

**PREDIKSI KECEPATAN ARUS PERMUKAAN AIR LAUT
DI PERAIRAN NATUNA DENGAN METODE *SEASONAL
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE
WITH EXOGENOUS VARIABLES (SARIMAX)***



Skripsi

Untuk memenuhi syarat memperoleh Derajat
Sarjana Teknik (S.T.)

Oleh:

ARYA RAHMANSYAH

NIM 2001020054

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

**PREDIKSI KECEPATAN ARUS PERMUKAAN AIR LAUT
DI PERAIRAN NATUNA DENGAN METODE *SEASONAL
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE
WITH EXOGENOUS VARIABLES (SARIMAX)***



Skripsi

Untuk memenuhi syarat memperoleh derajat
Sarjana Teknik (S.T.)

Oleh:

ARYA RAHMANSYAH

NIM 2001020054

Telah mengetahui dan disetujui oleh :

Pembimbing I,


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

Pembimbing II,




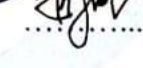

Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198903252019031014

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Prediksi Kecepatan Arus Permukaan Air Laut di Perairan Natuna dengan Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX)
Nama Mahasiswa : Arya Rahmansyah
NIM : 2001020054
Jurusan : Teknik Informatika

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal 23 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	: Ferdi Chahyadi, S.Kom., M.Cs		20/7/24
Anggota Penguji I	: Novrizal Fattah Fahmitra, S.Kom., M.Kom		23/07/2024
Anggota Penguji II	: Rifaldi Herikson, S.Kom., M.Kom		25 Juli 2024

Tanjungpinang, 30 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 *Prediksi Kecepatan Arus Permukaan Air Laut di Perairan Natuna dengan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with eXogeneous Variables (SARIMAX)*, benar-benar karya saya dan belum diajukan ke perguruan tinggi mana pun. Di bagian akhir skripsi ini, ada Daftar Pustaka yang mencantumkan sumber informasi yang diambil atau dikutip dari karya penulis lain, baik yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan.

Jika kemudian ternyata pernyataan saya salah dan melanggar peraturan karya tulis dan hak intelektual, saya bersedia untuk menarik kembali ijazah saya dari Universitas Maritim Raja Armali Haji.

Tanjungpinang, 28 Juni 2024

Yang menyatakan



(Arya Rahmansyah)

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Karya tulis ini aku dedikasikan kepada:

- 1. Kedua orang tuaku yang sangat kuhormati dan kusayangi, terima kasih atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tak pernah putus sepanjang hidupku. Semua jerih payah dan pengorbanan kalian telah menjadi sumber inspirasi dan motivasi bagiku dalam menyelesaikan skripsi ini.*
- 2. Terima kasih kepada kedua pembimbingku, Ibu Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc., dan Bapak Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs., yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan berharga di setiap langkah penulisan skripsi ini. Bantuan kalian dalam mengarahkan penelitian ini sangat berarti bagi kelancaran penulisan.*
- 3. Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada sahabat-sahabat terdekat dan teman-teman seperjuangan dari angkatan 2020 yang telah mendukung, mendorong, dan menginspirasi saya selama proses penulisan skripsi ini. Perjalanan ini akan lebih berwarna dan berkesan jika kalian berbagi cerita, pengalaman, dan pendapat satu sama lain.*
- 4. Saya sangat berterima kasih kepada orang-orang tertentu yang selalu mendukung, mendorong, dan membantu saya menyelesaikan skripsi ini.*
- 5. Terima kasih kepada setiap nama yang tak terucapkan, atas inspirasi dan kontribusi yang tak terhitung jumlahnya dari setiap kutipan, sumber, dan pandangan yang telah menjadi pijakan dalam penulisan karya ini.*
- 6. Kepada diriku sendiri, terima kasih atas kegigihan dan perjuangan hingga mencapai titik ini. Penulisan ini adalah perwujudan dari keyakinanmu akan potensi yang ada dalam dirimu.*

