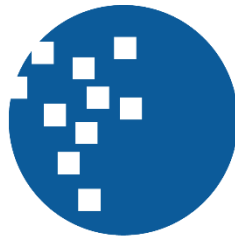


**PEMODELAN DINAMIKA PERUBAHAN HUTAN
KALIMANTAN MELALUI PERBANDINGAN *OPTIMIZER*
ALGORITMA LSTM MENGGUNAKAN *GLOBAL FOREST*
CHANGE DAN *NIGHT-TIME LIGHT DATA***



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

SKRIPSI

Thomas Januaryd Uspari

00000046001

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG**

2024

**PEMODELAN DINAMIKA PERUBAHAN HUTAN
KALIMANTAN MELALUI PERBANDINGAN *OPTIMIZER*
ALGORITMA LSTM MENGGUNAKAN *GLOBAL FOREST*
CHANGE DAN *NIGHT-TIME LIGHT DATA***



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Thomas Januaryd Uspari

00000046001

PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA

TANGERANG

2024

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Thomas Januaryd Uspari

Nomor Induk Mahasiswa : 00000046001

Program studi : Sistem Informasi

Skripsi dengan judul:

“Pemodelan Dinamika Perubahan Hutan Kalimantan melalui Perbandingan Optimizer Algoritma LSTM Menggunakan *Global Forest Change* dan *Night-Time Light Data*”

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk Tugas Akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 15 Mei 2024



Thomas Januaryd Uspari

UMM
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul
**Pemodelan Dinamika Perubahan Hutan Kalimantan melalui Perbandingan
Optimizer Algoritma LSTM Menggunakan Global Forest Change dan Night-
Time Light Data**

Oleh
Nama : Thomas Januardy Uspari
NIM : 00000046001
Program Studi : Sistem Informasi
Fakultas : Teknik dan Informatika


Telah diujikan pada hari Rabu, 29 Mei 2024
Pukul 13.00 s.d 15.00 dan dinyatakan
LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang


Rudi Sutomo, S.Kom., M.Si., M.Kom.
0222057501

Pembimbing


Jansen Wiratama, S.Kom., M.Kom.
0409019301
Ketua Program Studi Sistem Informasi

Penguji


Wella, S.Kom., M.MSI.
0305119101

UMMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA


Ririn Ikana Desanti, S.Kom., M.Kom.,
0313058001

Pemodelan Dinamika Perubahan ..., Thomas Januardy Uspari, Universitas Multimedia Nusantara

MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Thomas Januaryd Uspari
NIM : 00000046001
Program Studi : Sistem Informasi
Jenjang : ~~D3/S1/S2~~ (pilih salah satu)
Judul Karya Ilmiah :

Pemodelan Dinamika Perubahan Hutan Kalimantan melalui Perbandingan
Optimizer Algoritma LSTM Menggunakan *Global Forest Change* dan
Night-Time Light Data

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (pilih salah satu):

- Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial. Saya tidak akan mencabut kembali izin yang telah saya berikan dengan alasan apapun.
- Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: Dalam proses pengajuan penerbitan ke dalam jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan letter of acceptance) *.

Tangerang, 29 Mei 2024

Thomas Januaryd Uspari

* Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk dipublikasikan ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah menganugerahkan banyak hikmat dan pengetahuan sehingga skripsi dengan judul “PEMODELAN DINAMIKA PERUBAHAN HUTAN KALIMANTAN MELALUI PERBANDINGAN *OPTIMIZER* ALGORITMA LSTM MENGGUNAKAN *GLOBAL FOREST CHANGE* DAN *NIGHT-TIME LIGHT DATA*” dapat terselesaikan tepat waktu. Dengan segala kelancaran dan keselamatan yang diberikan-Nya dalam pembuatan skripsi ini, menjadikan pemenuhan salah satu syarat gelar Strata 1 Jurusan Sistem Informasi pada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Dalam penyusunan skripsi ini, hasil laporan yang diberikan masih jauh dari kata sempurna. Walaupun demikian, apa yang ditulis dalam maha karya ini adalah hasil terbaik yang dapat berikan kepada pembaca.


