

**KOMBINASI ARSITEKTUR 1D-CNN DENGAN 2D-CNN  
UNTUK REKOMENDASI PEMUPUKAN DALAM PREDIKSI  
NUTRISI TANAH BERDASARKAN DATA *TIME SERIES***

**SKRIPSI**



**Oleh**

**MAULANA KHISYAM**

**NIM. 2110817110009**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARMASIN, JUNI 2025**

**KOMBINASI ARSITEKTUR 1D-CNN DENGAN 2D-CNN  
UNTUK REKOMENDASI PEMUPUKAN DALAM PREDIKSI  
NUTRISI TANAH BERDASARKAN DATA *TIME SERIES***

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
Sarjana Strata-1 Teknologi Informasi



**Oleh**

**MAULANA KHISYAM**

**NIM. 2110817110009**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARMASIN, JUNI 2025**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Maulana Khisyam  
NIM : 2110817110009  
Fakultas : Teknik  
Prodi : Teknologi Informasi  
Judul Tugas Akhir : Kombinasi Arsitektur 1D-CNN Dengan 2D-CNN Untuk Rekomendasi Pemupukan Dalam Prediksi Nutrisi Tanah Berdasarkan Data *Time Series*  
Pembimbing Utama : Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom., IPM

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar rujukan

Banjarmasin, 14 Mei 2025

Penulis,

Maulana Khisyam

## LEMBAR PENGESAHAN

### SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI INFORMASI

Kombinasi Arsitektur 1D-CNN Dengan 2D-CNN Untuk Rekomendasi Pemupukan Dalam  
Prediksi Nutrisi Tanah Berdasarkan Data *Time Series*

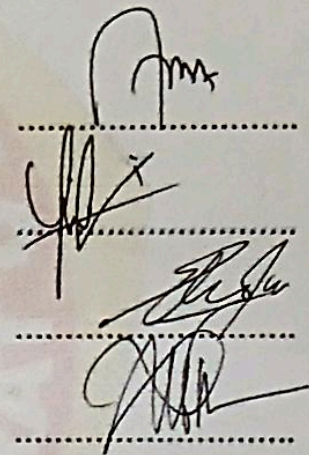
Oleh

Maulana Khisyam (2110817110009)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 10 Juni 2025 dan dinyatakan

LULUS

**Komite Penguji :**  
**Ketua :** Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom.  
NIP. 199307032019031011  
**Anggota 1 :** Muhammad Fajrian Noor, S.Kom., M.Kom  
NIP. 199611092023211009  
**Anggota 2 :** Eka Setya Wijaya, S.T., M.Kom  
NIP. 198205082008011010  
**Pembimbing :** Dr. Ir Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom. IPM.  
**Utama :** NIP. 198411202015042002



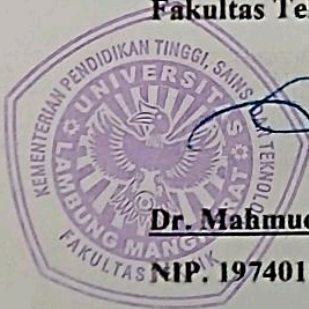
30 JUN 2025

Banjarbaru, .....

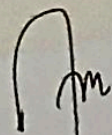
Diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik**  
**Fakultas Teknik ULM,**

**Koordinator Program Studi**  
**S-1 Teknologi Informasi,**



**Dr. Mahmud, S.T., M.T.**  
NIP. 197401071998021001



**Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom.**  
NIP. 199307032019031011

## **PERSETUJUAN SKRIPSI**

KOMBINASI ARSITEKTUR 1D-CNN DENGAN 2D-CNN UNTUK  
REKOMENDASI PEMUPUKAN DALAM PREDIKSI NUTRISI TANAH  
BERDASARKAN DATA *TIME SERIES*

OLEH

MAULANA KHISYAM

NIM. 2110817110009

Telah diperiksa dan terpenuhi semua persyaratan akademik, administrasi dan  
disetujui untuk dipertahankan di hadapan dewan penguji

Banjarmasin, 14 Mei 2025  
Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom., IPM

