



SKRIPSI

**PENERAPAN *MULTIVARIATE SINGULAR
SPECTRUM ANALYSIS* PADA PREDIKSI CUACA
DI STASIUN METEOROLOGI PERAK I
SURABAYA**

**ABDUL MUKTI
NPM 21083010098**

DOSEN PEMBIMBING

Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.
Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

PENERAPAN *MULTIVARIATE SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS* PADA PREDIKSI CUACA DI STASIUN METEOROLOGI PERAK I SURABAYA

ABDUL MUKTI
NPM 21083010098

DOSEN PEMBIMBING

Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.
Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

PENERAPAN *MULTIVARIATE SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS* PADA PREDIKSI CUACA DI STASIUN METEOROLOGI PERAK I SURABAYA

ABDUL MUKTI

NPM 21083010098

DOSEN PEMBIMBING

Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

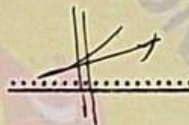
PENERAPAN *MULTIVARIATE SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS* PADA PREDIKSI CUACA DI STASIUN METEOROLOGI PERAK I SURABAYA

Oleh:
ABDUL MUKTI
NPM. 21083010098

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi
Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
Pada tanggal 10 September 2025:

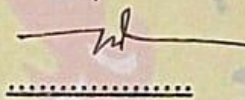
Menyetujui,

Kartika Maulida Hindravani, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19920909 202203 2 009



(Pembimbing I)

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.
NIP. 19830310 202121 1 006



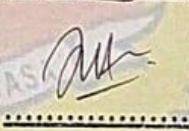
(Pembimbing II)

Wahyu Syaifullah J. S, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19860825 202121 1 003



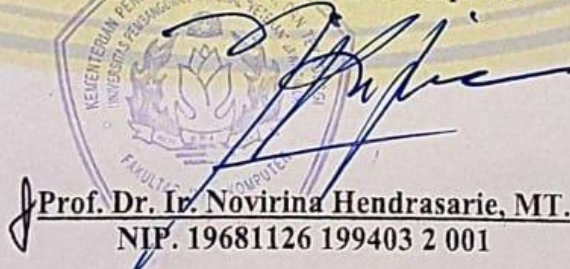
(Ketua Penguji)

Alfan Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr.Kom.
NIP. 19990606 202406 1 001



(Penguji I)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



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

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENERAPAN *MULTIVARIATE SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS* PADA
PREDIKSI CUACA DI STASIUN METEOROLOGI PERAK I SURABAYA**

Oleh:
ABDUL MUKTI
NPM. 21083010098

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi



Menyetujui,

**Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer**

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., Asean, Eng.

NIP. 19801205 200501 1 002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Abdul Mukti
NPM : 21083010098
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : 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 di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

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



Surabaya, 15 September 2025
Yang Membuat Pernyataan,



ABDUL MUKTI
NPM. 21083010098

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Abdul Mukti/ 21083010098
Judul Skripsi : Penerapan *Multivariate Singular Spectrum Analysis* Pada Prediksi Cuaca Di Stasiun Meteorologi Perak I Surabaya
Dosen Pembimbing : Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.
Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.

