

**PENERAPAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED
MOVING AVERAGE WITH EXOGENOUS VARIABLES*
(ARIMAX) UNTUK MEMPREDIKSI TINGGI
GELOMBANG LAUT (STUDI KASUS: PERAIRAN
KEPULAUAN ANAMBAS)**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2024**

**PENERAPAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED
MOVING AVERAGE WITH EXOGENOUS VARIABLES*
(ARIMAX) UNTUK MEMPREDIKSI TINGGI
GELOMBANG LAUT (STUDI KASUS: PERAIRAN
KEPULAUAN ANAMBAS)**



Telah mengetahui dan disetujui oleh :

Pembimbing I,

Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc.
NIP. 197508282021212006

Pembimbing II,






Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198903252019031014

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Penerapan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous Variables* (ARIMAX) Untuk Memprediksi Tinggi Gelombang Laut (Studi Kasus: Perairan Kepulauan Anambas)
Nama Mahasiswa : Nifia Syufriana
NIM : 2001020003
Jurusan : Teknik Informatika

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal 17 Juli 2024

Susunan Tim Pembimbing dan Penguji

Jabatan	Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	: Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc		26/7-24
Pembimbing II	: Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs.		26/7/24
Ketua Penguji	: Tekad Matulatan, S.Sos., S.Kom., M.Inf.Tech		24/7/24
Anggota Penguji I	: Hendra Kurniawan, S.Kom., M.Sc.Eng., Ph.D		29/7-24
Anggota Penguji II	: Nola Ritha, S.T., M.Cs		29/7-24

Tanjungpinang, 29 Juli 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 Penerapan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous Variables* (ARIMAX) Untuk Memprediksi Tinggi Gelombang Laut (Studi Kasus: Perairan Kepulauan Anambas) adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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, 20 Juni 2024

Yang menyatakan



(Nifia Syufriana)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa syukur, saya persembahkan karya skripsi ini kepada:

1. Allah SWT, Yang Maha Kuasa, atas berkah hidup, kesehatan, dan kesempatan untuk menyelesaikan pendidikan ini. Segala karunia dan rahmat-Nya sungguh tak terhingga bagi saya.
2. Orangtua dan adik-adik tercinta, atas cinta, doa, dan dukungan tanpa henti. Kalian adalah sumber inspirasi dan kekuatan dalam setiap langkah perjalanan saya. Pengorbanan dan kasih sayang kalian tak akan pernah terlupakan.
3. Ibu Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc., dan Bapak Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs., sebagai dosen pembimbing. Terima kasih atas arahan, bimbingan, dan dukungan berharga selama saya menulis skripsi ini.
4. Para dosen di program studi Teknik Informatika yang telah berbagi ilmu dan memberikan bimbingan selama perkuliahan. Terima kasih atas dedikasi dan pengetahuan yang telah saya peroleh dari mereka.
5. Sahabat-sahabat terdekat dan teman-teman seperjuangan Angkatan 2020, terima kasih atas dukungan, semangat, dan inspirasi luar biasa selama proses penulisan skripsi ini.
6. Kepada diri saya sendiri, terima kasih atas ketekunan, kesabaran, dan tekad yang telah membawa saya melalui perjalanan menulis skripsi ini.

HALAMAN MOTO

”Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmu lah engkau berharap.”

(Q.S Al-Insyirah : 6-8)



KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, Yang Maha Esa, atas rahmat-Nya yang melimpah, serta petunjuk dan anugerah-Nya yang telah mengantarkan penulis menyelesaikan penulisan skripsi berjudul "Penerapan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous Variables* (ARIMAX) Untuk Memprediksi Tinggi Gelombang Laut (Studi Kasus: Perairan Kepulauan Anambas)".

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

1. Allah SWT atas limpahan ridho dan rahmat yang diberikan hingga penelitian ini dapat selesai.
2. Keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan moril dalam setiap langkah perjalanan studi ini.
3. Bapak/Ibu Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Rekan-rekan seperjuangan yang telah berbagi pengetahuan, pengalaman, dan semangat dalam menyelesaikan studi ini.
5. Semua individu yang telah berkontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki ruang untuk peningkatan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan masukan yang membangun untuk perbaikan di masa depan.