HALAMAN MOTO

”Jika ingin memulai hal baru, mulai dan selesaikanlah apa yang kamu mulai sebelumnya, walaupun sulit tetap harus tetap diselesaikan. Jika tidak semua hal baru yang di mulai tidak akan pernah selesai” – Arya Rahmansyah



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Prediksi Kecepatan Arus Permukaan Air Laut di Perairan Natuna Dengan Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX)”. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Strata-1 di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Dengan selesainya skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Agung Dhamar Syakti, S.Pi, DEA, selaku Rektor Universitas Maritim Raja Ali Haji
2. Ir. Sapt Nugraha, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji
3. 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., sebagai pembimbing I dan Bapak Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs., sebagai pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan yang luar biasa selama proses penulisan skripsi ini. Penulis sangat berterima kasih atas kesabaran dan pengertian mereka dalam membimbing dan mengarahkan hingga tercapai hasil yang maksimal.
5. Seluruh dosen UMRAH, khususnya Jurusan Teknik Informatika, yang dengan ikhlas telah berbagi ilmu dan pengalaman, serta staf administrasi yang selalu siap melayani dengan baik.
6. BMKG Kota Tanjung Pinang, yang telah membantu penulis dalam penyediaan data yang diperlukan untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

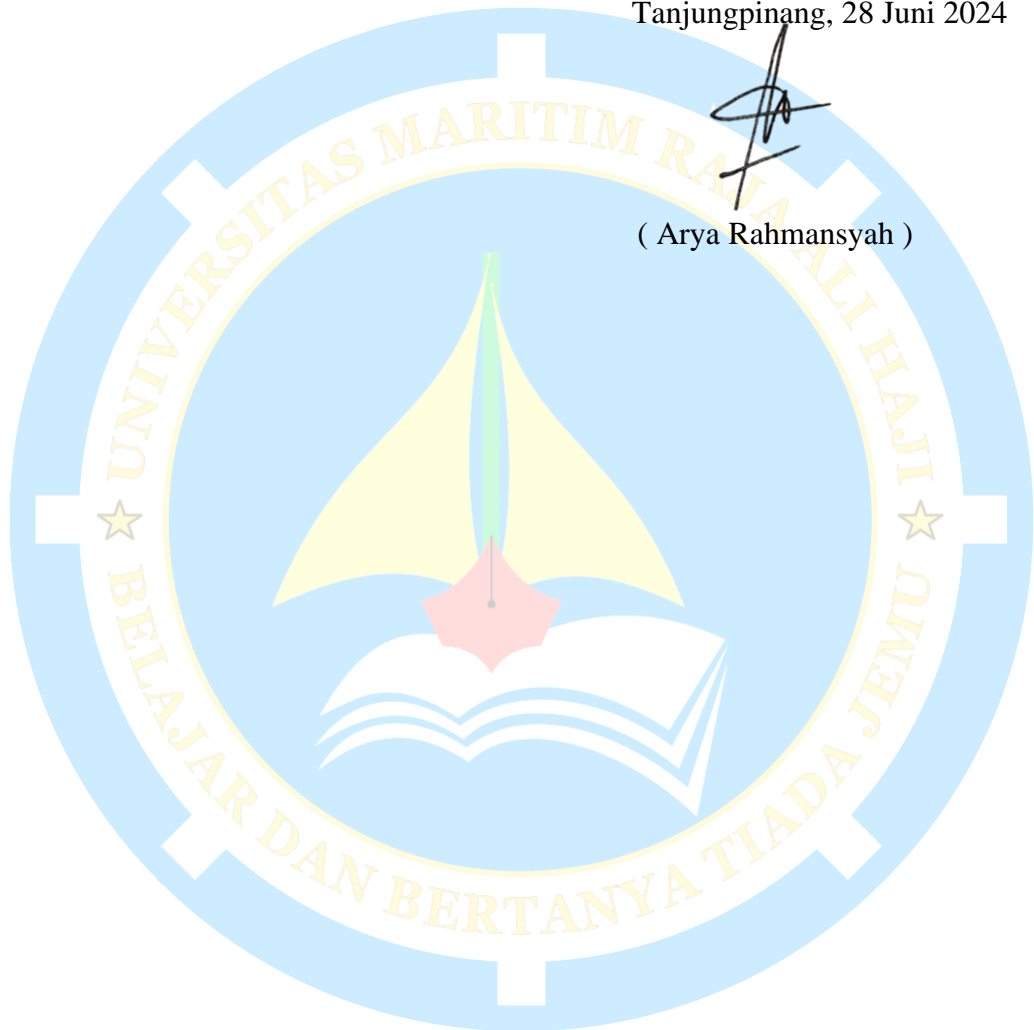
Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat dari