Cuaca memiliki pengaruh signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan manusia, seperti pertanian, transportasi, dan kesehatan. Perubahan cuaca yang tidak terduga, terutama di Indonesia yang rentan terhadap fenomena ekstrem, menuntut adanya metode prediksi cuaca yang akurat. Penelitian ini bertujuan memprediksi cuaca di Surabaya dengan metode *Multivariate Singular Spectrum Analysis* (MSSA). Metode ini memiliki keunggulan karena mampu menganalisis data multivariat, bersifat non-parametrik, serta tidak memerlukan asumsi stasioneritas, normalitas, maupun linearitas. Data cuaca bersifat deret waktu (*time series*) dan multivariat dengan pola yang kompleks karena dipengaruhi oleh faktor tren jangka panjang, fluktuasi musiman, serta kejadian ekstrem yang muncul secara tidak teratur. Oleh karena itu, penggunaan MSSA menjadi relevan untuk menangkap dinamika data cuaca secara lebih komprehensif melalui proses dekomposisi dan rekonstruksi. Data penelitian berupa catatan harian suhu minimum (TN), suhu maksimum (TX), suhu rata-rata (TAVG), dan kelembapan rata-rata (RH_AVG) dari Stasiun Meteorologi Perak 1 Surabaya periode 1 Agustus 2024 hingga 7 Januari 2025. Analisis dilakukan melalui tahapan dekomposisi untuk menghasilkan matriks dan *eigentriple*, serta rekonstruksi guna membentuk kembali deret waktu. Hasil penelitian menunjukkan nilai *window length* (L) sebesar 76 dengan tiga grup utama yang merepresentasikan komponen tren dan musiman. Evaluasi performa model pada pemodelan pertama (dengan RH_AVG) menghasilkan MAPE 3,31% (TN), 5,01% (TX), 4,52% (TAVG), dan 6,79% (RH_AVG). Sementara itu, pemodelan kedua (tanpa RH_AVG) menunjukkan peningkatan akurasi dengan MAPE lebih rendah, yaitu 1,91% (TN), 2,95% (TX), dan 2,63% (TAVG). Hasil ini membuktikan bahwa penghapusan variabel yang berkorelasi negatif berkontribusi terhadap peningkatan kinerja model.

Kata kunci: *Multivariate Singular Spectrum Analysis*, prediksi cuaca, *graphical user interface*

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Abdul Mukti/ 21083010098
Thesis Title : *Application of Multivariate Singular Spectrum Analysis for Weather Prediction at Perak I Meteorological Station Surabaya*
Advisor : Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.
Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.

Weather has a significant impact on various aspects of human life, such as agriculture, transportation, and health. Unexpected weather changes, especially in Indonesia which is vulnerable to extreme phenomena, demand accurate prediction methods. This study aims to predict weather in Surabaya using the Multivariate Singular Spectrum Analysis (MSSA) method. This method has advantages because it can analyze multivariate data, is non-parametric, and does not require assumptions of stationarity, normality, or linearity. Weather data is time series and multivariate with complex patterns influenced by long-term trends, seasonal fluctuations, and irregular extreme events. Therefore, the use of MSSA is relevant to capture weather dynamics more comprehensively through decomposition and reconstruction processes. The research data consists of daily records of minimum temperature (TN), maximum temperature (TX), average temperature (TAVG), and average humidity (RH_AVG) from the Meteorological Station Perak I Surabaya for the period August 1, 2024 to January 7, 2025. The analysis was carried out through a decomposition stage to generate matrices and eigentriples, and a reconstruction stage to rebuild the time series. The results show a window length (L) of 76 with three main groups representing trend and seasonal components. Model performance evaluation in the first modeling (with RH_AVG) produced MAPE values of 3.31% (TN), 5.01% (TX), 4.52% (TAVG), and 6.79% (RH_AVG). Meanwhile, the second modeling (without RH_AVG) showed improved accuracy with lower MAPE values, namely 1.91% (TN), 2.95% (TX), and 2.63% (TAVG). These results prove that eliminating negatively correlated variables contributes to improving model performance.

Keywords: *Multivariate Singular Spectrum Analysis, weather prediction, graphical user interface*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Penerapan *Multivariate Singular Spectrum Analysis* Pada Prediksi Cuaca Di Stasiun Meteorologi Perak I Surabaya”** dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua serta keluarga yang tak henti-hentinya memberikan dukungan, doa dan senantiasa menemani setiap langkah dalam proses penyelesaian skripsi tanpa kenal lelah.
2. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT., IPU, selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., Asean. Eng. selaku Ketua Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Ibu Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing pertama yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penulisan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T, selaku Dosen Wali dan Pembimbing kedua yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penulisan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Sains Data UPN “Veteran” Jawa Timur yang sudah berkenan untuk memberikan waktu untuk berkontribusi dalam penelitian ini.
8. Teman-teman yang juga turut memberikan motivasi tak terukur pada penulis.
9. Semua pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

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, 8 September 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ... Error! Bookmark not defined.	
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR NOTASI	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 Cuaca.....	9
2.2.2 Temperatur Udara.....	10
2.2.3 Kelembapan Rata-rata.....	10
2.2.5 <i>Forecasting</i> (Peramalan).....	11
2.2.6 <i>Time Series</i>	11
2.2.7 Deret Waktu <i>Multivariat</i>	14
2.2.8 <i>Multivariate Singular Spectrum Analysis</i> (MSSA).....	15
2.2.9 MSSA <i>Forecasting</i>	18
2.2.10 Evaluasi Model.....	18

