

KLASIFIKASI KESEHATAN KUDA BERDASARKAN DATA BIOMETRIK MENGGUNAKAN *ONE-DIMENSIONAL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DAN *SUPPORT VECTOR MACHINE*

FRIDHOLIN YACOB KAPPUW



**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Klasifikasi Kesehatan Kuda Berdasarkan Data Biometrik Menggunakan *One-Dimensional Convolutional Neural Network* dan *Support Vector Machine*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Fridholin Yacob Kappuw
G6501231028

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

FRIDHOLIN YACOB KAPPUW. Klasifikasi Kesehatan Kuda Berdasarkan Data Biometrik Menggunakan *One-Dimensional Convolutional Neural Network* dan *Support Vector Machine*. Dibimbing oleh SONY HARTONO WIJAYA dan HERU SUKOCO.

Kuda memiliki peran penting dalam kehidupan manusia, baik sebagai hewan kerja, transportasi, olahraga, rekreasi, dan pendukung kebutuhan biomedis melalui produksi plasma antiserum. Namun, kesehatan kuda perlu mendapat perhatian serius karena gangguan kesehatan dapat memengaruhi produktivitas, dan kelangsungan hidupnya. Salah satu gangguan yang sering ditemukan dan berisiko tinggi adalah kolik. Kolik dapat menyebabkan perubahan perilaku dan parameter fisiologis, seperti peningkatan detak jantung, perubahan laju respirasi, perubahan suhu tubuh, dan penurunan saturasi oksigen. Oleh karena itu, deteksi dini diperlukan untuk meminimalkan kematian pada kuda. Keterbatasan pengamatan manual mendorong pemanfaatan *biosensor* dan *wearable sensor* untuk memantau kondisi fisiologis kuda secara objektif, kontinu, dan berbasis data. Dalam penelitian ini, data biometrik dari *Smart Halter* versi 1.5 digunakan sebagai dasar klasifikasi kesehatan kuda secara otomatis.

Penelitian ini bertujuan membangun model klasifikasi kesehatan kuda berbasis data biometrik menggunakan *One-Dimensional Convolutional Neural Network* (1D-CNN) dan *Support Vector Machine* (SVM), serta mengevaluasi kinerjanya berdasarkan performa klasifikasi dan efisiensi waktu komputasi. Data diperoleh dari kuda di Biofarma Cisarua, Bandung dan *Equestrian Park IPB University* pada 7–8 September 2023, 14 November 2023, serta 16, 19, dan 21 Mei 2025. Data terdiri atas dua *dataset* dengan struktur fitur berbeda, yaitu *dataset* biometrik kuda 1 sebanyak 2340 baris dengan fitur detak jantung, suhu tubuh, dan saturasi oksigen berlabel sehat, dan *dataset* biometrik kuda 2 sebanyak 2009 baris dengan fitur detak jantung, suhu tubuh, dan laju respirasi berlabel sehat dan sakit. Untuk membentuk empat fitur masukan lengkap, yaitu detak jantung, suhu tubuh, saturasi oksigen, dan laju respirasi, dilakukan praproses berupa imputasi menggunakan *Random Forest Regressor*, penanganan *outlier* dengan *Interquartile Range* (IQR), serta normalisasi menggunakan *Min-Max Normalization*.

Pemodelan dilakukan menggunakan dua pendekatan, yaitu 1D-CNN dan SVM, yang keduanya dioptimasi menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Model 1D-CNN digunakan karena data biometrik memiliki karakteristik satu dimensi dan berpotensi mengandung pola lokal antar fitur yang dapat dipelajari melalui operasi konvolusi. Sementara itu, SVM digunakan sebagai model pembanding karena memiliki kemampuan generalisasi yang baik pada permasalahan klasifikasi. Pada 1D-CNN, *hyperparameter* yang dioptimasi meliputi jumlah *filter*, ukuran *kernel*, jumlah *dense layer*, jumlah *neuron*, *dropout rate*, *learning rate*, *batch size*, dan jumlah *epoch*. Pada SVM, *hyperparameter* yang dioptimasi meliputi nilai *C*, *gamma*, jenis *kernel*, dan skema *decision values*. Evaluasi model dilakukan menggunakan *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-Score*, *confusion matrix*, *precision-recall curve*, *ROC curve*, serta waktu komputasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua model mampu melakukan klasifikasi kesehatan kuda dengan performa tinggi. Model 1D-CNN dengan PSO