NIP. 198411202015042002

## ABSTRAK

Nutrisi dalam tanah tersedia dalam bentuk ion terlarut dalam air, yang dikenal sebagai larutan tanah. Nutrisi makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman harus larut dalam air agar dapat diserap oleh akar, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Ketersediaan unsur hara tersebut berperan penting dalam menentukan mutu serta hasil produksi pertanian. Kekurangan unsur hara dapat menghambat pertumbuhan tanaman, menurunkan hasil panen, dan meningkatkan risiko serangan hama maupun penyakit. Dalam praktiknya, petani masih menentukan dosis pupuk secara manual atau berdasarkan pengalaman, sehingga rawan terjadi ketidaksesuaian antara kebutuhan nutrisi dan jumlah pupuk yang diberikan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kandungan nutrisi tanah dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) guna mendukung sistem rekomendasi pemupukan presisi. Penelitian ini menggunakan pendekatan *multivariate time series* yang mampu mempertimbangkan korelasi antar variabel lingkungan seperti pH, kelembaban, dan kandungan unsur hara. Metode yang digunakan adalah 1D-CNN, 2D-CNN, dan kombinasi keduanya. Namun, 1D-CNN memiliki keterbatasan dalam menangkap hubungan spasial antar variabel, sedangkan 2D-CNN kurang efektif dalam menangani aspek temporal dari data deret waktu. Oleh karena itu, kombinasi kedua model digunakan untuk mengatasi kekurangan masing-masing arsitektur. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model kombinasi 1D-CNN dan 2D-CNN memberikan performa terbaik dengan nilai error MAE, MAPE, dan RMSE untuk variabel N sebesar 6.70; 6.44; 6.37. Untuk variabel P sebesar 10.39%; 12.52%; 15.92%, dan untuk variabel K sebesar 7.85; 7.53; 7.47.

Kata Kunci: 1D-CNN, 2D-CNN, Kombinasi, *Multivariate time series*, Nutrisi Tanah.

## ABSTRACT

*Nutrients in the soil are available in the form of ions dissolved in water, known as soil solution. The macro and micronutrients needed by plants must be dissolved in water to be absorbed by the roots, such as nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K). The availability of these nutrients plays an important role in determining the quality and yield of agricultural production. A deficiency in nutrients can hinder plant growth, reduce crop yields, and increase the risk of pest and disease attacks. In practice, farmers still determine fertilizer dosages manually or based on experience, which often leads to mismatches between nutrient needs and the amount of fertilizer applied. Therefore, this study aims to predict soil nutrient content using Artificial Intelligence technology to support a precision fertilization recommendation system. This research uses a multivariate time series approach that considers the correlation between environmental variables such as pH, moisture, and nutrient content. The methods used are 1D-CNN, 2D-CNN, and a combination of both. However, 1D-CNN has limitations in capturing spatial relationships between variables, while 2D-CNN is less effective in handling the temporal aspects of time series data. Thus, the combination of both models is used to overcome the limitations of each architecture. Evaluation results show that the combined 1D-CNN and 2D-CNN model provides the best performance with MAE, MAPE, and RMSE error values for the N variable at 6.70; 6.44; 6.37, for the P variable at 10.39%; 12.52%; 15.92%, and for the K variable at 7.85; 7.53; 7.47.*

*Keywords: 1D-CNN, 2D-CNN, Combination, Multivariate Time Series, Soil Nutrients.*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan Skripsi ini kepada:

1. Bapak, Mama, Kakak, dan keluarga tercinta yang sangat telah membantu dan memberikan semangat serta doa yang tidak pernah putus dalam menyelesaikan Skripsi ini.
2. Ibu Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom., IPM selaku dosen Pembimbing Utama yang telah meyempatkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dari awal sampai penyelesaian Skripsi ini.
3. Bapak Muhammad Bahit, S.Kom., M.Eng selaku dosen yang telah membantu selama pengerjaan skripsi.
4. Bapak Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom selaku Koordinator Program Studi Teknologi Informasi yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta progres laporan kepada penulis hingga Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Kakak Erika Maulidya yang telah membantu dan memberikan arahan dalam pengerjaan Skripsi ini hingga selesai.
6. Teman-teman selama perkuliahan, riset Syauqi, Renald, Henny, Annisa, Asandy, Andri, Khaliq, Qalby, Raihan, Alghifari, Rizal, Salma, Risqi dan teman-teman Angkatan 21 yang selalu membersamai selama perkuliahan.
7. Diri sendiri yang telah berjuang dan tetap semangat dalam menjalankan proses dari awal hingga selesi dalam penyelesaian Skripsi dan perkuliahan.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, kesehatan, dan kekuatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kombinasi Arsitektur 1D-CNN Dengan 2D-CNN Untuk Rekomendasi Pemupukan Dalam Prediksi Nutrisi Tanah Berdasarkan Data *Time Series*” ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada junjungan kita, Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju cahaya keilmuan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 (S1) pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis menyampaikan penghargaan kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta’ala yang sudah memberikan nikmat hidup, nikmat sehat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik karena tidak lepas dari pertolongan-Nya dan kehendak-Nya atas ikhtiar yang sudah penulis usahakan dan perjuangkan.
2. Bapak, Mama, Kakak, dan keluarga tercinta yang sangat telah membantu dan memberikan semangat serta doa yang tidak pernah putus dalam menjalankan menyelesaikan Skripsi ini.
3. Ibu Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom., IPM selaku dosen Pembimbing Utama yang telah menyempatkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dari awal sampai penyelesaian Skripsi ini.
4. Bapak Muhammad Bahit, S.Kom., M.Eng selaku dosen yang telah membantu selama pengerjaan skripsi.
5. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknologi informasi yang telah membantu penulis dalam segala hal selama penulis berkuliah di Program Studi ini.
6. Seluruh teman-teman perkuliahan dan riset yang selalu kebersamaian selama perkuliahan.

