

***EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION – SEASONAL
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE
(EMD-SARIMA)***

(Studi Kasus: Peramalan Curah Hujan Kota Bandung)

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Matematika (S.Mat) pada Program Studi Matematika



Oleh

Regina Kemala Pratiwi

1700686

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2021**

LEMBAR HAK CIPTA

EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION - SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (EMD-SARIMA)

(Studi Kasus: Peramalan Curah Hujan Kota Bandung)

Oleh

Regina Kemala Pratiwi

1700686

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

© Regina Kemala Pratiwi 2021

Universitas Pendidikan Indonesia

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruh atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

REGINA KEMALA PRATIWI

***EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION - SEASONAL AUTOREGRESSIVE
INTEGRATED MOVING AVERAGE (EMD-SARIMA)
(Studi Kasus: Peramalan Curah Hujan Kota Bandung)***

Disetujui dan disahkan oleh
Pembimbing I



Dr. Bambang Avip Priatna Martadiputra, M.Si.
NIP. 19641205199031001

Pembimbing II



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 “*Empirical Mode Decomposition - Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (EMD-Sarima)*” ini beserta seluruh isinya merupakan karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juni 2021

Yang Membuat Pernyataan,



Regina Kemala Pratiwi

1700686

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT tuhan semesta alam, karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Matematika di Universitas Pendidikan Indonesia.

Keberhasilan dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Bambang Avip Priatna Martadiputra, M.Si. selaku Pembimbing I yang telah memberikan motivasi, saran, dan arahan selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Pendidikan Indonesia dan dalam penyusunan skripsi ini;
2. Ibu Entit Puspita, S.Pd., M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan motivasi, saran, dan arahan selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Pendidikan Indonesia dan dalam penyusunan skripsi ini;
3. Ibu Ririn Sispiyati, S.Si., M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah mengayomi dan memberikan bimbingan serta arahan selama menempuh studi;
4. Bapak Drs. H. Cece Kustiawan, M.Si. selaku Ketua Program Studi Matematika Universitas Pendidikan Indonesia;
5. Bapak Dr. Dadang Juandi, M.Si. selaku Ketua Departemen Pendidikan Matematika Universitas Pendidikan Indonesia;
6. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Matematika yang telah memberikan ilmunya selama penulis menempuh studi;
7. Kedua orang tua, Bapak Suhendra dan Ibu Budiyani. Serta kakak saya Novie Dewi Kustiani yang selalu memberikan doa, dorongan, dan motivasi selama penulis menempuh studi dan menyusun skripsi ini;

8. Dzagie Ramadhan Suheri, Fitri Nurkholifah, Amira Rahma Puspita dan teman mahasiswa Matematika 2017 yang telah memberikan semangat serta bantuan selama penyusunan skripsi dan selama menjalani perkuliahan;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu selesainya penyusunan skripsi ini.

Hanya ucapan terima kasih yang dapat disampaikan, semoga apa yang telah diberikan dapat menjadi amal baik dan mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan keterbatasan pengetahuan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, diharapkan pembaca dapat memberi masukan yang membangun kepada penulis.

Bandung, Juni 2021

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan curah hujan di Kota Bandung berdasarkan data periode Januari 2015 sampai Desember 2019. Peramalan dilakukan dengan menggunakan metode *Empirical Mode Decomposition – Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (EMD-SARIMA) yang merupakan gabungan metode dekomposisi EMD dengan metode runtun waktu musiman SARIMA. Metode ini digunakan untuk mengatasi permasalahan runtun waktu yang memiliki karakteristik nonlinear dan berpola musiman. Prosedur peramalan dengan metode ini diawali dengan uji nonlinearitas data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data nonlinear. Kemudian dilakukan dekomposisi dengan metode EMD. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peramalan curah hujan di Kota Bandung untuk 12 bulan ke depan menunjukkan adanya fluktuasi di mana curah hujan tertinggi terjadi pada Bulan Agustus 2020 dan curah hujan terendah terjadi pada Bulan Januari 2020. Hasil peramalan masih jauh dengan data asli namun memberikan nilai MAPE sebesar 38,13307% yang artinya hasil peramalan tergolong cukup akurat.

Kata Kunci: Nonlinear, Pola Musiman, EMD, SARIMA, Curah Hujan.

