>	25
2.11	<i>Cross Entropy Loss Function</i>	27
2.12	<i>Grid Search</i>	27
2.13	<i>Confusion Matrix</i>	28
2.14	Python	30
2.15	Flask Python.....	31
2.16	Google Colaboratory	31
2.17	PyCharm.....	32
2.18	Anaconda.....	33
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1	Kerangka Penelitian	34
3.2	Studi Literatur	35
3.3	Pengumpulan Data	36
3.4	<i>Preprocessing</i> Data	37
3.4.1	Pembersihan Data.....	38
3.4.2	Normalisasi Data.....	38
3.4.3	Pembagian Data menjadi Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i>	39
3.5	Pembangunan Model <i>Neural Network</i>	40
3.5.1	Model <i>Neural Network</i> dengan Metode <i>Back Propagation</i> Tanpa Optimasi <i>Hyperparameter Tuning</i>	40
3.5.2	Model <i>Neural Network</i> dengan Metode <i>Back Propagation</i> dan Optimasi <i>Hyperparameter Tuning</i> Menggunakan <i>Grid Search</i>	43
3.6	Evaluasi Model.....	47
3.7	Penyimpanan Model.....	48

3.7.1 Penyimpanan Model <i>Neural Network</i> dengan Metode <i>Back Propagation</i> Tanpa Optimasi <i>Hyperparameter Tuning</i>	48
3.7.2 Penyimpanan Model <i>Neural Network</i> dengan Metode <i>Back Propagation</i> dan Optimasi <i>Hyperparameter Tuning</i> Menggunakan <i>Grid Search</i>	48
3.8 Perancangan <i>Website</i>	49
3.9 Pengujian <i>Website</i> dengan <i>Real Test Data</i>	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil Pengumpulan Data.....	51
4.2 Hasil <i>Preprocessing</i> Data.....	52
4.2.1 Hasil Pembersihan Data	52
4.2.2 Hasil Normalisasi Data	53
4.2.3 Hasil Pembagian Data menjadi Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i>	54
4.3 Hasil Eksperimen	55
4.3.1 Hasil Eksperimen Penerapan Metode <i>Back Propagation</i> Tanpa Optimasi <i>Hyperparameter Tuning</i>	56
4.3.2 Hasil Eksperimen Penerapan Metode <i>Back Propagation</i> Dengan Optimasi <i>Hyperparameter Tuning</i> Menggunakan <i>Grid Search</i>	59
4.4 Evaluasi Model.....	62
4.4.1 Evaluasi Model <i>Back Propagation Neural Network</i> Tanpa Optimasi <i>Hyperparameter Tuning</i>	63
4.4.2 Evaluasi Model <i>Back Propagation Neural Network</i> Dengan Optimasi <i>Hyperparameter Tuning</i> Menggunakan <i>Grid Search</i>	67
4.5 Hasil Penyimpanan Model	71
4.5.1 Hasil Penyimpanan Model <i>Neural Network</i> dengan Metode <i>Back Propagation</i> Tanpa Optimasi <i>Hyperparameter Tuning</i>	71
4.5.2 Hasil Penyimpanan Model <i>Neural Network</i> dengan Metode <i>Back Propagation</i> dan Optimasi <i>Hyperparameter Tuning</i> Menggunakan <i>Grid Search</i>	72
4.6 Hasil Perancangan <i>Website</i>	73
4.7 Hasil Pengujian <i>Website</i> dengan <i>Real Test Data</i>	78

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik jumlah serangan siber yang terjadi di Indonesia sepanjang tahun 2021	2
Gambar 1.2 Jumlah harian rata-rata <i>malware</i> yang terdeteksi oleh Kaspersky dari 2019 hingga 2022 (1 Januari - 31 Oktober)	3
Gambar 2.1 Otak manusia dan simulasinya melalui ANN.....	17
Gambar 2.2 <i>Backpropagation</i> dalam <i>multilayer perceptron</i> dengan dua <i>hidden layer</i> , menunjukkan koneksi sinaptik antar neuron di <i>layer</i> yang berbeda.....	19
Gambar 2.3 <i>Dropout</i> model <i>neural network</i> (a) Standar <i>neural network</i> dengan 2 <i>hidden layer</i> , (b) Contoh penerapan <i>dropout</i> pada network, unit yang disilangkan telah di- <i>drop</i>	25
Gambar 2.4 Logo bahasa pemrograman Python	31
Gambar 2.5 Logo Flask	31
Gambar 2.6 Logo Google Colaboratory	32
Gambar 2.7 Logo PyCharm.....	33
Gambar 2.8 Logo Anaconda.....	33
Gambar 3.1 Kerangka penelitian	34
Gambar 3.2 <i>Flowchart preprocessing</i> data	37
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> pembangunan model <i>neural network</i> dengan metode <i>back propagation</i> tanpa optimasi <i>hyperparameter tuning</i>	43
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> pembangunan model <i>neural network</i> dengan metode <i>back propagation</i> dan optimasi <i>hyperparameter tuning</i> menggunakan <i>Grid Search</i> ...	46
Gambar 4.1 Cuplikan <i>dataset</i> deteksi <i>malware</i> dalam <i>file PE</i>	52
Gambar 4.2 Cuplikan <i>dataset</i> deteksi <i>malware</i> dalam <i>file PE</i> yang telah melalui proses pembersihan data dan menjadi <i>dataset</i> yang bersih.....	53
Gambar 4.3 Cuplikan <i>dataset</i> deteksi <i>malware</i> dalam <i>file PE</i> yang telah berhasil dinormalisasi untuk analisis dan pemodelan lebih lanjut.....	54
Gambar 4.4 Hasil pembagian data menjadi data <i>training</i> dan data <i>testing</i>	55

