

**PERAMALAN INFLASI DI KOTA BANDUNG MENGGUNAKAN
MODEL ARIMAX-RBFNN**

SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh
gelar Sarjana Matematika (S.Mat) pada Program Studi Matematika



Oleh:

Yasinta Asri Yunani

NIM 1901806

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2023

LEMBAR HAK CIPTA

**PERAMALAN INFLASI DI KOTA BANDUNG MENGGUNAKAN
MODEL ARIMAX-RBFNN**

Oleh:

Yasinta Asri Yunani

NIM 1901806

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika
pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Yasinta Asri Yunani 2023

Universitas Pendidikan Indonesia

April 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang

Skripsi tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang,
difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

YASINTA ASRI YUNANI

**PERAMALAN INFLASI DI KOTA BANDUNG MENGGUNAKAN
MODEL ARIMAX-RBFNN**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing

Pembimbing I



Fitriani Agustina, S.Si., M.Si.

NIP. 198108142005012001

Pembimbing II



Hj. Entit Puspita, S.Pd., M.Si.

NIP. 196704081994032002

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Matematika



Dr. H. Dadang Juandi, M.Si.

NIP. 196401171992021001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “PERAMALAN INFLASI DI KOTA BANDUNG MENGGUNAKAN MODEL ARIMAX-RBFNN” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara tidak sesuai etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, April 2023

Yang membuat pernyataan,



Yasinta Asri Yunani

NIM 1901806

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran *Allah Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PERAMALAN INFLASI DI KOTA BANDUNG MENGGUNAKAN MODEL ARIMAX-RBFNN”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana matematika.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberkan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini harapannya dapat memberikan ilmu pengetahuan mengenai penelitian yang dilakukan oleh penulis.

Penulis menyadari masih ada kekurangan pada skripsi ini yang disebabkan oleh keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Demikian skripsi ini penulis susun, semoga menjadi manfaat dan mohon maaf bila ada kekurangan.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bandung, April 2023

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan memanjatkan puji serta syukur kehadirat *Allah Subhanahu Wa Ta'ala* dan shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad *Shalallaahu Alaihi Wassalam*, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, dan do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Fitriani Agustina, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, masukan, dan motivasi yang banyak membantu penulis dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Hj. Entit Puspita, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, masukan, dan motivasi yang banyak membantu penulis dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. H. Cece Kustiawan, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Ketua Program Studi Matematika yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dalam pendampingan akademik perkuliahan, memberikan arahan, dan motivasi yang banyak membantu penulis dari awal perkuliahan.
4. Bapak Dr. H. Dadang Juandi, M.Si., selaku Ketua Departemen Pendidikan Matematika, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Seluruh dosen dan civitas akademika di lingkungan Departemen Pendidikan Matematika, Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Bapak, Mamah, A Ilham, Ade, dan Ramdan tercinta yang telah memberikan dukungan moral, dukungan materil, kasih sayang, semangat, serta do'a yang terus dipanjatkan kepada penulis sehingga penyusunan skripsi bisa berjalan dengan lancar.
7. Sahabat ku Ghina, Azifah, Denata, dan Haryo yang selalu memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.
8. Pihak-pihak yang tidak dapat penulis cantumkan namanya, yang telah secara langsung dan/atau tidak langsung memberikan saran dan dukungan, memberi rasa senang, sedih, aman, selama proses penulisan skripsi ini sehingga memotivasi penulis untuk menyelesaikannya.

Semoga dukungan, do'a, bantuan, dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan berkali-kali lipat dari *Allah Subhanahu Wa Ta'ala*.

ABSTRAK

Penelitian ini berisi tentang peramalan inflasi di Kota Bandung menggunakan model *hybrid* ARIMAX-RBFNN. ARIMAX merupakan pengembangan dari model ARIMA dengan penambahan variabel eksogen, sedangkan *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN) merupakan model *neural network* yang mentransformasikan *input* secara tidak linier dengan menggunakan fungsi aktivasi Gaussian pada lapisan unit *hidden* sebelum diproses secara linear pada lapisan *output*. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui model *hybrid* ARIMAX-RBFNN dan hasil dari penerapannya terhadap inflasi di Kota Bandung dengan variabel eksogen kurs rupiah terhadap dollar Amerika. Pada penelitian ini digunakan data dari bulan Oktober 2011 sampai dengan bulan September 2022. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model *hybrid* ARIMAX-RBFNN merupakan model terbaik dibandingkan dengan model ARIMAX saja. Selain itu, berdasarkan nilai MAPE dari model *hybrid* ARIMAX-RBFNN menunjukkan bahwa model tersebut menghasilkan peramalan yang sangat baik.