ABSTRACT

This study aims to predict rainfall in Bandung City based on data from January 2015 to December 2019. Forecasting is carried out using the Empirical Mode Decomposition – Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (EMD-SARIMA) method, which combines the EMD decomposition method with the SARIMA seasonal time series method. This method is used to solve time series problems that have nonlinear characteristics and have seasonal patterns. The forecasting procedure with this method begins with a nonlinearity test of the data. The test results show that the data is nonlinear. Then the decomposition is carried out using the EMD method. The study indicates that the rainfall forecast in Bandung City for the next 12 months shows fluctuations where the highest rainfall occurred in August 2020 and the lowest rainfall occurred in January 2020. The forecasting results are still far from the original data but provide a MAPE value of 38,13307%, which means that the forecasting results are quite accurate.

Keywords: *Nonlinear, Seasonal Pattern, EMD, SARIMA, Rainfall.*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Empirical Mode Decomposition (EMD)	5
2.2 Peramalan	8
2.3 Stasioneritas	9
2.4 Fungsi Autokorelasi (FAK)	11
2.5 Fungsi Autokorelasi Parsial (FAKP)	11
2.6 Proses <i>White Noise</i>	11
2.7 Model Runtun Waktu Box-Jenkins Stasioner	12
2.7.1 Model Autoregressive (AR)	12
2.7.2 Model Moving Average (MA)	13
2.7.4 Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)	14
2.7.5 Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)	15

2.8	Pemeriksaan Kecocokan Model	17
2.9	Ketepatan Model Terbaik	18
BAB III METODE PENELITIAN		20
3.1	Jenis Penelitian	20
3.2	Sumber Data	20
3.3	Teknik Analisis Data	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Hasil.....	24
4.1.1	Uji Nonlinearitas Data.....	24
4.1.2	Metode EMD	32
4.1.3	Model Runtun Waktu untuk Data IMF 1	34
4.1.4	Model Runtun Waktu untuk Data IMF 2	41
4.1.5	Model Runtun Waktu untuk Data IMF 3	47
4.1.6	Model Runtun Waktu untuk Data IMF 4	52
4.1.7	Model Runtun Waktu untuk Data IMF 5	58
4.1.8	Model Runtun Waktu untuk Data IMF 6	64
4.1.9	Model Runtun Waktu untuk Data IMF 7	70
4.1.10	Model Runtun Waktu untuk Data Residu Metode EMD	77
4.2	Pembahasan	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		86
5.1	Kesimpulan.....	86
5.2	Saran	87
DAFTAR PUSTAKA		88
LAMPIRAN		90

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1.1.6 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model	28
Tabel 4.1.3.5 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model	36
Tabel 4.1.3.6 Nilai AIC pada Beberapa Kemungkinan Model yang Memenuhi Uji Parameter	38
Tabel 4.1.3.9 Hasil Peramalan Data IMF 1	40
Tabel 4.1.4.4 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model	43
Tabel 4.1.4.5 Nilai AIC pada Beberapa Kemungkinan Model yang Memenuhi Uji Parameter	44
Tabel 4.1.4.8 Hasil Peramalan Data IMF 2	46
Tabel 4.1.5.4 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model	48
Tabel 4.1.5.5 Nilai AIC pada Beberapa Kemungkinan Model yang Memenuhi Uji Parameter	49
Tabel 4.1.5.8 Hasil Peramalan Data IMF 3	51
Tabel 4.1.6.4 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model	54
Tabel 4.1.6.5 Nilai AIC pada Beberapa Kemungkinan Model yang Memenuhi Uji Parameter	55
Tabel 4.1.6.8 Hasil Peramalan Data IMF 4	57
Tabel 4.1.7.4 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model	60
Tabel 4.1.7.5 Nilai AIC pada Beberapa Kemungkinan Model yang Memenuhi Uji Parameter	60
Tabel 4.1.7.8 Hasil Peramalan Data IMF 5	63
Tabel 4.1.8.8 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model	67
Tabel 4.1.8.9 Nilai AIC pada Beberapa Kemungkinan Model yang Memenuhi Uji Parameter	67
Tabel 4.1.8.12 Hasil Peramalan Data IMF 6	69
Tabel 4.1.9.7 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model	73
Tabel 4.1.9.8 Nilai AIC pada Beberapa Kemungkinan Model yang Memenuhi Uji Parameter	74
Tabel 4.1.9.11 Hasil Peramalan Data IMF 7	77
Tabel 4.1.10.6 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model	80