memberikan hasil terbaik pada iterasi ke-100 dengan *accuracy* 98,14%, *precision* 92,55%, *recall* 98,68%, dan *F1-Score* 95,51%, menggunakan konfigurasi 32 *filter*, *kernel size* 3, 1 *dense layer* dengan 64 *neuron*, *dropout rate* 0,288, *learning rate* 0,00541, *batch size* 32, dan 62 *epoch*. Berdasarkan *confusion matrix*, model ini berhasil mengklasifikasikan 589 data kuda sehat dan 149 data kuda sakit dengan benar, dengan 12 *false positive* dan 2 *false negative*. Sementara itu, model *SVM* dengan *PSO* juga menunjukkan performa kompetitif dengan *accuracy* 97,87%, *precision* 92,45%, *recall* 97,35%, dan *F1-Score* 94,84%, menggunakan *hyperparameter* terbaik $C = 10$, $\gamma = 10$, *kernel* RBF, dan skema *decision value one-vs-rest (OVR)*. Model *SVM* berhasil mengklasifikasikan 589 data kuda sehat dan 147 data kuda sakit dengan benar, dengan 12 *false positive* dan 4 *false negative*. Secara keseluruhan, 1D-CNN lebih unggul terutama pada nilai *recall*, sehingga lebih relevan untuk kebutuhan deteksi dini kuda sakit.

Perbandingan kedua model menunjukkan adanya *trade-off* antara performa klasifikasi dan efisiensi komputasi. Model 1D-CNN dengan *PSO* memberikan performa terbaik secara keseluruhan, terutama karena memiliki *recall* tertinggi sehingga lebih mampu meminimalkan risiko kuda sakit yang tidak terdeteksi. Namun, model ini membutuhkan waktu komputasi yang lebih besar dan bervariasi, bahkan dapat mencapai beberapa jam hingga belasan jam pada iterasi tertentu. Sebaliknya, model *SVM* dengan *PSO* membutuhkan waktu komputasi yang lebih singkat, yaitu kurang dari satu jam hingga sedikit di atas satu jam, dengan performa yang tetap kompetitif.

Berdasarkan hasil tersebut, 1D-CNN dengan *PSO* dapat direkomendasikan apabila prioritas utama sistem adalah akurasi dan sensitivitas deteksi, khususnya untuk mengurangi kemungkinan kuda sakit tidak terdeteksi. Sementara itu, *SVM* dengan *PSO* dapat menjadi alternatif yang lebih efisien apabila sistem diterapkan pada lingkungan dengan keterbatasan sumber daya komputasi. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa data biometrik dari *Smart Halter* dapat dimanfaatkan untuk membangun model klasifikasi kesehatan kuda berbasis *machine learning* dan *deep learning*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem pemantauan kesehatan kuda secara otomatis, terutama untuk mendukung deteksi dini kondisi sakit atau gangguan kesehatan seperti kolik.

Kata kunci: *one-dimensional convolutional neural network*, *biometric data*, *horse health classification*, *particle swarm optimization*, *support vector machine*.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

SUMMARY

FRIDHOLIN YACOB KAPPUW. *Horse Health Classification Based on Biometric Data using One-Dimensional Convolutional Neural Network and Support Vector Machine*. Supervised by SONY HARTONO WIJAYA and HERU SUKOCO.