pembaca sebagai bahan berharga untuk pengembangan penelitian di masa mendatang. Skripsi ini semoga bermanfaat bagi pembaca.

Tanjungpinang, 28 Juni 2024



(Arya Rahmansyah)



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.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
GLOSARIUM.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Data Time Series.....	8
2.2.2 Prediksi	10
2.2.3 Stasioner dan Non Stasioner	10
2.2.4 <i>Differencing</i>	12
2.2.5 Autocorrelative Function (ACF).....	13
2.2.6 Partial Autocorrelative Function (PACF).....	14
2.2.7 Identifikasi Model SARIMA	14
2.2.8 Estimasi Parameter dan Uji Signifikan	15
2.2.9 Model SARIMAX.....	17
2.2.10 Estimasi Parameter SARIMAX dengan <i>Jackknife</i>	17
2.2.11 Ketetapan Model Terbaik	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Waktu dan Sumber Penelitian	22
3.2 Alat Bantu Penelitian	22
3.3 Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1 Studi Pustaka.....	24
3.3.2 Pengumpulan Data.....	24
3.4 Analisis dan Perancangan.....	25
3.4.1 <i>Flowchart</i> Metode SARIMAX	26
3.4.2 Analisis Data.....	27

3.5	Perancangan Basis Data	47
3.5.1	Deskripsi Tabel user	47
3.5.2	Deskripsi Tabel data_csv	47
3.5.3	Deskripsi Tabel data_latih	48
3.5.4	Deskripsi Tabel data_uji	48
3.5.5	Deskripsi Tabel diff_nm	49
3.5.6	Deskripsi Tabel diff_m	49
3.5.7	Deskripsi Tabel acf_nm	50
3.5.8	Deskripsi Tabel acf_m	50
3.6	Perancangan Alur Sistem <i>Entity Relationship Diagram</i> (ERD)	51
3.7	Perancangan Alur Sistem <i>Data Flow Diagram</i> (DFD)	52
3.7.1	DFD Level 0	53
3.7.2	DFD Level 1	53
3.7.3	DFD Level 2	54
3.8	Perancangan Antar Muka (<i>User Interface</i>)	56
3.8.1	Perancangan Form Login.....	56
3.8.2	Perancangan Halaman Dashboard	57
3.8.3	Perancangan Halaman Olah Data (Input Data, Data Latih, dan Data Uji)	57
3.8.4	Perancangan Halaman Uji Stasioner Data	59
3.8.5	Perancangan Halaman ACF dan PACF	59
3.8.6	Perancangan Halaman Identifikasi Model (Uji Signifikan)	59
3.8.7	Perancangan Halaman Identifikasi Model (Model SARIMA)	60
3.8.8	Perancangan Halaman Identifikasi Model (Model SARIMAX)	61
3.9	Implementasi	62
3.9.1	Halaman Login	62
3.9.2	Halaman Dashboard.....	62
3.9.3	Halaman Olah Data (Input Data, Data Latih, dan Data Uji).....	63
3.9.4	Halaman Uji Stasioner Data	64
3.9.5	Halaman ACF dan PACF	65
3.9.6	Halaman Identifikasi Model (Uji Signifikan)	66
3.9.7	Halaman Identifikasi Model (Model SARIMA)	67
3.9.8	Halaman Identifikasi Model (Model SARIMAX)	67
3.10	Pengujian Sistem.....	68
3.10.1	Pengujian Form Login	68
3.10.2	Pengujian Form Input Data	69
3.10.3	Pengujian Form Uji Stasioner Data	70
3.10.4	Pengujian Form ACF dan PACF	70
3.10.5	Pengujian Form Identifikasi Model.....	71
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	72
4.1	Hasil Pengujian Model SARIMA	73
4.1.1	Uji Stasioner Variabel (ACF dan PACF)	73
4.1.2	<i>Differencing</i> dan Normalisasi Data.....	75
4.1.3	Estimasi Parameter dan Uji Signifikan SARIMA	79
4.1.4	Hasil Pengujian Model SARIMA	81
4.2	Hasil Pengujian Model SARIMAX.....	82