Mengucapkan terima kasih

1. Bapak Dr. Ninok Leksono, M.A., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ibu Ririn Ikana Desanti, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak Jansen Wiratama, S.Kom., M.Kom., sebagai Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir skripsi.
5. Tuhan Yesus Kristus dengan segala anugrah dan rahmat-Nya dalam penyertaan penulis untuk bisa menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.
6. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.
7. Teman-teman penulis, khususnya Reyhan Arya Hermawan yang berada pada 1 lingkup penelitian yang sama dalam perkuliahan yang telah

memberikan dukungan moral atas terbantunya penyelesaian tugas akhir skripsi ini.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat, khususnya pembaca pada umumnya. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun yang akan dapat berguna untuk kesempurnaan laporan penelitian ini.

Tangerang, 15 Mei 2024



Thomas Januarydy Uspari

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

**PEMODELAN DINAMIKA PERUBAHAN HUTAN
KALIMANTAN MELALUI PERBANDINGAN *OPTIMIZER*
ALGORITMA LSTM MENGGUNAKAN *GLOBAL FOREST
CHANGE* DAN *NIGHT-TIME LIGHT DATA***

Thomas Januarydy Uspari

ABSTRAK

Dalam era globalisasi, kebutuhan manusia yang bervariasi menuntut industri untuk memanfaatkan sumber daya alam, termasuk hutan. Penggunaan hutan sebagai lahan memicu perubahan yang melibatkan pembangunan infrastruktur, ekspansi perkebunan, penambangan, dan pemukiman. Menurut data Global Forest Watch, kawasan hutan di Kalimantan menurun drastis dari 73.7% pada tahun 2000 menjadi 49.5% pada tahun 2020. Penelitian ini bertujuan menerapkan model LSTM pada data geospasial *time-series* untuk memprediksi perubahan hutan dan intensitas cahaya malam di Kalimantan. Metode CRISP-DM digunakan sebagai landasan penelitian. *Data Global Forest Change (GFC)* dan *Night-Time Light (NTL)* dianalisis dari tahun 2001-2023 untuk GFC dan 2013-2023 untuk NTL, dengan evaluasi model menggunakan *optimizer* (Adam, RMSprop, SGD, Adadelta, dan Adamax). Hasil menunjukkan bahwa Adam dan RMSprop memberikan performa terbaik untuk data GFC di Kalimantan Barat dan Utara, serta data NTL di Kalimantan Tengah dan Barat. Kesimpulannya, Adam adalah *optimizer* paling akurat dengan minim kesalahan. Analisis menunjukkan hubungan kompleks antara intensitas cahaya malam dan perubahan tutupan hutan. Peningkatan intensitas cahaya tidak selalu berkorelasi dengan penurunan tutupan hutan, namun dapat memfasilitasi pengawasan aktivitas seperti penebangan. Model prediksi menggunakan data NTL harus dianalisis bersama dengan data GFC untuk pemahaman lebih baik tentang interaksi aktivitas manusia dan perubahan tutupan hutan.

Kata kunci: Deforestasi, *Global Forest Change*, *Long Short-Term Memory*, *Night-Time Light*, *Time-Series Forecasting*

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

**MODELING THE DYNAMICS OF KALIMANTAN FOREST
CHANGE THROUGH COMPARISON OF LSTM ALGORITHM
OPTIMIZERS USING GLOBAL FOREST CHANGE AND
NIGHT-TIME LIGHT DATA**

Thomas Januarydy Uspari

ABSTRACT (English)