2.2.11	<i>R-shiny</i>	19
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM		20
3.1	Variabel Penelitian dan Sumber Data	21
3.2	Langkah Analisis	23
3.3	Desain Sistem.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Pengumpulan Data	31
4.2	<i>Preprocessing Data</i>	32
4.3	<i>Exploratory Data Analysis</i> (EDA).....	36
4.4	Pembagian Data	41
4.5	Pemodelan <i>Multivariate Singular Spectrum Analysis</i> (MSSA).....	43
4.6	Prediksi Cuaca 1 minggu kedepan Menggunakan Model MSSA.....	67
4.7	Implementasi <i>Graphical User Interface</i> (GUI) R-Shiny.	68
BAB V PENUTUP		77
5.1	Kesimpulan	77
5.2	Saran Pengembangan	78
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN		83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Data horizontal	12
Gambar 2.2 Data tren	13
Gambar 2.3 Seasonal	13
Gambar 2.4 Data siklis.....	14
Gambar 2.5 Arsitektur MSSA.....	15
Gambar 2.6 SVD untuk dua deret waktu	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (pengembangan / transformasi data)	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Pemodelan MSSA.....	25
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> desain sistem.....	27
Gambar 3.4 <i>Wireframe</i> Tampilan Pra-MSSA.....	28
Gambar 3.5 <i>Wireframe</i> Tampilan Halaman MSSA	28
Gambar 3.6 <i>Wireframe</i> Tampilan halaman peramalan	29
Gambar 4.1 Pengecekan <i>missing value</i>	34
Gambar 4.2 visualisasi <i>boxplot</i>	35
Gambar 4.3 Jumlah <i>outlier</i> pada setiap variabel.....	36
Gambar 4.4 Data bersih	36
Gambar 4.5 Statistika Deskriptif.....	37
Gambar 4.6 Visualisasi Tren Temperatur Minimal Harian.	38
Gambar 4.7 Visualisasi Tren Temperatur Maksimal Harian.	39
Gambar 4.8 Visualisasi Tren Temperatur Rata-Rata Harian	39
Gambar 4.9 Visualisasi Tren Kelembapan Relatif Harian.....	40
Gambar 4.10 Korelasi antar variable numerik	40
Gambar 4.11 Jumlah nilai n dan L	43
Gambar 4.12 <i>Scree plot eigenvalue</i> untuk setiap <i>eigentriple</i>	44
Gambar 4.13 Plot <i>Eigenvektor</i>	46
Gambar 4.14 <i>W-correlation</i> antar <i>group</i>	47
Gambar 4.15 Plot Pervariabel Untuk Komponen Tren.....	48
Gambar 4.16 Plot Pervariabel Untuk Komponen Seasonal 1	49
Gambar 4.17 Plot Pervariabel Untuk Komponen Seasonal 2	49
Gambar 4.18 Data Hasil Rekontruksi	51