Horses play an important role in human life, including as working animals, means of transportation, animals for sports and recreation, and as biomedical resources through the production of plasma for antiserum production. However, horse health requires serious attention because health disorders may affect productivity and survival. One of the most common and high-risk health disorders in horses is colic. Colic may cause changes in behaviour and physiological parameters, such as increased heart rate, altered respiratory rate, changes in body temperature, and decreased oxygen saturation. Therefore, early detection is needed to minimize mortality in horses. The limitations of manual observation have encouraged the use of biosensors and wearable sensors to monitor horses' physiological conditions objectively, continuously, and based on data. In this study, biometric data obtained from Smart Halter version 1.5 were used as the basis for automatic horse health classification.

This study aimed to develop a horse health classification model based on biometric data using One-Dimensional Convolutional Neural Network (1D-CNN) and Support Vector Machine (SVM), as well as to evaluate their performance based on classification results and computational efficiency. The data were obtained from horses at Biofarma Cisarua, Bandung, and Equestrian Park IPB University on 7–8 September 2023, 14 November 2023, and 16, 19, and 21 May 2025. The data consisted of two datasets with different feature structures. The first horse biometric dataset contained 2,340 rows with heart rate, body temperature, and oxygen saturation features, and was labelled as healthy. The second horse biometric dataset contained 2,009 rows with heart rate, body temperature, and respiratory rate features, and was labelled as healthy and sick. To construct four complete input features, namely heart rate, body temperature, oxygen saturation, and respiratory rate, preprocessing was performed through imputation using Random Forest Regressor, outlier handling using the Interquartile Range method, and normalization using Min-Max normalization.

Modelling was conducted using two approaches, namely 1D-CNN and SVM, both of which were optimized using Particle Swarm Optimization (PSO). The 1D-CNN model was used because biometric data have one-dimensional characteristics and may contain local patterns among features that can be learned through convolution operations. Meanwhile, SVM was used as a comparison model because it has good generalization ability in classification problems. In the 1D-CNN model, the optimized hyperparameters included the number of filters, kernel size, number of dense layers, number of neurons, dropout rate, learning rate, batch size, and number of epochs. In the SVM model, the optimized hyperparameters included C, gamma, kernel type, and decision value scheme. Model evaluation was conducted using accuracy, precision, recall, F1-Score, confusion matrix, precision-recall curve, ROC curve, and computational time.

The results showed that both models were able to classify horse health status with high performance. The PSO-optimized 1D-CNN model achieved the best



result at the 100th iteration, with an accuracy of 98.14%, precision of 92.55%, recall of 98.68%, and F1-Score of 95.51%. This result was obtained using a configuration of 32 filters, a kernel size of 3, one dense layer with 64 neurons, a dropout rate of 0.288, a learning rate of 0.00541, a batch size of 32, and 62 epochs. Based on the confusion matrix, this model correctly classified 589 healthy horse data and 149 sick horse data, with 12 false positives and 2 false negatives. Meanwhile, the PSO-optimized SVM model also showed competitive performance, with an accuracy of 97.87%, precision of 92.45%, recall of 97.35%, and F1-Score of 94.84%. The best hyperparameters for this model were $C = 10$, $\gamma = 10$, RBF kernel, and one-vs-rest (OVR) decision value scheme. The SVM model correctly classified 589 healthy horse data and 147 sick horse data, with 12 false positives and 4 false negatives. Overall, 1D-CNN performed better, particularly in terms of recall, making it more relevant for the early detection of sick horses.

The comparison between the two models indicated a trade-off between classification performance and computational efficiency. The PSO-optimized 1D-CNN model provided the best overall performance, mainly because it achieved the highest recall, which made it more capable of minimizing the risk of sick horses being left undetected. However, this model required greater and more variable computational time, reaching several hours to more than ten hours in certain iterations. In contrast, the PSO-optimized SVM model required shorter computational time, ranging from less than one hour to slightly more than one hour, while still maintaining competitive performance.

