

**PENERAPAN METODE PERAMALAN MENGGUNAKAN FUZZY
ARMA
(Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara yang Datang ke Jawa Barat)**

SKRIPSI

disusun untuk memenuhi sebagian dari syarat memperoleh gelar
Sarjana Matematika



Oleh:
Tama Lasni Rohana
1900143

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

LEMBAR HAK CIPTA

**PENERAPAN METODE PERAMALAN MENGGUNAKAN FUZZY
ARMA**

**(Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara yang Datang
ke Jawa Barat)**

Oleh:
Tama Lasni Rohana
1900143

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Matematika pada
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Tama Lasni Rohana 2024
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

Tama Lasni Rohana

**PENERAPAN METODE PERAMALAN MENGGUNAKAN FUZZY
ARMA
(Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara yang Datang
ke Jawa Barat)**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing seminar proposal

Pembimbing I



Dr. Entit Puspita, S.Pd., M.Si.
NIP. 196704081994032002

Pembimbing II



Fitriani Agustina, S.Si., M.Si.
NIP. 198108142005012001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.
NIP. 198207282005012001

ABSTRAK

Pada masa modern saat ini, peramalan telah menjadi alat yang penting dalam perencanaan strategis di berbagai sektor, termasuk pariwisata, yang berperan signifikan dalam perekonomian di Jawa Barat. Peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara adalah langkah krusial yang dapat mempengaruhi kebijakan pemerintah, alokasi sumber daya, dan keputusan investasi dalam industri pariwisata. Namun, kompleksitas faktor-faktor yang mempengaruhi kunjungan wisatawan, seperti kondisi ekonomi global, situasi politik, perubahan cuaca, dan event-event budaya, membuat peramalan ini menjadi tantangan tersendiri. Untuk meminimalisir risiko kesalahan dalam peramalan, diperlukan model yang mampu menangani data yang tidak stasioner serta data yang mengandung unsur ketidakpastian dan kompleksitas tinggi. Model ARMA (*AutoRegressive Moving Average*) adalah salah satu model yang umum digunakan untuk peramalan data runtun waktu yang berdistribusi normal, tetapi model ini memiliki keterbatasan ketika diterapkan pada data yang tidak stasioner atau yang memiliki karakteristik *fuzzy*. Sebagai solusi, model *Fuzzy ARMA* dikembangkan untuk menangani data yang tidak hanya mengandung ketidakpastian, tetapi juga mampu mengakomodasi sifat *fuzzy* yang ada dalam data. Logika *fuzzy* memberikan fleksibilitas dalam menangani data yang tidak pasti dengan menggunakan variabel linguistik dan himpunan *fuzzy*, sehingga model *Fuzzy ARMA* dapat memberikan hasil peramalan yang lebih akurat dibandingkan dengan model ARMA tradisional. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan model *Fuzzy ARMA* dalam peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara di Jawa Barat. Proses penelitian meliputi pengumpulan data bulanan kunjungan wisatawan, pengujian stasioneritas data, pengembangan model *Fuzzy ARMA*, dan evaluasi akurasi model. Parameter model *Fuzzy ARMA* diestimasi menggunakan metode Maximum Likelihood Estimation (MLE) dengan pendekatan optimasi *Iteratively Reweighted Least Squares* (IRLS)

Kata Kunci: Peramalan, Runtun Waktu, Fuzzy Logic, ARMA, Fuzzy ARMA, Kunjungan Wisatawan, Jawa Barat.