4.2.1	Estimasi Parameter Model SARIMAX.....	82
4.2.2	Hasil Prediksi SARIMAX	84
BAB V PENUTUP.....		86
5.1	Kesimpulan.....	86
5.2	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA		87
LAMPIRAN.....		91



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Identifikasi Model	15
Tabel 2.2 Estimasi Parameter	16
Tabel 2.3 Ketentuan MAPE	20
Tabel 3.1 Data Latih	27
Tabel 3.2 Data Uji	28
Tabel 3.3 PACF Non-Stasioner	30
Tabel 3.4 Hasil <i>Differencing</i>	32
Tabel 3.5 ACF dan PACF	32
Tabel 3.6 Hasil <i>Differencing</i> Musiman	34
Tabel 3.7 ACF dan PACF Setelah <i>Differencing</i> Musiman	34
Tabel 3.8 Hasil Uji Signifikan Model SARIMA	40
Tabel 3.9 Hasil Estimasi Parameter SARIMAX	43
Tabel 3.10 Hasil Presentase error	46
Tabel 3.11 Tabel user	47
Tabel 3.12 Tabel data_csv	48
Tabel 3.13 Tabel data_latih	48
Tabel 3.14 Tabel data_uji	49
Tabel 3.15 Tabel diff_nm	49
Tabel 3.16 Tabel diff_m	50
Tabel 3.17 Tabel acf_nm	50
Tabel 3.18 Tabel acf_m	51
Tabel 3.19 Pengujian Form Login	69
Tabel 3.20 Pengujian Form Olah Data	69
Tabel 3.21 Pengujian Form Uji Stasioner Data	70
Tabel 3.22 Pengujian Form ACF dan PACF	71
Tabel 3.23 Pengujian Form ACF dan PACF	71
Tabel 4.1 Data Latih	72
Tabel 4.2 Data Uji	73
Tabel 4.3 Data ACF dan PACF Non-Stasioner	75

Tabel 4.4 Hasil <i>Differencing</i> dan Normalisais Data Latih Kecepatan Arus Permukaan Air Laut	76
Tabel 4.5 Nilai ACF dan PACF Non Musiman	78
Tabel 4.6 Nilai ACF dan PACF Musiman	79
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Masing-Masing Model.....	81
Tabel 4.8 Hasil Prediksi SARIMAX	85