Based on these results, the PSO-optimized 1D-CNN model can be recommended when the main priority of the system is classification accuracy and detection sensitivity, particularly to reduce the possibility of sick horses being misclassified as healthy. Meanwhile, the PSO-optimized SVM model can serve as a more efficient alternative when the system is implemented in an environment with limited computational resources. Overall, this study demonstrates that biometric data obtained from Smart Halter can be used to develop horse health classification models based on machine learning and deep learning. The findings of this study are expected to serve as a foundation for the development of an automatic horse health monitoring system, particularly to support the early detection of illness or health disorders such as colic.

Keywords: one-dimensional convolutional neural network, biometric data, horse health classification, particle swarm optimization, support vector machine



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

KLASIFIKASI KESEHATAN KUDA BERDASARKAN DATA BIOMETRIK MENGGUNAKAN *ONE-DIMENSIONAL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DAN *SUPPORT VECTOR MACHINE*

FRIDHOLIN YACOB KAPPUW

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Hari Agung Adrianto S.Kom., M.Si., Ph.D



Judul Tesis : Klasifikasi Kesehatan Kuda Berdasarkan Data Biometrik
Menggunakan *One-Dimensional Convolutional Neural Network*
dan *Support Vector Machine*

Nama : Fridholin Yacob Kappuw
NIM : G6501231028

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.

Pembimbing 2:

Dr. Eng Heru Sukoco, S.Si., M.T.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Toto Haryanto, S.Kom, M.Si

NIP 19821117201404 1 001

Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan
Informatika:

Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si, M.Kom

NIP 19660702199302 1 001

Tanggal Ujian:
23 April 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga penelitian yang berjudul “Klasifikasi Kesehatan Kuda Berdasarkan Data Biometrik Menggunakan *One-Dimensional Convolutional Neural Network* dan *Support Vector Machine*” dapat diselesaikan yang berlangsung sejak bulan Oktober 2024 sampai bulan Agustus 2025.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom, M.Kom dan Dr. Eng Heru Sukoco, S.SI, M.T yang telah membimbing dan banyak memberi saran sejak awal penelitian ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada moderator seminar dan penguji luar komisi pembimbing yang sudah memberikan masukan atas penelitian ini.

Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Mama Irene Waas dan Saudara Samuel Kappuw, Ray Kappuw, dan seluruh anggota keluarga atas dukungan doa dan dorongan dalam penyelesaian penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah mensponsori studi penulis.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Intan Riani Solo, Ahmad Syauqi, Kontrakan Ceria, Andrew Adi Nugraha, Florecita Prameswari, Oma dan Opa beserta keluarga besar Ambon di Bogor, staf kepegawaian Ilmu Komputer IPB, pengelola kandang kuda Equestrian Park IPB University serta teman-teman yang tidak sempat disebutkan namanya oleh penulis atas dukungan partisipasinya baik dalam pengambilan data, pengolahan data hingga penyelesaian penelitian ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Fridholin Yacob Kappuw



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kuda	5
2.2 Kolik Pada Kuda	5
2.3 Data Biometrik	7
2.4 <i>Machine Learning</i> dan <i>Deep Learning</i>	8
2.5 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	9
2.6 <i>One-Dimensional (1D) CNN</i>	11
2.7 <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	17
2.8 <i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i>	19
III METODE PENELITIAN	21
3.1 Data Penelitian	21
3.2 Tahapan Penelitian	22
3.2.1 Pengumpulan Data	22
3.2.2 Praproses Data	22
3.2.3 Pembagian Data	24
3.2.4 Normalisasi Data	24
3.2.5 Pemodelan 1D-CNN dan SVM	24
3.2.6 Evaluasi Model	25
3.3 Lingkungan Pengembangan	26
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Pengumpulan Data	28
4.2 Praproses Data	29
4.2.1 Hasil praproses data	29
4.3 Pembagian Data	33
4.4 Normalisasi Data	33
4.5 Hasil Model Klasifikasi Kesehatan Kuda	34
4.5.1 Analisis korelasi antar variabel input	34
4.5.2 Hasil Model 1D-CNN	35
4.5.3 Hasil Model SVM	37
4.6 Evaluasi Model Klasifikasi Kesehatan Kuda	40