ABSTRACT

In the modern era, forecasting has become a critical tool in strategic planning across various sectors, including tourism, which plays a significant role in the economy of West Java. Forecasting the number of international tourist arrivals is a crucial step that can influence government policies, resource allocation, and investment decisions within the tourism industry. However, the complexity of factors affecting tourist arrivals, such as global economic conditions, political situations, weather changes, and cultural events, presents unique challenges for accurate forecasting. To minimize the risks associated with forecasting errors, it is essential to employ models that can handle non-stationary data as well as data that contains uncertainty and high complexity. The ARMA (AutoRegressive Moving Average) model is commonly used for forecasting time series data that follows a normal distribution, but this model has limitations when applied to non-stationary data or data with fuzzy characteristics. As a solution, the Fuzzy ARMA model was developed to address data that not only contains uncertainty but also incorporates fuzzy characteristics. Fuzzy logic provides the flexibility to handle uncertain data by using linguistic variables and fuzzy sets, enabling the Fuzzy ARMA model to deliver more accurate forecasts compared to traditional ARMA models. This research aims to develop and apply the Fuzzy ARMA model for forecasting the number of international tourist arrivals in West Java. The research process includes collecting monthly tourist arrival data, testing data stationarity, developing the Fuzzy ARMA model, and evaluating the model's accuracy. The parameters of the Fuzzy ARMA model are estimated using the Maximum Likelihood Estimation (MLE) method with the Iteratively Reweighted Least Squares (IRLS) optimization approach.

Keywords: *Forecasting, Time Series, Fuzzy Logic, ARMA, Fuzzy ARMA, Tourist Arrivals, West Java*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I.....	13
PENDAHULUAN.....	13
1.1. Latar Belakang	13
1.2. Rumusan Masalah	16
1.3. Tujuan Penelitian.....	16
1.4. Batasan Masalah.....	16
1.5. Manfaat Penelitian.....	16
1.5.1. Manfaat Teoritis	16
1.5.2. Manfaat Praktis	17
BAB II KAJIAN TEORI.....	18
2.1. Peramalan Runtun Waktu.....	18
2.2. Stasioneritas Data.....	21
2.2.1. Plot Time Series.....	23
2.2.2. Statistik Deskriptif	23
2.2.3. Uji Formal	24
2.3. Fungsi Autokorelasi (FAK).....	25
2.3.1. Definisi Formal	27
2.3.2. Sifat dan Interpretasi FAK	27
2.4. Fungsi Autokorelasi Parsial (FAKP).....	28
2.4.1. Definisi Formal	28

2.4.2.	Sifat dan Interpretasi FAKP	28
2.5.	Autoregressive Moving Average (ARMA)	29
2.5.1.	Asumsi-Asumsi Dasar	30
2.5.2.	Komponen Autoregressive (AR).....	31
2.5.3.	Komponen Moving Average (MA).....	32
2.5.4.	Pemodelan ARMA	33
2.5.5.	Estimasi Parameter Model ARMA.....	34
2.6.	Evaluasi Model.....	375
2.7.	Logika Fuzzy	38
2.8.	Himpunan Fuzzy	40
2.9.	Operator Pada Logika Fuzzy	42
2.10.	Jenis-Jenis Inferensi Logika Fuzzy	44
2.11.	Inferensi Sugeno	45
2.11.1.	Proses Inferensi Sugeno	45
2.11.2.	Formula Inferensi Sugeno	46
2.12.	Pariwisata	46
2.13.	Wisatawan Mancanegara.....	47
BAB III METODE PENELITIAN		48
3.1.	Deskripsi Masalah	48
3.2.	Jenis dan Sumber Data	48
3.3.	Metode dan Prosedur Penelitian	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		54
4.1.	Data Preparation	54
4.2.	Analisis Deskriptif.....	55
4.3.	Uji Stasioneritas.....	57
4.4.	Identifikasi Orde AR dan MA.....	62
4.5.	Pengembangan Model Fuzzy ARMA	63
4.5.1.	Himpunan Fuzzy	63
4.5.2.	Integrasi Himpunan Fuzzy dengan Model ARMA	64
4.5.3.	Estimasi Parameter Model ARMA	65
4.5.4.	Evaluasi Model ARMA.....	67
4.6.	Evaluasi Model.....	68