In the era of globalization, the varying needs of humanity demand industries to utilize natural resources, including forests. The use of forests as land triggers changes involving infrastructure development, plantation expansion, mining, and settlements. According to Global Forest Watch data, forest areas in Kalimantan have drastically decreased from 73.7% in 2000 to 49.5% in 2020. This research aims to apply the LSTM model to geospatial time-series data to predict forest changes and nighttime light intensity in Kalimantan. The CRISP-DM method is used as the research framework. Global Forest Change (GFC) data and Night-Time Light (NTL) data from 2001-2023 for GFC and 2013-2023 for NTL were analyzed, with model evaluation using optimizers (Adam, RMSprop, SGD, Adadelta, and Adamax). Results show that Adam and RMSprop provide the best performance for GFC data in West and North Kalimantan, as well as NTL data in Central and West Kalimantan. The conclusion is that Adam is the most accurate optimizer with minimal errors. The analysis reveals a complex relationship between nighttime light intensity and forest cover changes. Increased light intensity does not always correlate with forest cover loss but can facilitate the monitoring of activities such as logging. Predictive models using NTL data must be analyzed alongside GFC data to better understand the interaction between human activities and forest cover changes.

Keywords: Deforestation, Global Forest Change, Long Short-Term Memory, Night-Time Light, Time-Series Forecasting

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT (English)</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Tujuan Penelitian	6
1.4.2 Manfaat Penelitian	7
1.5 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 Penelitian Terdahulu	9
2.2 Teori yang digunakan	15
2.2.1 Tutupan Hutan	15
2.2.2 Deforestasi	16
2.2.3 Global Forest Change	16
2.2.4 Night-Time Light: VIIRS	17
2.2.5 Time-Series Analysis	17
2.3 Framework/Algoritma yang digunakan	19
2.3.1 Cross-Industry Standard Process Model for Data Mining (CRISP-DM) 19	

2.3.2	Knowledge Discovery in Databases (KDD)	20
2.3.3	Sample, Explore, Modify, Model, and Assessment (SEMMA)	22
2.3.4	Recurrent Neural Network (RNN)	23
2.3.5	Long Short-Term Memory (LSTM)	24
2.3.6	Root Mean Square Error (RMSE)	26
2.4	Tools yang digunakan	27
2.4.1	Google Earth Engine	27
2.4.2	Python	27
2.4.3	Anaconda	28
2.4.4	Jupyter Notebook	28
2.4.5	Tableau	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Objek Penelitian	30
3.2	Metode Penelitian	31
3.2.1	Perbandingan Metode	32
3.2.2	Alur Penelitian	32
3.3	Variabel Penelitian	37
3.4	Teknik Pengumpulan Data	38
3.4.1	Periode Pengambilan Data	38
3.5	Teknik Analisis Data	39
BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN		40
3.1	Tahap Business Understanding	40
3.2	Tahap Data Understanding	41
3.3	Tahap Data Preparation	43
4.4	Tahap Modeling	60
4.4.1	Modeling Kalimantan Barat	64
4.4.2	Modeling Kalimantan Tengah	67
4.4.3	Modeling Kalimantan Selatan	69
4.4.4	Modeling Kalimantan Timur	72
4.4.5	Modeling Kalimantan Utara	74
4.4.6	Modeling Tipe Wilayah Kabupaten di Kalimantan	77
4.4.7	Modeling Tipe Wilayah Kota di Kalimantan	80

4.5 Tahap Evaluation	82
4.5.1 Evaluasi Model Global Forest Change	83
4.5.2 Evaluasi Model Night-Time Light	87
4.5.3 Pengujian Kedua	90
4.6 Tahap Deployment	96
4.6.1 Deployment Global Forest Change	96
4.6.2 Deployment Night-Time Light	99
4.7 Hasil dan Pembahasan	101
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	108
5.1 Simpulan	108
5.2 Saran	109
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN	115

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Perbandingan Penelitian Terdahulu	9
Tabel 3.1 Tabel Perbandingan Metode Penelitian Data Mining [23]	32
Tabel 4.1 Tabel Perbandingan Hasil Evaluasi RMSE dengan Optimizer GFC....	86
Tabel 4.2 Tabel Perbandingan Hasil Evaluasi RMSE dengan Optimizer NTL....	90
Tabel 4.3 Tabel Perbandingan Hasil Pengujian Kedua Evaluasi RMSE dengan Optimizer GFC	93
Tabel 4.4 Tabel Perbandingan Hasil Pengujian Kedua Evaluasi RMSE dengan Optimizer NTL.....	95