Tanjungpinang, 20 Juni 2024



(Nifia Syufriana)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
GLOSARIUM.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Gelombang Laut dan Angin.....	8
2.2.2 Konsep Time Series	9
2.2.3 Prediksi	11
2.2.4 Normalisasi	11
2.2.5 Uji Stasioneritas.....	11
2.2.6 Differencing.....	13
2.2.7 Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial.....	14

2.2.8	Model ARIMA.....	17
2.2.9	Identifikasi Model.....	19
2.2.10	Estimasi Parameter dan Uji Signifikan ARIMA.....	20
2.2.11	Model ARIMAX.....	21
2.2.12	Estimasi Parameter ARIMAX dengan <i>Jackknife</i>	24
2.2.13	Ketepatan Model ARIMAX.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		28
3.1	Waktu dan Sumber Penelitian	28
3.2	Alat Bantu Penelitian.....	28
3.2.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	28
3.2.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	28
3.3	Prosedur Penelitian.....	29
3.3.1	Studi Pustaka.....	31
3.3.2	Pengumpulan Data.....	31
3.4	Analisis dan Perancangan Sistem.....	31
3.4.1	Flowchart Metode ARIMAX.....	32
3.4.2	Analisis Data.....	33
3.5	Perancangan Basis Data.....	51
3.5.1	Deskripsi Tabel <i>tb_admin</i>	52
3.5.2	Deskripsi Tabel <i>tb_data</i>	52
3.5.3	Deskripsi Tabel <i>tb_latih</i>	52
3.5.4	Deskripsi Tabel <i>tb_uji</i>	53
3.6	Perancangan Alur Sistem <i>Entity Relationship Diagram</i> (ERD).....	54
3.7	Perancangan Alur Sistem <i>Data Flow Diagram</i> (DFD)	55
3.7.1	DFD Level 0	56
3.7.2	DFD Level 1	56
3.7.3	DFD Level 2	59
3.8	Perancangan Antar Muka (<i>User Interface</i>).....	61
3.8.1	Form Login	61
3.8.2	Halaman Dashboard.....	61
3.8.3	<i>Interface</i> Olah Data (Input Data).....	62
3.8.4	<i>Interface</i> Olah Data (Hasil Data Latih).....	63
3.8.5	<i>Interface</i> Olah Data (Hasil Data Uji).....	63

3.8.6	<i>Interface</i> ARIMA – Uji Stasioner Grafik (Grafik Time Series).....	64
3.8.7	<i>Interface</i> ARIMA – Uji Stasioner Grafik (Differencing Grafik).....	65
3.8.8	<i>Interface</i> ARIMA – ACF/PACF.....	65
3.8.9	<i>Interface</i> ARIMA – Identifikasi Model (Daerah yang Diterima)....	66
3.8.10	<i>Interface</i> ARIMA – Identifikasi Model (Estimasi Parameter Model ARIMA)	67
3.8.11	<i>Interface</i> ARIMA – Identifikasi Model (Hasil Pengujian Model ARIMA)	67
3.8.12	<i>Interface</i> Prediksi ARIMAX – Evaluasi Model	68
3.8.13	<i>Interface</i> Prediksi ARIMAX – Hasil Prediksi Tinggi Gelombang..	69
3.9	Implementasi	69
3.9.1	Halaman Login	69
3.9.2	Halaman Dashboard.....	70
3.9.3	Halaman Olah Data (Input Data).....	70
3.9.4	Halaman Olah Data (Hasil Data Latih).....	71
3.9.5	Halaman Olah Data (Hasil Data Uji).....	71
3.9.6	Halaman ARIMA – Uji Stasioner Grafik (Grafik Time Series).....	72
3.9.7	Halaman ARIMA – Uji Stasioner Grafik (Differencing Grafik).....	72
3.9.8	Halaman ARIMA – ACF/PACF.....	73
3.9.9	Halaman ARIMA – Daerah yang Diterima	73
3.9.10	Halaman ARIMA – Estimasi Parameter Model ARIMA.....	74
3.9.11	Halaman ARIMA – Identifikasi Model (Hasil Pengujian Model ARIMA)	74
3.9.12	Halaman Prediksi ARIMAX – Evaluasi Model	75
3.9.13	Halaman Prediksi ARIMAX – Hasil Prediksi Tinggi Gelombang..	75
3.10	Pengujian Sistem	76
3.10.1	Pengujian Form Login	76
3.10.2	Pengujian Form Olah Data	77
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		79
4.1	Hasil Pengujian Data Latih (Tahapan ARIMA)	81
4.1.1	Uji Stasioner Variabel Dependen Berdasarkan Metode Grafik dan Uji <i>Correlogram</i> (ACF dan PACF).....	81
4.1.2	<i>Differencing</i> dan Normalisasi Data.....	84