4.7	Pengujian Validitas Model.....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		58
5.1.	Kesimpulan	58
5.2.	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN.....		62
	Lampiran 1: Data Jumlah Wisatawan Mancanegara ke Jawa Barat Periode Januari 2017 – Desember 2023	62
	Lampiran 2: Pemetaan Nilai Fuzzy	65
	Lampiran 3 : Komputasi dengan Toolbox Python.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Pola FAK dan FAKP	29
Tabel 4. 1 Statistik Deskriptif Jumlah Wisatawan Mancanegara ke Jawa Barat ..	55
Tabel 4. 2 Himpunan Fuzzy Dengan Rentang Jumlah Wisatawan	63
Tabel 4. 3 Tabel Aturan Pemetaan Nilai Fuzzy.....	64
Tabel 4. 4 Estimasi Parameter Model ARMA(2,1).....	66
Tabel 4. 5 Hasil Uji Model ARMA.....	67
Tabel 4. 6 Hasil Uji Model.....	68
Tabel 4. 7 Validitas Model.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Jumlah Wisatawan Mancanegara tahun 2012-2023.....	14
Gambar 2. 1	Time Series Dengan Rata-Rata Konstan Vs Tidak Konstan.....	22
Gambar 2. 2	Time Series Dengan Varians Konstan Vs Tidak Konstan.....	22
Gambar 2. 3	Kurva himpunan fuzzy bentuk Trapezoidal	41
Gambar 2. 4	Kurva himpunan fuzzy bentuk segitiga.....	41
Gambar 2. 5	Kurva himpunan fuzzy bentuk sigmoid	42
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian Bagian 1	49
Gambar 3. 2	Diagram Alir Penelitian Bagian 2	38
Gambar 4. 1	Data Jumlah Wisatawan Mancanegara di Provinsi Jawa Barat.....	55
Gambar 4. 2	Time Series Plot Data Jumlah Wisatawan Mancanegara	44
Gambar 4. 3	Hasil Uji Stasioner	58
Gambar 4. 4	Grafik FAK dan FAKP Data Asli.....	46
Gambar 4. 5	Hasil Uji Stasioner Setelah Transformasi.....	58
Gambar 4. 6	Grafik Plot time series dan FAK FAKP setelah Differencing.....	47
Gambar 4. 7	Hasil Uji Stasioner Setelah Transformasi Logaritma	47
Gambar 4. 8	Grafik Plot time series dan FAK FAKP setelah Transformasi Logaritma	47
Gambar 4. 9	Grafik Plot Dekomposisi Musiman	48
Gambar 4.10	Hasil Uji Stasioner Setelah Transformasi Pada Komponen Residu.....	49
Gambar 4.11	Grafik Plot time series dan FAK FAKP setelah Transformasi Pada Komponen Residu	50

DAFTAR PUSTAKA

<https://jabar.bps.go.id/indicator/16/44/1/jumlah-wisatawan-mancanegara.html>, diakses pada tanggal 10 September 2023

<https://opendata.jabarprov.go.id/id/dataset/jumlah-wisatawan-berdasarkan-kategori-di-jawa-barat>, diakses pada tanggal 10 September 2023

Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: Forecasting and control* (5th ed.). Wiley.

Hamilton, J. D. (1994). *Time series analysis*. Princeton University Press.

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and practice* (3rd ed.). OTexts.

Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods and applications* (3rd ed.). Wiley.

Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S., Dunson, D. B., Vehtari, A., & Rubin, D. B. (2013). *Bayesian data analysis* (3rd ed.). Chapman and Hall/CRC.

Chatfield, C. (2000). *Time-series forecasting*. Chapman and Hall/CRC.

Wang, H. (2006). *Time series analysis and forecasting*. McGraw-Hill.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431.

Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178.

Hannan, E. J., & Rissanen, J. (1982). Recursive estimation of mixed autoregressive-moving average order. *Biometrika*, 69(1), 81-94.

Gujarati, D. N. (2003). *Basic Econometrics* (4th ed.). McGraw-Hill.

Klir, G. J., & Yuan, B. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Prentice Hall.

Liu, Y., & Hu, X. (2018). *Time Series Forecasting Using ARMA Model and Its Applications*. Springer.

Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2015). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting* (2nd ed.). Wiley.

Pankratz, A. (1991). *Forecasting with Dynamic Regression Models*. Wiley.

Shumway, R. H., & Stoffer, D. S. (2017). *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples* (4th ed.). Springer.

Zadeh, L. A. (1965). "Fuzzy Sets." *Information and Control*, 8(3), 338-353.