Tabel 4.1.10.7 Nilai AIC pada Beberapa Kemungkinan Model yang Memenuhi Uji Parameter.....	81
Tabel 4.1.10.10 Hasil Peramalan Data Residu.....	83
Tabel 4.2.1 Hasil Peramalan Total.....	84
Tabel 5.1 Model Runtun Waktu dari masing-masing IMF dan residu.....	86

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.3.1 Kerangka Berfikir	22
Gambar 3.3.2 <i>Flowchart</i> Metode EMD-SARIMA	23
Gambar 4.1.1.1 Plot Data Curah Hujan Kota Bandung	25
Gambar 4.1.1.2 Plot FAK dan FAKP Data Curah Hujan Kota Bandung	25
Gambar 4.1.1.3 Plot Transformasi Data	26
Gambar 4.1.1.4 Uji Akar Unit	26
Gambar 4.1.1.5 Plot FAK dan FAKP dari Transformasi Data Curah Hujan	27
Gambar 4.1.1.7 Uji Ljung-Box	29
Gambar 4.1.1.8 Uji Nonlinearitas	31
Gambar 4.1.2.1 <i>Syntax</i> Metode EMD	32
Gambar 4.1.2.2 <i>Syntax</i> Metode EMD	32
Gambar 4.1.2.3 IMF 1	33
Gambar 4.1.2.4 IMF 2	33
Gambar 4.1.2.5 IMF 3	33
Gambar 4.1.2.6 IMF 4	33
Gambar 4.1.2.7 IMF 5	33
Gambar 4.1.2.8 IMF 6	33
Gambar 4.1.2.9 IMF 7	33
Gambar 4.1.2.10 Residu	33
Gambar 4.1.3.1 Plot Data IMF 1	34
Gambar 4.1.3.2 Plot FAK dan FAKP Data IMF 1	34
Gambar 4.1.3.3 Plot FAK dan FAKP Data IMF 1 <i>differencing</i> 1 kali	35
Gambar 4.1.3.4 Uji Akar Unit	35
Gambar 4.1.3.7 Uji Parameter Model ARIMA(7,1,0)(1,0,1) ¹²	38
Gambar 4.1.3.8 Uji Ljung-Box	39
Gambar 4.1.4.1 Plot Data IMF 2	41
Gambar 4.1.4.2 Uji Akar Unit	41
Gambar 4.1.4.3 Plot FAK dan FAKP Data IMF 2	42
Gambar 4.1.4.6 Uji Parameter Model ARMA(2,2)	44

Gambar 4.1.4.7 Uji Ljung-Box	45
Gambar 4.1.5.1 Plot Data IMF 3	46
Gambar 4.1.5.2 Uji Akar Unit.....	48
Gambar 4.1.5.3 Plot FAK dan FAKP Data IMF 3	48
Gambar 4.1.5.6 Uji Parameter Model ARMA(3,2).....	50
Gambar 4.1.5.7 Uji Ljung-Box	50
Gambar 4.1.6.1 Plot Data IMF 4	52
Gambar 4.1.6.2 Uji Akar Unit.....	52
Gambar 4.1.6.3 Plot FAK dan FAKP Data IMF 4	53
Gambar 4.1.6.6 Uji Parameter Model ARMA(4,1).....	55
Gambar 4.1.6.7 Uji Ljung-Box	56
Gambar 4.1.7.1 Plot Data IMF 5	58
Gambar 4.1.7.2 Uji Akar Unit.....	58
Gambar 4.1.7.3 Plot FAK dan FAKP Data IMF 5	59
Gambar 4.1.7.6 Uji Parameter Model ARMA(2,4).....	61
Gambar 4.1.7.7 Uji Ljung-Box	62
Gambar 4.1.8.1 Plot Data IMF 6	64
Gambar 4.1.8.2 Uji Akar Unit.....	64
Gambar 4.1.8.3 Uji Akar Unit.....	65
Gambar 4.1.8.4 Uji Akar Unit.....	65
Gambar 4.1.8.5 Uji Akar Unit.....	65
Gambar 4.1.8.6 Uji Akar Unit.....	66
Gambar 4.1.8.7 Plot FAK dan FAKP Data IMF 6 <i>differencing</i> ke-4	66
Gambar 4.1.8.10 Uji Parameter Model IMA(4,2).....	68
Gambar 4.1.8.11 Uji Ljung-Box	68
Gambar 4.1.9.1 Plot Data IMF 7	70
Gambar 4.1.9.2 Uji Akar Unit.....	71
Gambar 4.1.9.3 Uji Akar Unit.....	71
Gambar 4.1.9.4 Uji Akar Unit.....	72
Gambar 4.1.9.5 Uji Akar Unit.....	72
Gambar 4.1.9.6 Plot FAK dan FAKP Data IMF 7 <i>differencing</i> ke-3	73
Gambar 4.1.9.9 Uji Parameter Model IMA(3,3).....	75