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka CRISP-DM [33].....	19
Gambar 2.2 Proses Pemodelan Recurrent Neural Network.....	23
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	33
Gambar 4.1 Dataset Utama Global Forest Change per Kota dan Kabupaten	42
Gambar 4.2 Dataset Utama Night-Time Light per Kota dan Kabupaten.....	42
Gambar 4.3 Tahap Install dan Import Library Geemap & EE.....	43
Gambar 4.4 Visualisasi Perubahan Hutan Provinsi Kalimantan Utara.....	44
Gambar 4.5 Perbandingan Intensitas Cahaya Tahun 2014 dan 2023 Pulau Kalimantan	44
Gambar 4.6 Tahap Pengambilan Data GFC Koordinat Kota Pontianak.....	45
Gambar 4.7 Tahap Pengambilan Data NTL Koordinat Kota Pontianak.....	45
Gambar 4.8 Tahap Konversi Data Perubahan Hutan GFC dalam Area Luas Hektar	46
Gambar 4.9 Tahap Konversi Data Intensitas Cahaya NTL dalam Numerikal Mean	46
Gambar 4.10 Tahap Install Library untuk EDA dan Pemodelan	47
Gambar 4.11 Tahap Import Library untuk EDA dan Pemodelan	47
Gambar 4.12 Tahap Membaca Dataset Excel	48
Gambar 4.13 Tahap Describe Data dan Data Basic Information.....	48
Gambar 4.14 Tahap Find Duplicates	49
Gambar 4.15 Tahap Dataframing.....	49
Gambar 4.16 Tahap Filling Missing Values pada Data NTL	50
Gambar 4.17 Median Intensitas Berdasarkan Wilayah, Provinsi, Date pada Data NTL.....	50
Gambar 4.18 Tahap Pembuatan Bar Plot Berdasarkan Median Tipe Wilayah.....	51
Gambar 4.19 Bar Plot Berdasarkan Median Provinsi	51
Gambar 4.20 Boxplot Berdasarkan Median Tipe Wilayah.....	52
Gambar 4.21 Boxplot Berdasarkan Median Provinsi	53
Gambar 4.22 Tahap Forecaster GFC	54
Gambar 4.23 Tahap Forecaster NTL	54
Gambar 4.24 Tahap Pembuatan Plot Autocorrelation	55
Gambar 4.25 Tahap Pembuatan Decomposition Plot GFC	56
Gambar 4.26 Tahap Pembuatan Decomposition Plot NTL	57
Gambar 4.27 Tahap Pengecekan Data Stasioner	58
Gambar 4.28 Tahap Filtering Data Berdasarkan Provinsi NTL	59
Gambar 4.29 Tahap Filtering Data Berdasarkan Tipe Wilayah NTL.....	59
Gambar 4.30 Tahap Pemodelan LSTM untuk Keseluruhan Kalimantan Data GFC	60
Gambar 4.31 Tahap Pemodelan LSTM untuk Keseluruhan Kalimantan Data NTL	61