4.1.3	Estimasi Parameter dan Uji Signifikan ARIMA.....	86
4.1.4	Hasil Pengujian Model ARIMA	87
4.2	Hasil Pengujian Data Uji (Tahapan ARIMAX)	88
4.2.1	Estimasi Parameter Model ARIMAX.....	88
4.2.2	Hasil Peramalan ARIMAX.....	90
BAB V PENUTUP.....		93
5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran	93
DAFTAR PUSTAKA		94
LAMPIRAN.....		101



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pola Plot ACF dan PACF.....	19
Tabel 2.2 Daerah Estimasi Parameter yang Diterima	20
Tabel 2.3 Rentang Nilai MAPE	27
Tabel 3.1 Data Latih Ketinggian Gelombang Laut dan Kecepatan Angin	33
Tabel 3.2 Data Uji Ketinggian Gelombang Laut dan Kecepatan Angin.....	34
Tabel 3.3 Nilai ACF dan PACF Non-Stasioner	37
Tabel 3.4 Data Ketinggian Gelombang Differencing Kedua (Stasioner)	39
Tabel 3.5 Data Ketinggian Gelombang Normalisasi	40
Tabel 3.6 Nilai ACF dan PACF Stasioner	43
Tabel 3.7 Hasil Uji Signifikan	45
Tabel 3.8 Hasil Estimasi Parameter ARIMAX	48
Tabel 3.9 Hasil Peramalan	50
Tabel 3.10 Tabel tb_admin	52
Tabel 3.11 Tabel tb_data.....	52
Tabel 3.12 Tabel tb_latih	53
Tabel 3.13 Tabel tb_uji	53
Tabel 3.14 Pengujian Form Login	77
Tabel 3.15 Pengujian Form Olah Data.....	78
Tabel 4.1 Data Latih Ketinggian Gelombang Laut dan Kecepatan Angin	79
Tabel 4.2 Data Uji Ketinggian Gelombang Laut dan Kecepatan Angin.....	80
Tabel 4.3 Nilai ACF-PACF Non Stasioner.....	83
Tabel 4.4 Differencing-Normalisasi Data Latih Tinggi Gelombang	84
Tabel 4.5 Nilai ACF-PACF Stasioner.....	86
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Masing-Masing Model	87
Tabel 4.7 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Prediksi ARIMAX.....	91
Tabel 4.8 Hasil Prediksi Tinggi Gelombang.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Data Horizontal	9
Gambar 2.2 Pola Data Musiman	10
Gambar 2.3 Pola Data Siklis	10
Gambar 2.4 Pola Data Trend.....	10
Gambar 2.5 Contoh Grafik Nonstasioner (kiri) dan Stasioner (kanan)	12
Gambar 2.6 Pola Autokorelasi Non-Stasioner	13
Gambar 2.7 Pola Autokorelasi Stasioner	13
Gambar 3.1 Diagram Aliran Proses Penelitian	29
Gambar 3.2 Diagram Aliran Metode ARIMAX	32
Gambar 3.3 Grafik Plotting Data Ketinggian Gelombang.....	35
Gambar 3.4 ACF Non-Stasioner (Data Ketinggian Gelombang)	38
Gambar 3.5 PACF Non-Stasioner (Data Ketinggian Gelombang).....	38
Gambar 3.6 Grafik Ketinggian Gelombang Differencing Kedua	41
Gambar 3.7 ACF Stasioner (Data Ketinggian Gelombang).....	42
Gambar 3.8 PACF Stasioner (Data Ketinggian Gelombang)	42
Gambar 3.9 Perbandingan Prediksi Tinggi Gelombang dan Data Asli	51
Gambar 3.10 Entity Relationship Diagram (ERD)	54
Gambar 3.11 Diagram Aliran Data (DFD) Level 0	56
Gambar 3.12 Diagram Aliran Data (DFD) Level 1	58
Gambar 3.13 Kelola Data Utama (DFD Level 2 Proses 2.0).....	59
Gambar 3.14 Proses ARIMA (DFD Level 2 Proses 5.0).....	60
Gambar 3.15 Proses ARIMAX (DFD Level 2 Proses 6.0).....	61
Gambar 3.16 Perancangan Form Login	61
Gambar 3.17 Perancangan <i>Interface</i> Dashboard.....	62
Gambar 3.18 Perancangan <i>Interface</i> Input Data	62
Gambar 3.19 Perancangan <i>Interface</i> Hasil Data Latih.....	63
Gambar 3.20 Perancangan <i>Interface</i> Hasil Data Uji	64
Gambar 3.21 <i>Interface</i> Grafik Time Series.....	64
Gambar 3.22 Perancangan <i>Interface</i> Differencing Grafik.....	65
Gambar 3.23 Perancangan <i>Interface</i> ACF/PACF	66
Gambar 3.24 Perancangan <i>Interface</i> Daerah yang Diterima	66