Kata kunci: Peramalan, ARIMAX, RBFNN, *Hybrid* ARIMAX-RBFNN

ABSTRACT

This research contains about the forecasting of inflation in the city of Bandung using the hybrid ARIMAX-RBFNN model. ARIMAX is the development of the ARIMA model with the addition of exogenous variables, while the Radial Basis Function Neural Network (RBFNN) is a neural network model that transforms input non-linearly using a Gaussian activation function in the hidden unit layer before being processed linearly in the output layer. The purpose of this research was to determine the hybrid ARIMAX-RBFNN model and the results of its application to inflation in the city of Bandung with the exogenous variable of the rupiah exchange rate against the US dollar. This research uses data from October 2011 to September 2022. The results of this research indicate that the hybrid ARIMAX-RBFNN model is the best compared to ARIMAX model. In addition, based on the MAPE value of the ARIMAX-RBFNN hybrid model it shows that the model produces very good forecasts.

Keywords : *Forecasting, ARIMAX, RBFNN, Hybrid ARIMAX-RBFNN*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II KAJIAN TEORI	6
2.1 Peramalan.....	6
2.2 Analisis Runtun Waktu	6
2.3 Kestasioneran Data Runtun Waktu.....	7
2.4 Identifikasi Model.....	9
2.4.1 Fungsi Autokorelasi (FAK).....	10
2.4.2 Fungsi Autokorelasi Parsial (FAKP)	10
2.5 Proses <i>White Noise</i>	11
2.6 Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	12
2.6.1 Pembentukan Model ARIMA	13
2.7 Fungsi Transfer.....	16
2.7.1 Model Fungsi Transfer.....	16
2.7.2 <i>Prewhitening</i>	17
2.7.3 Fungsi Korelasi Silang.....	18

2.8	Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneous Variable</i> (ARIMAX) dengan Fungsi Transfer	19
2.9	Jaringan Saraf Tiruan (JST)	19
2.10	<i>Radial Basis Function Neural Network</i> (RBFNN).....	20
2.10.1	<i>K-Means Clustering</i>	22
2.10.2	<i>Training Data</i>	23
2.11	Uji Linearitas Data.....	24
2.12	Kriteria Kebaikan Model	24
2.13	Kriteria Hasil Peramalan	24
2.14	Inflasi	25
2.15	Nilai Tukar Mata Uang (Kurs)	26
BAB III METODE PENELITIAN.....		27
3.1	Jenis dan Sumber Data.....	27
3.2	Variabel Penelitian	27
3.3	Pemodelan ARIMAX dengan Fungsi Transfer	27
3.3.1	Uji Linearitas Data.....	27
3.3.2	Identifikasi Model ARIMA Deret <i>Input</i> dan Deret <i>Output</i>	27
3.3.3	<i>Prewhitening</i>	28
3.3.4	Plot Fungsi Korelasi Silang Antara Deret <i>Input</i> dan Deret <i>Output</i> yang Telah <i>Diprewhitening</i>	28
3.3.5	Identifikasi Awal Model ARIMAX.....	28
3.3.6	Identifikasi Model Deret Gangguan (Noise).....	29
3.3.7	Penetapan (<i>pn, qn</i>) untuk Model ARIMA dari Deret Gangguan.....	29
3.3.8	Pendugaan Akhir Parameter Model ARIMAX	29
3.3.9	Uji Diagnostik	30
3.4	Pemodelan RBFNN	32
3.4.1	Penentuan Data <i>Input</i>	32
3.4.2	<i>Training Data</i>	32
3.4.3	<i>Testing Data</i>	32
3.5	Model ARIMAX-RBFNN	32
3.6	Alur Penelitian.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36