Akhir kata, penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian laporan Skripsi ini. Harapan dari penyusunan laporan ini adalah, semoga apa yang penulis susun dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak yang membutuhkan. Serta diharapkan dapat menjadi acuan informasi dasar dalam penelitian-penelitian terkait.

Skripsi ini terdiri dari beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- BAB I: Pendahuluan, yang mencakup latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.
- BAB II: Tinjauan Pustaka, berisi landasan teori, penelitian terkait, dan kerangka pemikiran.
- BAB III: Metodologi Penelitian, meliputi alat dan bahan, alur penelitian.
- BAB IV: Hasil dan Pembahasan, yang memaparkan hasil penelitian serta analisisnya.
- BAB V: Kesimpulan dan Saran, yang berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan lebih lanjut.

Banjarmasin, 14 Mei 2025

Penulis,

Maulana Khisyam

## DAFTAR ISI

|   |       |
|---|-------|
| SAMPUL DALAM.....   | ii    |
| LEMBAR PERNYATAAN .....   | iii   |
| LEMBAR PENGESAHAN .....   | iv    |
| PERSETUJUAN SKRIPSI .....   | v     |
| ABSTRAK .....   | vi    |
| ABSTRACT .....  | vii   |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....   | viii  |
| KATA PENGANTAR .....  | ix    |
| DAFTAR ISI.....   | xi    |
| DAFTAR TABEL.....   | xv    |
| DAFTAR GAMBAR .....   | xvii  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....  | xviii |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....   | xix   |
| BAB I PENDAHULUAN .....   | 1     |
| 1.1. Latar Belakang.....  | 1     |
| 1.2. Rumusan Masalah .....  | 5     |
| 1.3. Batasan Masalah .....  | 5     |
| 1.4. Tujuan Penelitian.....   | 6     |
| 1.5. Manfaat Penelitian.....  | 6     |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....  | 7     |
| 2.1. Penelitian Terkait.....  | 7     |
| 2.1.1 <i>Convolutional Neural Network Model for Soil Moisture Prediction and Its Transferability Analysis Based on Laboratory Vis-NIR Spectral Data</i> ..... | 7     |
| 2.1.2 <i>A CNN Model for Predicting Soil Properties using VIS–NIR Spectral Data</i> .....   | 8     |