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Horizontal	8
Gambar 2.2 Pola Musiman	9
Gambar 2.3 Pola Trend.....	9
Gambar 2.4 Pola Siklis	10
Gambar 2.5 Contoh plot data Non Stasioner (a) dan Stasioner (b)	11
Gambar 2.6 Pola Autokorelasi Non Stasioner.....	11
Gambar 2.7 Pola Autokorelasi Stasioner.....	12
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian.....	23
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Metode SARIMAX.....	26
Gambar 3.3 <i>Plotting</i> Data Kecepatan Arus Permukaan Air Laut.....	29
Gambar 3.4 ACF Non-Stasioner	29
Gambar 3.5 PACF Non-Stasioner	31
Gambar 3.6 ACF Non-Musiman	33
Gambar 3.7 PACF Non-Musiman	33
Gambar 3.8 ACF Musiman	35
Gambar 3.9 PACF Musiman	35
Gambar 3.10 ACF Non-Musiman	36
Gambar 3.11 PACF Non-Musiman.....	36
Gambar 3.12 ACF Musiman	37
Gambar 3.13 PACF Musiman	37
Gambar 3.14 Hasil Peramalan SARIMAX.....	46
Gambar 3.15 <i>Entity Relationship Diagram</i> (ERD)	52
Gambar 3.16 DFD Level 0	53
Gambar 3.17 DFD Level 1	53
Gambar 3.18 DFD Level 2 Kelola Data Umum.....	54
Gambar 3.19 DFD Level 2 Prediksi SARIMA	55
Gambar 3.20 DFD Level 2 Prediksi SARIMAX.....	56
Gambar 3.21 Perancangan Form Login.....	57
Gambar 3.22 Perancangan Halaman Dashboard	57
Gambar 3.23 Perancangan Halaman Input Data	58

Gambar 3.24 Perancangan Halaman Data Latih	58
Gambar 3.25 Perancangan Halaman Data Uji.....	58
Gambar 3.26 Perancangan Halaman Uji Stasioner Data.....	59
Gambar 3.27 Perancangan Halaman ACF dan PACF	59
Gambar 3.28 Perancangan Halaman Model SARIMA	60
Gambar 3.29 Perancangan Halaman Uji Signifikan.....	60
Gambar 3.30 Perancangan Halaman Prediksi Model SARIMA	61
Gambar 3.31 Perancangan Halaman Prediksi SARIMAX.....	61
Gambar 3.32 Perancangan Halaman Grafik Prediksi SARIMAX	62
Gambar 3.33 Tampilan Halaman Login.....	62
Gambar 3.34 Tampilan Halaman Dashboard	63
Gambar 3.35 Tampilan Halaman Input Data.....	63
Gambar 3.36 Tampilan Halaman Data Latih.....	64
Gambar 3.37 Tampilan Halaman Data Uji	64
Gambar 3.38 Tampilan Halaman Uji Satsioner Menampilkan Grafik.....	65
Gambar 3.39 Tampilan Halaman Hasil <i>Differencing</i> dan Normalisasi.....	65
Gambar 3.40 Tampilan Halaman ACF dan PACF	66
Gambar 3.41 Tampilan Halaman Identikasi Parameter.....	66
Gambar 3.42 Tampilan Halaman Uji Signifikan Model SARIMA.....	67
Gambar 3.43 Tampilan Halaman Prediksi Model SARIMA	67
Gambar 3.44 Tampilan Halaman Prediksi SARIMAX	68
Gambar 3.45 Tampilan Halaman Grafik Prediksi SARIMAX.....	68
Gambar 4.1 <i>Plotting</i> Data Kecepatan Arus Permukaan Air Laut.....	74
Gambar 4.2 ACF dan PACF Non-Stasioner.....	75
Gambar 4.3 Hasil <i>Differencing</i> dan Normalisasi Non-Musiman	77
Gambar 4.4 Hasil <i>Differencing</i> dan Normalisasi Musiman	77
Gambar 4.5 Grafik ACF dan PACF Non-Musiman	78
Gambar 4.6 Grafik ACF dan PACF Musiman	78
Gambar 4.7 Identifikasi Model SARIMA	80
Gambar 4.8 Estimasi Error dan Uji Signifikan.....	80
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Data Asli dengan Hasil Prediksi.....	84