4.1	Pemodelan ARIMAX dengan Fungsi Transfer	36
4.1.1	Uji Linearitas Data.....	36
4.1.2	Identifikasi Model ARIMA untuk Deret <i>Input</i> dan Deret <i>Output</i>	37
4.1.2	<i>Prewhitening</i> Deret <i>Input</i> dan Deret <i>Output</i>	42
4.1.3	Plot Korelasi Silang Deret <i>Input</i> dan <i>Output</i> yang Telah <i>Diprewhitening</i>	43
4.1.4	Identifikasi Awal Model ARIMAX	43
4.1.5	Identifikasi Awal Model Deret Gangguan (<i>Noise</i>).....	44
4.1.6	Penetapan pn, qn untuk Model ARIMA Deret Gangguan	45
4.1.7	Pendugaan Akhir Parameter Model ARIMAX	48
4.2	Pemodelan Inflasi di Kota Bandung dengan <i>Hybrid</i> ARIMAX-RBFNN .	51
4.2.1	Penentuan Data <i>Input</i>	51
4.2.2	<i>Training</i> Data	52
4.2.3	<i>Testing</i> Data.....	52
4.3	Hasil Ramalan Inflasi di Kota Bandung	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....		v
LAMPIRAN		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik data runtun waktu tidak stasioner dalam rata-rata dan variansi	7
Gambar 2. 2 Grafik data runtun waktu stasioner dalam rata-rata.....	8
Gambar 2. 3 Grafik data runtun waktu stasioner dalam variansi	8
Gambar 2. 4 Konsep Model Fungsi Transfer	16
Gambar 2. 5 Ilustrasi Jaringan Saraf Tiruan	20
Gambar 2. 6 Arsitektur Radial Basis Function Neural Network (RBFNN)	21
Gambar 3. 1 <i>Flow Chart</i> Alur Penelitian	34
Gambar 3. 2 Lanjutan <i>Flow Chart</i> Alur Penelitian	35
Gambar 4. 1 Grafik plot runtun waktu data inflasi.....	37
Gambar 4. 2 Grafik plot FAK data inflasi.....	37
Gambar 4. 3 Grafik plot FAKP data inflasi	37
Gambar 4. 4 Grafik plot runtun waktu data inflasi D=1	38
Gambar 4. 5 Grafik plot FAK data inflasi D=1	38
Gambar 4. 6 Grafik plot FAKP data inflasi D=1	38
Gambar 4. 7 Grafik plot runtun waktu data kurs rupiah	40
Gambar 4. 8 Grafik plot FAK data kurs rupiah.....	40
Gambar 4. 9 Grafik plot FAKP data kurs rupiah.....	40
Gambar 4. 10 Grafik plot korelasi silang deret input dan deret output.....	43
Gambar 4. 11 Grafik plot runtun waktu data deret gangguan	45
Gambar 4. 12 Grafik plot FAK data deret gangguan.....	45
Gambar 4. 13 Grafik plot FAKP data deret gangguan.....	45
Gambar 4. 14 Grafik plot runtun waktu data deret gangguan D=1	46
Gambar 4. 15 Grafik plot FAK data deret gangguan D=1	46
Gambar 4. 16 Grafik plot FAKP data deret gangguan D=1	46
Gambar 4. 17 Arsitektur Jaringan RBFNN Penelitian.....	51
Gambar 4. 18 Proses <i>Training Data</i>	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai λ dan transformasinya.....	9
Tabel 2. 2 Tabel Bentuk FAK dan FAKP dari Model ARIMA(p,0,q)	14
Tabel 3. 1 Model fungsi transfer yang sering digunakan.....	28
Tabel 4. 1 Hasil Uji Terasvirta	36
Tabel 4. 2 Estimasi Parameter Model ARIMA(1,0,1)(0,1,1) ¹²	39
Tabel 4. 3 Autokorelasi dari <i>Residual</i> ARIMA(1,0,1)(0,1,1) ¹²	39
Tabel 4. 4 Estimasi Parameter Model ARMA(2,0)	41
Tabel 4. 5 Autokorelasi dari <i>Residual</i> ARMA(2,0).....	42
Tabel 4. 6 Nilai Deret Gangguan	44
Tabel 4. 7 Estimasi Parameter Model ARIMA(0,0,1)(0,1,1) ¹²	47
Tabel 4. 8 Autokorelasi dari <i>Residual</i> ARIMA(0,0,1)(0,1,1) ¹²	48
Tabel 4. 9 Estimasi Parameter Model ARIMAX(9,0,0)[(0,0,1)(0,1,1) ¹²]......	49
Tabel 4. 10 Pengujian Korelasi Silang.....	49
Tabel 4. 11 Pengujian Autokorelasi dari <i>Residual</i> ARIMAX(9,0,0)[(0,0,1)(0,1,1) ¹²]	50
Tabel 4. 12 Hasil <i>Testing</i> Data	52
Tabel 4. 14 Nilai RMSE ARIMAX dan <i>Hybrid</i> ARIMAX-RBFNN	54
Tabel 4. 15 Hasil Ramalan Inflasi di Kota Bandung 12 Bulan ke Depan.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data inflasi di Kota Bandung dan Kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika dari Oktober 2011 sampai dengan September 2022.....	73
Lampiran 2 Kriteria Model Terbaik Deret <i>Output</i>	76
Lampiran 3 Kriteria Model Terbaik Deret <i>Input</i>	76
Lampiran 4 Hasil <i>Prewhitening</i>	77
Lampiran 5 Deret Gangguan	80
Lampiran 6 Kriteria Model Terbaik Deret Gangguan	81
Lampiran 7 Hasil <i>Training</i> Data.....	81
Lampiran 8 Hasil Peramalan Pemodelan RBFNN	83
Lampiran 9 <i>Syntax</i> SAS Model ARIMAX Fungsi Transfer	84
Lampiran 10 <i>Source Code</i> Software R Studio	85