Gambar 4.32 Tahap Forecaster Kalimantan Barat GFC	64
Gambar 4.33 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kalimantan Barat GFC	64
Gambar 4.34 Tahap Forecaster Kalimantan Barat NTL	65
Gambar 4.35 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kalimantan Barat NTL	65
Gambar 4.36 Tahap Forecaster Kalimantan Tengah GFC.....	67
Gambar 4.37 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kalimantan Tengah GFC.....	67
Gambar 4.38 Tahap Forecaster Kalimantan Tengah NTL.....	67
Gambar 4.39 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kalimantan Tengah NTL.....	68
Gambar 4.40 Tahap Forecaster Kalimantan Selatan GFC	69
Gambar 4.41 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kalimantan Selatan GFC	70
Gambar 4.42 Tahap Forecaster Kalimantan Selatan NTL	70
Gambar 4.43 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kalimantan Selatan NTL	71
Gambar 4.44 Tahap Forecaster Kalimantan Timur GFC.....	72
Gambar 4.45 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kalimantan Timur GFC.....	72
Gambar 4.46 Tahap Forecaster Kalimantan Timur NTL.....	73
Gambar 4.47 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kalimantan Timur NTL.....	73
Gambar 4.48 Tahap Forecaster Kalimantan Utara GFC	74
Gambar 4.49 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kalimantan Utara GFC	75
Gambar 4.50 Tahap Forecaster Kalimantan Utara NTL	75
Gambar 4.51 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kalimantan Utara NTL	76
Gambar 4.52 Tahap Forecaster Tipe Wilayah Kabupaten di Kalimantan GFC ...	77
Gambar 4.53 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kabupaten di Kalimantan GFC ...	77
Gambar 4.54 Tahap Forecaster Tipe Wilayah Kabupaten di Kalimantan NTL ...	78
Gambar 4.55 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kabupaten di Kalimantan NTL ...	78
Gambar 4.56 Tahap Forecaster Tipe Wilayah Kota di Kalimantan GFC	80
Gambar 4.57 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kota di Kalimantan GFC	80
Gambar 4.58 Tahap Forecaster Tipe Wilayah Kota di Kalimantan NTL	81
Gambar 4.59 Tahap Pemodelan LSTM untuk Kota di Kalimantan NTL	81
Gambar 4.60 Tahap dan Hasil Evaluasi LSTM Keseluruhan Kalimantan GFC... 83	83
Gambar 4.61 Tahap Evaluasi LSTM Berdasarkan Provinsi GFC	83
Gambar 4.62 Hasil Evaluasi LSTM Berdasarkan Provinsi GFC	84
Gambar 4.63 Hasil Evaluasi RMSE Model Terbaik Berdasarkan Provinsi GFC .	84
Gambar 4.64 Tahap Evaluasi LSTM Berdasarkan Tipe Wilayah GFC.....	85
Gambar 4.65 Hasil Evaluasi LSTM Berdasarkan Tipe Wilayah GFC	85
Gambar 4.66 Hasil Evaluasi LSTM Berdasarkan Tipe Wilayah GFC	85
Gambar 4.67 Tahap dan Hasil Evaluasi LSTM Keseluruhan Kalimantan NTL... 87	87
Gambar 4.68 Hasil Evaluasi LSTM Berdasarkan Provinsi NTL.....	88
Gambar 4.69 Hasil Evaluasi RMSE Model Terbaik Berdasarkan Provinsi NTL .	88
Gambar 4.70 Tahap Evaluasi LSTM Berdasarkan Tipe Wilayah NTL.....	89
Gambar 4.71 Hasil Evaluasi LSTM Berdasarkan Tipe Wilayah NTL	89
Gambar 4.72 Hasil Evaluasi RMSE Model Terbaik Berdasarkan Tipe Wilayah NTL	89
Gambar 4.73 Tahap Pengambilan Data Pengujian Kedua GFC pada GEE.....	91
Gambar 4.74 Tahap Pengambilan Data Pengujian Kedua NTL pada GEE.....	91
Gambar 4.75 Dataset Pengujian Kedua Global Forest Change per Kota dan Kabupaten	92

Gambar 4.76 Dataset Pengujian Kedua Night-Time Light per Kota dan Kabupaten	92
Gambar 4.77 Hasil Pengujian Kedua Evaluasi RMSE Terbaik Berdasarkan Provinsi GFC	93
Gambar 4.78 Hasil Pengujian Kedua Evaluasi RMSE Terbaik Berdasarkan Provinsi NTL	94
Gambar 4.79 Plot Forecast Luas Kehilangan Hutan Kalimantan Barat 1 Tahun Optimizer RMSprop	96
Gambar 4.80 Plot Forecast Luas Kehilangan Hutan Kalimantan Utara 1 Tahun Optimizer SGD	97
Gambar 4.81 Peta Visualisasi Data Global Forest Change di Kalimantan Tahun 2013	97
Gambar 4.82 Peta Visualisasi Data Global Forest Change di Kalimantan Tahun 2023	98
Gambar 4.83 Peta Visualisasi Data Prediksi Global Forest Change di Kalimantan Tahun 2024	98
Gambar 4.84 Plot Forecast Intensitas Cahaya Kalimantan Tengah 1 Tahun Optimizer Adamax	99
Gambar 4.85 Plot Forecast Intensitas Cahaya Hutan Wilayah Kabupaten Kalimantan 1 Tahun Optimizer RMSprop	99
Gambar 4.86 Peta Visualisasi Data Night-Time Light di Kalimantan Tahun 2013	100
Gambar 4.87 Peta Visualisasi Data Night-Time Light di Kalimantan Tahun 2023	100
Gambar 4.88 Peta Visualisasi Data Prediksi Night-Time Light di Kalimantan Tahun 2024	101