Gambar 3.25 Perancangan Estimasi Parameter Model ARIMA.....	67
Gambar 3.26 Perancangan Hasil Pengujian Model ARIMA	68
Gambar 3.27 Perancangan <i>Interface</i> Evaluasi Model ARIMAX.....	68
Gambar 3.28 Perancangan <i>Interface</i> Hasil Prediksi ARIMAX	69
Gambar 3.29 Halaman Login.....	69
Gambar 3.30 Halaman Dashboard	70
Gambar 3.31 Halaman Input Data	71
Gambar 3.32 Halaman Hasil Data Latih	71
Gambar 3.33 Halaman Hasil Data Uji	72
Gambar 3.34 Halaman Grafik Time Series.....	72
Gambar 3.35 Halaman Differencing Grafik.....	73
Gambar 3.36 Halaman ACF/PACF.....	73
Gambar 3.37 Halaman Daerah yang Diterima.....	74
Gambar 3.38 Halaman Estimasi Parameter Model ARIMA.....	74
Gambar 3.39 Halaman Hasil Pengujian Model ARIMA	75
Gambar 3.40 Halaman Hasil Prediksi ARIMAX.....	75
Gambar 3.41 Halaman Grafik Prediksi ARIMAX.....	76
Gambar 4.1 Grafik Time Series Ketinggian Gelombang.....	80
Gambar 4.2 Grafik Time Series Kecepatan Angin	81
Gambar 4.3 Grafik Plotting Data Latih Ketinggian Gelombang	82
Gambar 4.4 ACF PACF Non Stasioner (Data Latih Ketinggian Gelombang)	83
Gambar 4.5 Grafik Ketinggian Gelombang Setelah Differencing-Normalisasi ...	85
Gambar 4.6 ACF-PACF Stasioner (Data Latih Ketinggian Gelombang).....	85
Gambar 4.7 Output Daerah Yang Diterima	86
Gambar 4.8 Hasil Uji Signifikansi Parameter.....	87
Gambar 4.9 Perbandingan Prediksi Tinggi Gelombang dengan Data Asli.....	90