4.6.1 Perbandingan Metrik Evaluasi	40
4.6.2 Efisiensi Komputasi	40
4.6.3 Implikasi Hasil Penelitian	41
V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	50

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	<i>Normal vital signs</i> (MSD Animal Health, 2022)	21
2	<i>Hyperparameter tuning</i> untuk 1D-CNN	24
3	<i>Hyperparameter tuning</i> untuk SVM	25
4	<i>Dataset</i> biometrik kuda 1	28
5	<i>Dataset</i> biometrik kuda 2	28
6	Hasil imputasi nilai saturasi kuda sakit	30
7	<i>Missing value</i> pada <i>dataset</i>	32
8	Hasil penanganan <i>missing value</i>	32
9	Hasil penanganan <i>Outlier</i>	33
10	Hasil normalisasi data	34
11	Hasil klasifikasi 1D-CNN	35
12	Hasil klasifikasi SVM	37

DAFTAR GAMBAR

1	Bagian <i>abdomen</i> kuda (www.msdrvmanual.com)	6
2	Hierarki AI (Diponegoro <i>et al.</i> 2021)	9
3	Operasi konvolusi (Suartika <i>et al.</i> 2016)	10
4	Operasi <i>max pooling</i> (Suartika <i>et al.</i> 2016)	11
5	Ilustrasi CNN (Nugroho <i>et al.</i> 2020)	11
6	Contoh konfigurasi 1D-CNN (Kiranyaz <i>et al.</i> 2021)	12
7	Tiga lapisan tersembunyi 1D-CNN (Kiranyaz <i>et al.</i> 2016)	13
8	FP dan BP pada <i>hidden layer</i> CNN (Kiranyaz <i>et al.</i> 2021)	15
9	FP dan BP pada <i>hidden layer</i> CNN (Kiranyaz <i>et al.</i> 2021)	15
10	Klasifikasi SVM untuk data linear (Chang <i>et al.</i> 2025)	17
11	SVM dengan data <i>nonlinier</i> (Chang <i>et al.</i> 2025)	18
12	<i>Smart Halter</i> versi 1.5	21
13	Tahapan penelitian 1D-CNN dan SVM	22
14	Alur Praproses Data	23
15	Visualisasi penyebaran data saturasi vs suhu	29
16	Visualisasi penyebaran data saturasi vs detak jantung	29
17	Visualisasi penyebaran data detak jantung vs suhu	30
18	(a) Distribusi data saturasi yang diimputasi vs suhu, (b) Distribusi data saturasi yang diimputasi vs detak jantung	31
19	Boxplot sebelum imputasi	31
20	Hasil penanganan <i>missing value</i>	32
21	Hasil penanganan <i>outlier</i>	33
22	Korelasi antar fitur input	34
23	<i>Learning Curves</i> 1D-CNN	35
24	<i>Precision-Recall Curve</i> 1D-CNN	36
25	<i>ROC Curve</i> 1D-CNN	36
26	<i>Confusion matrix</i> hasil klasifikasi 1D-CNN	37
27	<i>Precision Recall Curve</i> SVM	38
28	<i>ROC Curve</i> SVM	39
29	<i>Confusion matrix</i> hasil klasifikasi SVM	39
30	Perbandingan metrik evaluasi	40
31	Grafik efisiensi waktu komputasi	41



DAFTAR LAMPIRAN

1	Jumlah <i>missing value</i> pada saturasi dan respirasi	51
2	Statistik deskriptif setelah imputasi	52
3	Statistik deskriptif setelah penanganan outlier	53

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.