|                                    |  |    |
|------------------------------------|--|----|
| 2.1.3                              | <i>A Convolutional Neural Network Model for Soil Temperature Prediction Under Ordinary and Hot Weather Conditions: Comparison with A Multilayer Perceptron Model</i> ..... | 8  |
| 2.1.4                              | <i>Comparative Study of 1D and 2D CNN Models with Attribution Analysis for Gravitational Wave Detection from Compact Binary Coalescences</i>                               | 9  |
| 2.1.5                              | <i>2-D Convolutional Deep Neural Network for The Multivariate Prediction of Photovoltaic Time series</i> .....   | 10 |
| 2.2.                               | Landasan Teori .....   | 16 |
| 2.2.1                              | Nutrisi Tanah .....  | 16 |
| 2.2.2                              | pH Tanah .....   | 17 |
| 2.2.3                              | Suhu .....   | 17 |
| 2.2.4                              | Kelembaban .....   | 17 |
| 2.2.5                              | Prediksi <i>Time series</i> .....  | 18 |
| 2.2.6                              | <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....  | 18 |
| 2.2.7                              | <i>One-Dimensional Convolutional Neural Network (1D-CNN)</i> .....   | 20 |
| 2.2.8                              | <i>Two-Dimensional Convolutional Neural Network (2D-CNN)</i> .....   | 22 |
| 2.2.9                              | <i>Mean Absolute Error (MAE)</i> .....   | 23 |
| 2.2.10                             | <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> .....   | 23 |
| 2.2.11                             | <i>Root Mean Squared Error (RMSE)</i> .....  | 24 |
| 2.3.                               | Kerangka Pemikiran .....   | 24 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... |  | 26 |
| 3.1                                | Alat dan Bahan Penelitian .....  | 26 |
| 3.1.1                              | Alat Penelitian .....  | 26 |
| 3.1.2                              | Bahan Penelitian .....   | 27 |
| 3.2                                | Alur Penelitian.....   | 27 |
| 3.2.1                              | Identifikasi Masalah .....   | 27 |
| 3.2.2                              | Studi Literatur.....   | 28 |

|                                   |  |    |
|-----------------------------------|--|----|
| 3.2.3                             | Pengumpulan Data.....  | 28 |
| 3.2.4                             | Eksperimen .....   | 29 |
| 3.2.5                             | Analisis Hasil.....  | 31 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... |  | 32 |
| 4.1                               | Pengumpulan Data.....  | 32 |
| 4.2                               | <i>Preprocessing Data</i> .....  | 33 |
| 4.2.1                             | Perubahan Data Menjadi Numerik .....   | 33 |
| 4.2.2                             | Pemeriksaan <i>Missing Value</i> .....                                       | 34 |
| 4.2.3                             | Pemilihan Fitur Berdasarkan <i>Correlation Matrix</i> .....                  | 34 |
| 4.2.4                             | Normalisasi Fitur .....  | 36 |
| 4.2.5                             | <i>Reshape Data</i> .....  | 37 |
| 4.3                               | Implementasi Model.....  | 40 |
| 4.3.1                             | Prediksi <i>Time Series</i> .....  | 41 |
| 4.3.2                             | Model 1D-CNN .....   | 41 |
| 4.3.3                             | Model 2D-CNN .....   | 41 |
| 4.3.4                             | Kombinasi Model 1D-CNN dengan 2D-CNN .....                                   | 42 |
| 4.4                               | Eksperimen Model.....  | 42 |
| 4.4.1                             | Inisialisasi Parameter Optimizer, Epoch, Batch Size dan Window Size<br>..... | 42 |
| 4.4.2                             | Arsitektur 1D-CNN .....  | 43 |
| 4.4.3                             | Arsitektur 2D-CNN .....  | 45 |
| 4.4.4                             | Kombinasi Arsitektur 1D-CNN dengan 2D-CNN .....                              | 47 |
| 4.5                               | Evaluasi Model.....  | 49 |
| 4.5.1                             | Evalusi Model Kombinasi Terhadap Model Tunggal.....                          | 49 |
| 4.5.2                             | Evaluasi <i>Training</i> dan <i>Testing</i> .....                            | 50 |
| 4.6                               | Analisis Hasil.....  | 51 |