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR RUMUS

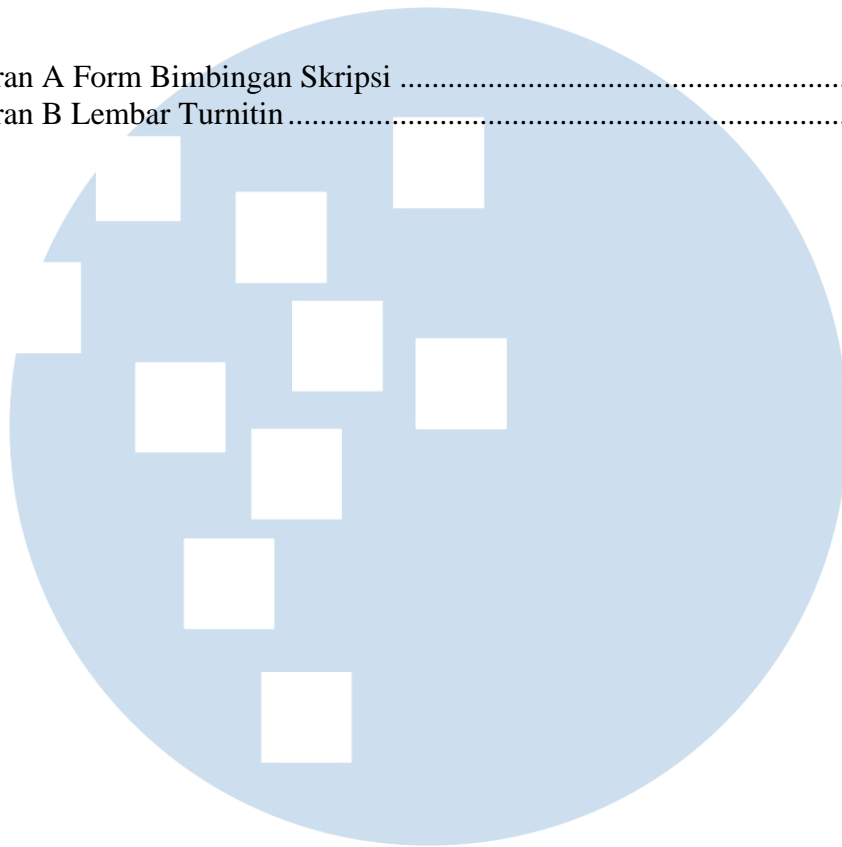
Rumus 2.1 Rumus Koefisien Korelasi Time-Series	18
Rumus 2.2 Rumus Autokorelasi Parsial Time-Series	19
Rumus 4.3 Rumus Hidden State RNN	24
Rumus 4.4 Rumus Persamaan Forget Gate	25
Rumus 4.5 Rumus Persamaan Input Gate	25
Rumus 4.6 Rumus Persamaan Candidate State	25
Rumus 4.7 Rumus Persamaan Cell State	25
Rumus 4.8 Rumus Persamaan State ht	26
Rumus 4.9 Rumus Persamaan Output Gate	26
Rumus 4.10 Rumus RMSE	26

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Form Bimbingan Skripsi	115
Lampiran B Lembar Turnitin	116



UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA