

**IMPLEMENTASI METODE KALMAN FILTER UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI PADA PREDIKSI
CURAH HUJAN MENGGUNAKAN MODEL
ARIMA DI KEPULAUAN RIAU
(Studi Kasus: BMKG Kota Tanjungpinang)**



Skripsi

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Derajat
Sarjana Teknik (S.T.)

Oleh:

SUSANTI

190155201015

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI METODE KALMAN FILTER UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI PADA PREDIKSI
CURAH HUJAN MENGGUNAKAN MODEL
ARIMA DI KEPULAUAN RIAU
(Studi Kasus: BMKG Kota Tanjungpinang)**



Skripsi

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Derajat
Sarjana Teknik (S.T.)

Oleh:

SUSANTI

190155201015

Telah mengetahui dan disetujui oleh:

Pembimbing I,

Martaleli Bettiza, S.Si, M.Sc.

NIDN. 1028087501

Pembimbing II,

Nola Ritha, S.T., M.Cs

NIDN. 0014119001

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Implementasi Metode Kalman Filter untuk Meningkatkan Akurasi pada Prediksi Curah Hujan Menggunakan Model ARIMA di Kepulauan Riau (Studi Kasus: BMKG Kota Tanjungpinang)

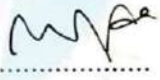
Nama : Susanti

NIM : 190155201015

Jurusan : Teknik Informatika

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan dinyatakan lulus
pada tanggal 09 Januari 2024


Susunan Tim Pembimbing dan Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I :	Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc.		24/1-2024
Pembimbing II :	Nola Ritha, S.T., M.Cs.		24/1-2024
Ketua Penguji :	Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs.		19/01/2024
Anggota :	1. Nurfalinda, S.T., M.Cs.		17/01-2024
	2. Nurul Hayaty, S.T., M.Cs.		17/01 '24

Tanjungpinang, ~~24~~ Januari 2024

Universitas Maritim Raja Ali Haji

Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman


Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng.

NIP. 198904132015041005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul Implementasi Metode Kalman Filter untuk Meningkatkan Akurasi pada Prediksi Curah Hujan Menggunakan Model ARIMA di Kepulauan Riau (Studi Kasus: BMKG Kota Tanjungpinang) adalah benar karya saya dengan arahan dari 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 skripsi ini.

Jika kemudian hari ternyata terbukti pernyataan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 16 Januari 2024

Yang menyatakan



E968AKX72835832
Susanti

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Implementasi Metode Kalman Filter untuk Meningkatkan Akurasi pada Prediksi Curah Hujan Menggunakan Model ARIMA di Kepulauan Riau (Studi Kasus: BMKG Kota Tanjungpinang)”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Strata-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Informatika di Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Dengan selesainya skripsi ini, maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

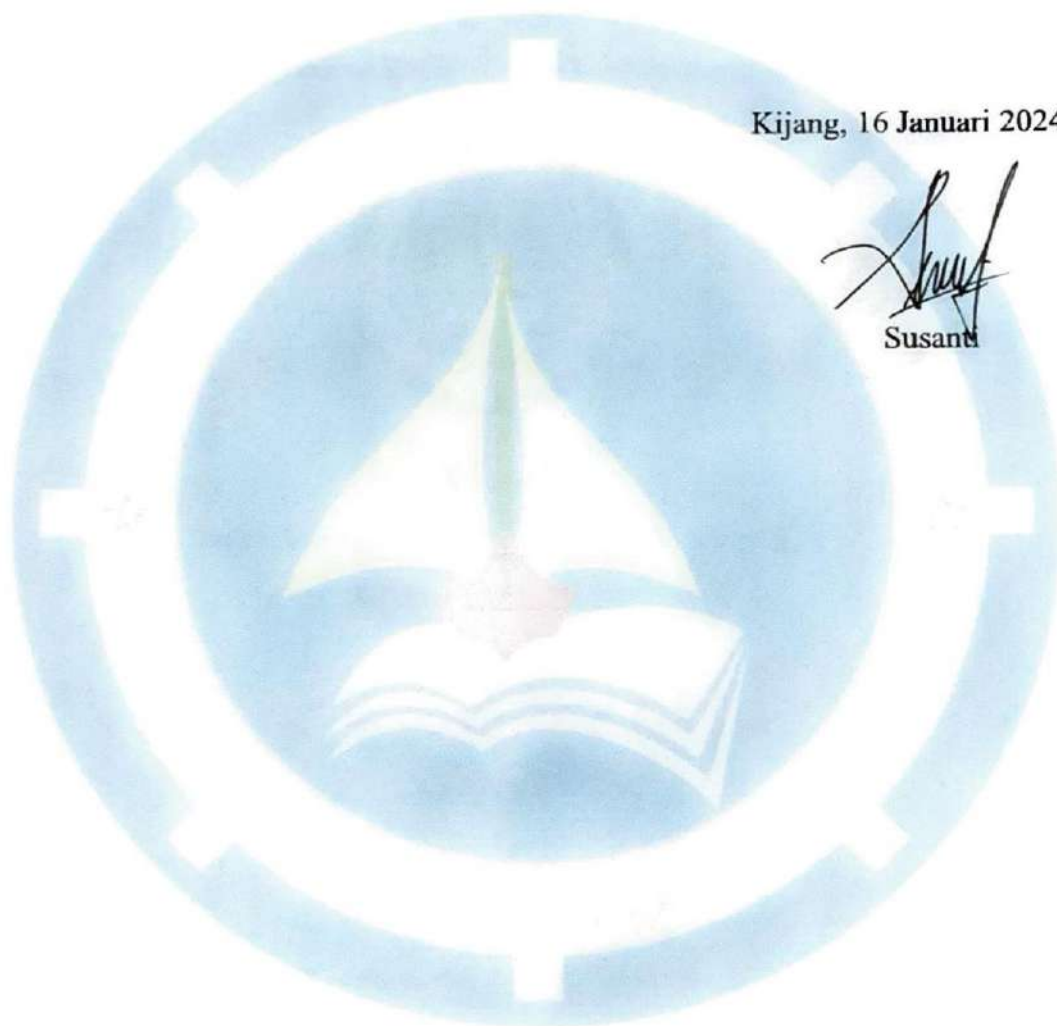
1. Prof. Dr. Agung Dhamar Syakti, S.Pi, DEA, selaku Rektor Universitas Maritim Raja Ali Haji
2. Bapak Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji
3. Bapak Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Maritim Raja Ali Haji
4. Ibu Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc., selaku pembimbing I dan Ibu Nola Ritha, S.T., M.Cs., selaku pembimbing II. yang telah memberikan bimbingan, arahan dan dukungan yang luar biasa selama proses penulisan skripsi ini. Tak terhingga rasa terima kasih penulis atas kesabaran dan pengertian dalam membimbing dan mengarahkan penulis menuju pencapaian hasil yang maksimal.
5. Seluruh dosen UMRAH, terutama Jurusan Teknik Informatika yang dengan ikhlas memberikan ilmu dan pengalamannya serta staff yang selalu dengan senang hati melayani dalam administrasi perkuliahan.
6. Pihak BMKG Kelas III Kota Tanjung Pinang yang telah membantu penulis dalam pencarian data yang penulis butuhkan demi penyelesaian skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini, tentunya terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, segala saran dan kritik membangun dari para pembaca akan penulisan ini sangat diharapkan dan menjadi masukan berharga bagi penulis untuk pengembangan penelitian di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi para pembaca.

Kijang, 16 Januari 2024



Susanti



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
GLOSARIUM	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Curah Hujan	8
2.2.2 Teori Peramalan	8
2.2.3 Metode Serial Waktu.....	8
2.2.4 Metode ARIMA	10
2.2.5 Proses <i>Integrated</i> (Stasioner dan <i>Non-Stasioner</i>)	10
2.2.6 <i>Autocorrelation Function</i> (ACF) dan <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF).....	11
2.2.7 Proses <i>Autoregressive</i> (AR).....	12

2.2.8	Proses <i>Moving Average</i> (MA).....	13
2.2.9	Model <i>Autoregressive Moving Average</i> (ARMA)	13
2.2.10	Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA) ...	14
2.2.11	Perumusan Model ARIMA	15
2.2.12	Metode Kalman Filter.....	17
2.2.13	Pengukuran Akurasi Peramalan	19
2.2.13.1	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2	Alat Bantu Penelitian	20
3.2.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	20
3.2.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	20
3.3	Prosedur Penelitian	21
3.4	Jenis Data yang Diperlukan.....	22
3.5	Teknik Pengumpulan Data.....	23
3.6	Perancangan Sistem	23
3.7	Analisis Perancangan Sistem.....	23
3.7.1	<i>Flowchart</i> Proses ARIMA Kalman Filter.....	23
3.7.2	<i>Flowchart</i> Prediksi Curah Hujan	25
3.7.3	Arsitektur Sistem.....	27
3.7.4	Analisis Data	27
3.7.4.1	Metode ARIMA	28
3.7.4.2	Metode Kalman Filter.....	36
3.8	Perancangan Database	39
3.9	Perancangan Alur Sistem <i>Entity Relationship Diagram</i> (ERD)	41
3.10	Perancangan Alur Sistem <i>Data Flow Diagram</i> (DFD)	41
3.11	Perancangan Antar Muka (<i>User Interface</i>)	44
3.12	Implementasi	51
3.13	Pengujian Sistem	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Metode ARIMA.....	60
4.2	Metode Kalman Filter	67

4.3	Prediksi Curah Hujan Kota Tanjungpinang Tahun 2023.....	69
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA.....		73
LAMPIRAN		78



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Umum ACF dan PACF	15
Tabel 2.2 Daerah diterima, Estimasi awal beberapa proses	16
Tabel 2.3 Signifikansi Nilai MAPE.....	19
Tabel 3.1 Data yang Digunakan	22
Tabel 3.2 Data Curah Hujan di Kota Tanjungpinang (dalam mm)	28
Tabel 3.3 Differencing 1 Data Curah Hujan	29
Tabel 3.4 Hasil perhitungan ACF dan PACF.....	32
Tabel 3.5 Hasil Pengujian Masing-Masing Model	35
Tabel 3.6 Perbandingan Data Asli, Peramalan ARIMA dan Peramalan Kalman Filter	38
Tabel 3.7 Tabel tb_admin.....	40
Tabel 3.8 Tabel curah_hujan	40
Tabel 3.9 Pengujian Form Login.....	58
Tabel 3.10 Pengujian Form Olah Data	58
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Kota Tanjungpinang (dalam mm)	60
Tabel 4.2 Differencing 1 Data Curah Hujan	61
Tabel 4.3 Nilai ACF dan PACF.....	62
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Masing-Masing Model	65
Tabel 4.5 Perbandingan Data Asli, Peramalan ARIMA dan Peramalan Kalman Filter	67
Tabel 4.6 Prediksi Curah Hujan Kota Tanjungpinang Tahun 2023	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Dasar dalam Serial Waktu.....	9
Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Penelitian.....	21
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Proses ARIMA Kalman Filter.....	24
Gambar 3.3 Arsitektur Sistem Prediksi Curah Hujan.....	26
Gambar 3.4 Grafik <i>Plotting</i> Data Curah Hujan.....	28
Gambar 3.5 Grafik <i>Differencing</i> Pertama Data Curah Hujan.....	29
Gambar 3.6 Grafik ACF dan PACF.....	32
Gambar 3.7 Grafik Perbandingan Data Asli, Peramalan ARIMA dan Peramalan Kalman Filter 1.....	39
Gambar 3.8 <i>Entity Relationship Diagram</i> (ERD).....	41
Gambar 3.9 Diagram Konteks.....	41
Gambar 3.10 <i>Data Flow Diagram</i> (DFD) Level 1.....	42
Gambar 3.11 <i>Data Flow Diagram</i> (DFD) Level 2 Proses 1.0.....	42
Gambar 3.12 <i>Data Flow Diagram</i> (DFD) Level 2 Proses 2.0.....	43
Gambar 3.13 <i>Data Flow Diagram</i> (DFD) Level 2 Proses 3.0.....	43
Gambar 3.14 <i>Data Flow Diagram</i> (DFD) Level 2 Proses 4.0.....	44
Gambar 3.15 Perancangan Form Login.....	44
Gambar 3.16 Perancangan Form Dashboard.....	45
Gambar 3.17 Perancangan Form Olah Data.....	46
Gambar 3.18 Perancangan Form <i>Differencing</i>	46
Gambar 3.19 Perancangan Form ACF/PACF.....	47
Gambar 3.20 Perancangan Form Model.....	48
Gambar 3.21 Perancangan Form Prediksi ARIMA.....	48
Gambar 3.22 Perancangan Form Prediksi Kalman Filter.....	49
Gambar 3.23 Perancangan Form Perbandingan.....	50
Gambar 3.24 Perancangan Form Prediksi.....	50
Gambar 3.25 Halaman Login.....	51

Gambar 3.26 Halaman Dashboard.....	52
Gambar 3.27 Halaman Olah Data.....	52
Gambar 3.28 Halaman Differencing.....	53
Gambar 3.29 Halaman ACF/PACF	54
Gambar 3.30 Halaman Model	55
Gambar 3.31 Halaman Prediksi ARIMA.....	56
Gambar 3.32 Halaman Prediksi Kalman Filter	56
Gambar 3.33 Halaman Perbandingan	57
Gambar 3.34 Halaman Prediksi.....	57
Gambar 4.1 Grafik Plotting Data Curah Hujan.....	61
Gambar 4.2 Grafik ACF dan PACF.....	62
Gambar 4.3 Hasil Daerah yang Diterima.....	64
Gambar 4.4 Hasil Uji Signifikansi Parameter.....	65
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Data Asli, Peramalan ARIMA dan Peramalan Kalman Filter.....	68
Gambar 4.6 Perbandinga Prediksi Curah Tahun 2023 dengan Metode ARIMA dan Metode Kalman Filter.....	70