Gambar 4.5 <i>Confusion matrix</i> model <i>back propagation neural network</i> tanpa optimasi <i>hyperparameter tuning</i> (kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik berdasarkan eksperimen).....	63
Gambar 4.6 <i>Classification report</i> model <i>back propagation neural network</i> tanpa optimasi <i>hyperparameter tuning</i> (kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik berdasarkan eksperimen).....	65
Gambar 4.7 Grafik akurasi, presisi, <i>recall</i> , dan <i>F1-score</i> model <i>back propagation neural network</i> tanpa optimasi <i>hyperparameter tuning</i> (kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik berdasarkan eksperimen).....	66
Gambar 4.8 <i>Confusion matrix</i> model <i>back propagation neural network</i> dengan optimasi <i>hyperparameter tuning</i> menggunakan <i>Grid Search</i> (kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik berdasarkan eksperimen).....	67
Gambar 4.9 <i>Classification report</i> model <i>back propagation neural network</i> dengan optimasi <i>hyperparameter tuning</i> menggunakan <i>Grid Search</i> (kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik berdasarkan eksperimen).....	69
Gambar 4.10 Grafik akurasi, presisi, <i>recall</i> , dan <i>F1-score</i> model <i>back propagation neural network</i> dengan optimasi <i>hyperparameter tuning</i> menggunakan <i>Grid Search</i> (kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik berdasarkan eksperimen).....	71
Gambar 4.11 Hasil penyimpanan model <i>neural network</i> dengan metode <i>back propagation</i> tanpa optimasi <i>hyperparameter tuning</i>	72
Gambar 4.12 Hasil penyimpanan model <i>neural network</i> dengan metode <i>back propagation</i> dan optimasi <i>hyperparameter tuning</i> menggunakan <i>Grid Search</i> ...	72
Gambar 4.13 Tampilan menu utama	74
Gambar 4.14 Tampilan <i>services</i> (layanan) dimana pengguna diminta untuk mengunggah <i>exe file</i>	74
Gambar 4.15 Tampilan saat pengguna mengunggah <i>exe file</i>	75
Gambar 4.16 Tampilan setelah menekan tombol <i>detecting process</i> (proses pendeteksian sedang berlangsung).....	75
Gambar 4.17 Tampilan setelah proses pendeteksian selesai (terdeteksi <i>malware</i>)	77
Gambar 4.18 Tampilan setelah proses pendeteksian selesai (bukan <i>malware</i>)... ..	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Literatur Penelitian Terdahulu	11
Tabel 2.2 <i>Confusion matrix</i>	29
Tabel 3.1 Metrik untuk mengukur performa	47
Tabel 4.1 Hasil eksperimen penerapan metode <i>back propagation</i> tanpa optimasi <i>hyperparameter tuning</i> pada data <i>training</i>	56
Tabel 4.2 Hasil eksperimen penerapan metode <i>back propagation</i> tanpa optimasi <i>hyperparameter tuning</i> pada data <i>testing</i>	57
Tabel 4.3 Hasil eksperimen penerapan metode <i>back propagation</i> dengan optimasi <i>hyperparameter tuning</i> menggunakan <i>Grid Search</i> pada data <i>training</i>	60
Tabel 4.4 Hasil eksperimen penerapan metode <i>back propagation</i> dengan optimasi <i>hyperparameter tuning</i> menggunakan <i>Grid Search</i> pada data <i>testing</i>	60
Tabel 4.5 Hasil pengujian <i>website</i> deteksi <i>malware</i> dengan <i>real test data</i>	78

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 Lembar Kesepakatan Bimbingan Tugas Akhir Pembimbing I
- Lampiran 3 Lembar Kesepakatan Bimbingan Tugas Akhir Pembimbing II
- Lampiran 4 Lembar Bimbingan Tugas Akhir Pembimbing I
- Lampiran 5 Lembar Bimbingan Tugas Akhir Pembimbing II
- Lampiran 6 Lembar Rekomendasi Ujian Tugas Akhir
- Lampiran 7 Lembar Pelaksanaan Revisi Tugas Akhir
- Lampiran 8 *Letter of Acceptance (LoA)*
- Lampiran 9 Anggaran Biaya
- Lampiran 10 *Source Code*