Gambar 4.1.9.10 Uji Ljung-Box	75
Gambar 4.1.10.1 Plot Data Residu	77
Gambar 4.1.10.2 Uji Akar Unit.....	78
Gambar 4.1.10.3 Uji Akar Unit.....	78
Gambar 4.1.10.4 Uji Akar Unit.....	79
Gambar 4.1.10.5 Plot FAK dan FAKP Data Residu <i>differencing</i> ke-2	79
Gambar 4.1.10.8 Uji Parameter Model ARI(7,2).....	81
Gambar 4.1.10.9 Uji Ljung-Box	82
Gambar 4.2.2 Grafik Perbandingan Hasil Peramalan dengan Data Curah Hujan Kota Bandung Tahun 2020	85

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Awal, IMF 1, IMF 2, IMF 3, IMF 4, IMF 5, IMF 6, IMF 7, dan Residu.....	90
Lampiran 2 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model (Data Awal).....	93
Lampiran 3 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model (IMF 1)....	94
Lampiran 4 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model (IMF 2)...	99
Lampiran 5 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model (IMF 3).	102
Lampiran 6 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model (IMF 4).	104
Lampiran 7 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model (IMF 5).	107
Lampiran 8 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model (IMF 6).	109
Lampiran 9 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model (IMF 7).	110
Lampiran 10 Estimasi Parameter pada Beberapa Kemungkinan Model (Residu)	113

DAFTAR PUSTAKA

- Awajan, A. M., Ismail, M. T., & Wadi, S. A. (2019). A review on empirical mode decomposition in forecasting time series. *ITALIAN JOURNAL OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS*, 301-323.
- Heizer, J., & Render, B. (2011). *Operations Management*. United States of America: Pearson Prentice Hall.
- Ismarani, Saputro, D. R., & Setiyowati, R. (2021). Pemodelan Banyaknya Penumpang Kereta Api di Pulau Jawa dengan Nonlinear Autoregressive Neural Network. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 645-651.
- Janardhanan, D., & Barrett, E. (2017). CPU Workload Forecasting of Machines in Data Centers Using LSTM Recurrent Neural Networks and ARIMA Models. *The 12th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST-2017)*.
- Kafara, Z., Rumlawang, F., & Sinay, L. (2017). PERAMALAN CURAH HUJAN DENGAN PENDEKATAN SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (SARIMA). *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 63-74.
- Khoirunnisa, R., Wibowo, W., & Suharsono, A. (2016). Nonlinearity Test on Time Series Data Case Study: The Number of Foreign Tourists. *PROCEEDING OF 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE OF RESEARCH , IMPLEMENTATION AND EDUCATIONS OF MATHEMATICS AND SCIENCE*.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods and Applications*. New York: John Wiley & Sons.

- Nawawi, H., & Martini, M. (2005). *Penelitian Terapan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Open Data Kota Bandung. (2016). Retrieved from databandung.go.id
- Seneviratna, D., & Rathnayaka, R. (2017). Rainfall Data Forecasting By SARIMA and BPNN Models. *IOSR Journal of Mathematics (IOSR-JM)*, 57-63.
- Sepriza, A. (2019). KARAKTERISTIK INITIAL ELECTRIC FIELD CHANGE (IEC) DENGAN DATA VHF PADA PETIR CLOUD TO CLOUD (CC). *Diploma thesis, UNIVERSITAS ANDALAS*.
- Soejoeti, Z. (1987). *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Karunika Universitas Terbuka.
- Wang, Z. Y., Qiu, J., & Li, F.-F. (2018). Hybrid Models Combining EMD/EEMD and ARIMA for Long-Term Streamflow Forecasting.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. New York: Addison Wesley.