Gambar 4.19 Data gabungan Hasil Rekontruksi dan Data <i>training</i>	51
Gambar 4.20 Perbandingan Data Training vs Rekonstruksi TX	52
Gambar 4.21 Perbandingan Data Training vs Rekonstruksi TX	52
Gambar 4.22 Perbandingan Data Training vs Rekonstruksi TAVG.....	53
Gambar 4.23 Perbandingan Data Training vs Rekonstruksi RH_AVG	53
Gambar 4.24 Data hasil prediksi.....	58
Gambar 4.25 Hasil Evaluasi MAPE	61
Gambar 4.26 Perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi	61
Gambar 4.27 Nilai n dan L pada pemodelan kedua	62
Gambar 4.28 Plot eigenvector pemodelan kedua.....	62
Gambar 4.29 Plot eigenvector pemodelan kedua.....	63
Gambar 4.30 <i>W-correlation</i> pemodelan kedua	64
Gambar 4.31 Data Hasil Peramalan Harian Untuk 1 Minggu Kedepan	67
Gambar 4.32 Hasil Peramalan 1 Minggu Kedepan.....	68
Gambar 4.33 Tampilan Awal.....	68
Gambar 4.34 Preview Data Awal	69
Gambar 4.35 Preview Data Bersih.....	70
Gambar 4.36 Tampilan Hasil EDA.....	70
Gambar 4.37 Tampilan Data Splitting	71
Gambar 4.38 Tampilan Halaman MSSA	71
Gambar 4.39 Tampilan Tahapan Input L	72
Gambar 4.40 Tampilan <i>Eigenvalue</i> Hasil SVD	72
Gambar 4.41 Tampilan <i>Eigenvektor</i> Hasil SVD.....	73
Gambar 4.42 Tampilan Input Grup.....	73
Gambar 4.43 Tampilan Pengecekan <i>W-Correlation</i>	74
Gambar 4.44 Tampilan Hasil <i>Forecast</i>	74
Gambar 4.45 Tampilan Hasil MAPE	75
Gambar 4.46 Tampilan Halaman Prediksi	75
Gambar 4.47 Tampilan Plot Hasil Prediksi 7 hari kedepan.....	76
Gambar 4.48 Tampilan Tabel data Hasil Prediksi	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.2 Nilai MAPE	19
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	21
Tabel 3.2 Struktur Data	22
Tabel 3.3 Contoh tampilan data	22
Tabel 4.1 Data Cuaca	31
Tabel 4.2 Splitting Data.	42
Tabel 4.3 Hasil <i>Grouping</i>	46
Tabel 4.4 Evaluasi Hasil Rekontruksi Temperatur Minimum	54
Tabel 4.5 Evaluasi Hasil Rekontruksi Temperatur Maksimum	55
Tabel 4.6 Evaluasi Hasil Rekontruksi Temperatur Rata-rata	55
Tabel 4.7 Evaluasi Hasil Rekontruksi Kelembapan	56
Tabel 4.8 Evaluasi hasil prediksi variabel temperatur minimum	59
Tabel 4.9 Evaluasi hasil prediksi variabel temperatur maksimum	59
Tabel 4.10 Evaluasi hasil prediksi variabel temperatur rata-rata	60
Tabel 4.11 Evaluasi hasil prediksi variabel Kelembapan	60
Tabel 4.12 Hasil <i>grouping</i> pemodelan kedua	63
Tabel 4.13 Perbandingan MAPE hasil rekontruksi	64
Tabel 4.14 MAPE variabel temperatur minimum pemodelan kedua	65
Tabel 4.15 MAPE variabel temperatur maksimum pemodelan kedua.	65
Tabel 4.16 MAPE variabel temperatur rata-rata pemodelan kedua	66
Tabel 4.17 Perbandingan MAPE Pemodelan 1 dan 2	66

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Letter of Acceptance</i>	83
Lampiran 2. Kode Program.....	84
Lampiran 3. Kode Program GUI	84

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR NOTASI

$X^{(p)}$	:	Deret waktu unidimensional, di mana p menunjukkan indeks deret waktu.
P	:	Jumlah deret waktu yang dianalisis.
N	:	Panjang deret waktu (jumlah observasi)
M	:	Panjang jendela (window length) untuk embedding
$Y_j^{(p)}$	:	Potongan vektor dari deret waktu unidimensional yang dimulai dari posisi j dengan Panjang M
$\mathbf{Y}$	:	Matriks trayektori yang dibentuk dari potongan-potongan vektor.
$\mathbf{U}$	:	Matriks kiri dari hasil Singular Value Decomposition (SVD).
$\mathbf{\Lambda}$	:	Matriks diagonal dari nilai singular (eigenvalue) hasil SVD.
$\mathbf{V}$	:	Matriks kanan dari hasil SVD.
$\mathbf{R}_d$	:	Matriks yang direkonstruksi
α	:	Faktor normalisasi yang digunakan dalam proses dekomposisi.
λ_d	:	Nilai eigen dari komponen utama yang berkontribusi dalam pengelompokan.
D	:	Indeks yang mengelompokkan matriks menjadi kelompok-kelompok berdasarkan nilai komponen utama

Halaman ini sengaja dikosongkan