|                                 |                           |    |
|---------------------------------|---------------------------|----|
| 4.7                             | Implementasi Sistem ..... | 53 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... |                           | 56 |
| 5.1                             | Kesimpulan.....           | 56 |
| 5.2                             | Saran.....                | 57 |
| DAFTAR PUSTAKA .....            |                           | 58 |
| LAMPIRAN.....                   |                           | 67 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terkait .....  | 12 |
| Tabel 3. 1 Alat Penelitian.....  | 26 |
| Tabel 3. 2 Bahan Penelitian .....  | 27 |
| Tabel 3. 3 Kualitas Tanah [53]–[55].....   | 28 |
| Tabel 3. 4 Eksperiman.....   | 31 |
| Tabel 4. 1 Kualitas Tanah [53]–[55].....   | 32 |
| Tabel 4. 2 Perubahan Data Numerik.....   | 33 |
| Tabel 4. 3 Pemeriksaan Missing Value.....  | 34 |
| Tabel 4. 4 Normalisasi Variabel X_Timeseries .....   | 36 |
| Tabel 4. 5 Normalisasi Variabel X_Multivariate .....   | 36 |
| Tabel 4. 6 Normalisasi Variabel Target (y) .....   | 37 |
| Tabel 4. 7 Reshape Fitur X_ts_train .....  | 39 |
| Tabel 4. 8 Reshape X_mv_train.....   | 39 |
| Tabel 4. 9 Reshape y_train.....  | 40 |
| Tabel 4. 10 Evaluasi matrix berdasarkan optimizer data training.....                           | 43 |
| Tabel 4. 11 Evaluasi matrix berdasarkan optimizer data testing .....                           | 43 |
| Tabel 4. 12 Hasil Eksperimen Pertama Training Arsitektur 1D-CNN .....                          | 44 |
| Tabel 4. 13 Hasil Eksperimen Pertama Test Arsitektur 1D-CNN .....                              | 44 |
| Tabel 4. 14 Hasil Eksperimen Kedua Training Arsitektur 2D-CNN.....                             | 46 |
| Tabel 4. 15 Hasil Eksperimen Kedua Test Arsitektur 2D-CNN.....                                 | 46 |
| Tabel 4. 16 Hasil Eksperimen Ketiga Training Kombinasi Arsitektur 1D-CNN<br>Dengan 2D-CNN..... | 48 |
| Tabel 4. 17 Hasil Eksperimen Ketiga Test Kombinasi Arsitektur 1D-CNN Dengan<br>2D-CNN .....    | 48 |

|   |    |
|---|----|
| Tabel 4. 18 Hasil Evaluasi MAE, MAPE, dan RMSE semua model.....   | 49 |
| Tabel 4. 19 Selisih Hasil Evaluasi MAE, MAPE, dan RMSE Train dan Test Model<br>1D-CNN .....                           | 50 |
| Tabel 4. 20 Selisih Hasil Evaluasi MAE, MAPE, dan RMSE Train dan Test Model<br>2D-CNN .....                           | 50 |
| Tabel 4. 21 Selisih Hasil Evaluasi MAE, MAPE, dan RMSE Train dan Test Model<br>Kombinasi 1D-CNN dengan 2D-CNN .....   | 51 |
| Tabel 4. 22 Selisih Hasil Evaluasi MAE, MAPE, dan RMSE Antara Arsitektur<br>Kombinasi dengan Arsitektur Lainnya ..... | 53 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 1. 1 1D-CNN [30].....  | 3  |
| Gambar 1. 2 2D-CNN [33].....  | 4  |
| Gambar 2. 1 Arsitektur CNN [50].....  | 18 |
| Gambar 2. 2 Convolutional Layer [50].....   | 19 |
| Gambar 2. 3 Pooling Layer [50] .....  | 19 |
| Gambar 2. 4 Fully Connected Layer [50] .....  | 20 |
| Gambar 2. 5 A sample 1D CNN configuration with 3 CNN and 2 MLP layers [51]<br>..... | 21 |
| Gambar 2. 6 Kerangka Pemikiran .....  | 25 |
| Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....  | 27 |
| Gambar 3. 2 Dataset.....  | 29 |
| Gambar 3. 3 Alur Eksperimen .....   | 30 |
| Gambar 4. 1 Dataset.....  | 32 |
| Gambar 4. 2 Correlation Matrix Masing-masing Fitur .....                            | 35 |
| Gambar 4. 3 Reshape Data.....   | 38 |
| Gambar 4. 4 Arsitektur 1D-CNN.....  | 43 |
| Gambar 4. 5 Arsitektur 2D-CNN .....   | 45 |
| Gambar 4. 6 Kombinasi Arsitektur 1D-CNN dengan 2D-CNN .....                         | 47 |
| Gambar 4. 7 Implementasi Sistem .....   | 54 |
| Gambar 4. 8 Sistem Fitur Konversi .....   | 54 |
| Gambar 4. 9 Hasil Sistem Prediksi .....   | 54 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|  |    |
|--|----|
| Lampiran 1 Lembar Konsultasi.....  | 67 |
| Lampiran 2 Panduan Penggunaan Sistem .....                                   | 69 |
| Lampiran 3 Baris Kode Pembuatan Model Menggunakan <i>Google Colaboratory</i> | 71 |
| Lampiran 4 Baris Kode Implementasi Sistem .....                              | 82 |
| Lampiran 5 Hasil Eksperimen.....   | 91 |