

**PERAMALAN CURAH HUJAN KOTA BANDUNG DENGAN
MODEL *HYBRID* SARIMAX-LSTM**

SKRIPSI

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



Disusun oleh:

Dewi Qurotul Aeni

2008140

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2024

LEMBAR HAK CIPTA

**PERAMALAN CURAH HUJAN KOTA BANDUNG DENGAN
MODEL *HYBRID* SARIMAX-LSTM**

Oleh:

Dewi Qurotul Aeni

2008140

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

© Dewi Qurotul Aeni, 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

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

LEMBAR PENGESAHAN

DEWI QUROTUL AENI

PERAMALAN CURAH HUJAN KOTA BANDUNG DENGAN
MODEL *HYBRID* SARIMAX-LSTM

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing,
Pembimbing I



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

Pembimbing II



Dr. Lukman, S.Si., M.Si.
NIP. 196801281994021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



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

ABSTRAK

Curah hujan merupakan fenomena alam yang memiliki peran krusial dalam kehidupan manusia dan ekosistem di dunia. Prediksi curah hujan yang akurat memainkan peran penting dalam mengelola sumber daya alam serta dalam upaya mitigasi dan perencanaan yang lebih baik terkait pengelolaan air, keselamatan masyarakat, serta pembangunan infrastruktur. Model yang digunakan dalam peramalan curah hujan dalam penelitian ini adalah model *hybrid* SARIMAX-LSTM (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable – Long Short Term Memory*). Model SARIMAX adalah model SARIMA dengan tambahan variabel eksogen, dalam penelitian ini berupa nilai persentase kelembaban udara dalam periode waktu yang sama. Selain itu, model LSTM digunakan untuk menutupi kekurangan model SARIMAX, yaitu kurang mampu menangani peramalan jangka panjang dan non-linear secara efisien. Penelitian dimulai dengan menjalankan model SARIMAX, kemudian residu dari hasil model tersebut diolah dengan model LSTM. Model terbaik yang diperoleh adalah model SARIMAX (2,1,0)(2,1,0)(12) dan model LSTM yang menggunakan fungsi aktivasi *Relu* dengan jumlah *window size* 12, *batch size* sebanyak 32, dan memiliki 2 *hidden layer* dengan parameter optimal sebanyak 128 *neurons* serta melalui proses pelatihan sejumlah 25 *epochs*. Hasil akhir peramalan curah hujan Kota Bandung menunjukkan bahwa model *hybrid* SARIMAX-LSTM lebih baik dibandingkan model SARIMAX, dengan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Maret sebesar 375,291 mm dan curah hujan terendah terjadi pada bulan September sebesar 57,535 mm.

Kata Kunci : runtun waktu, curah hujan, SARIMAX, LSTM, SARIMAX-LSTM.

ABSTRACT

Rainfall is a natural phenomenon that plays a crucial role in human life and ecosystems around the world. Accurate rainfall prediction plays an important role in managing natural resources as well as in mitigation efforts and better planning related to water management, public safety, and infrastructure development. The model used in rainfall forecasting in this study is the hybrid SARIMAX-LSTM (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable - Long Short Term Memory) model. The SARIMAX model is a SARIMA model with additional exogenous variables, in this study in the form of the percentage value of air humidity in the same time period. In addition, the LSTM model is used to cover the shortcomings of the SARIMAX model, which is less able to handle long-term and non-linear forecasting efficiently. The research begins by running the SARIMAX model, then the residuals from the model results are processed with the LSTM model. The best model obtained is the SARIMAX (2,1,0)(2,1,0)(12) model and the LSTM model which uses the Relu activation function with a window size of 12, batch size of 32, and has 2 hidden layers with optimal parameters of 128 neurons and through a training process of 25 epochs. The final results of Bandung City rainfall forecasting show that the hybrid SARIMAX-LSTM model is better than the SARIMAX model, with the highest rainfall occurring in March at 375.291 mm and the lowest rainfall occurring in September at 57.535 mm.

Key Words : time series, precipitation, SARIMAX, LSTM, SARIMAX-LSTM.

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	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.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Curah Hujan	7
2.2 <i>Time Series</i>	8
2.3 Linearitas	9
2.4 Stasioneritas.....	11
2.4.1 Stasioner dalam varians.....	12
2.4.2 Stasioner dalam rata-rata.....	13
2.5 FAK dan FAKP	14
2.5.1 FAK.....	14
2.5.2 FAKP	16
2.6 Model ARIMA	17
2.6.1 <i>Autoregressive (AR)</i>	18

2.6.2	<i>Moving Average (MA)</i>	18
2.6.3	<i>Autoregressive Moving Average (ARMA)</i>	19
2.6.4	<i>Integrated</i>	20
2.6.5	<i>Autoregressive Moving Average (ARIMA)</i>	20
2.7	Model SARIMA	22
2.8	Model SARIMAX	23
2.9	Uji Kecocokan Model	24
2.10	<i>Neural Network</i>	25
2.11	<i>Long Short Term Memory (LSTM)</i>	26
2.12	Kriteria Pemilihan Model Terbaik	29
2.12.1	AIC.....	29
2.12.2	RMSE.....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....		31
3.1	Data dan Variabel Penelitian	31
3.2	Langkah Analisis	31
3.3.1	Pembentukan Model SARIMAX	31
3.3.2	Pembentukan Model LSTM.....	32
3.3.3	Pembentukan Model SARIMAX-LSTM	33
3.4	Alur Penelitian.....	35
BAB IV PEMBAHASAN.....		37
4.1	Data	37
4.2	Pembentukan Model SARIMAX	37
4.2.1	Prosedur Input Data.....	37
4.2.2	Identifikasi Data Curah Hujan	37
4.2.3	Uji Linearitas.....	39
4.2.4	Uji Stasioneritas	41
4.2.5	Identifikasi Model SARIMAX.....	44
4.2.6	Uji Signifikansi Parameter Model SARIMAX	47
4.2.7	Uji Diagnostik Model SARIMAX	48
4.2.8	Pemilihan Model SARIMAX terbaik	49
4.3	Pembentukan Model <i>Hybrid</i> SARIMAX-LSTM	51

4.3.1	Penentuan Data Input	51
4.3.2	Normalisasi Residual Model SARIMAX.....	51
4.3.3	Prosedur <i>Split</i> Data.....	52
4.3.4	Pembentukan Model LSTM.....	52
4.4	Peramalan Model <i>Hybrid</i> SARIMAX-LSTM.....	54
BAB V PENUTUP.....		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN.....		64

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, I. (2022). *Analisis Pengembangan Model Prediksi Kesuksesan Kickstarter Menggunakan Algoritma Backpropagation Artificial Neural Network(ANN) dan Random Forest* [Universitas Lampung]. <http://digilib.unila.ac.id/65510/2/3>.
- Alpianto, L., Hermawan, A., & Junaedi. (2023). Moving Average untuk Prediksi Harga Saham dengan Linear Regression. *Jurnal Buana Informatika*, 14(02), 117–126. <https://doi.org/10.24002/jbi.v14i02.7446>
- Amrustian, M. A., Widayat, W., & Wirawan, A. M. (2022). Analisis Sentimen Evaluasi Terhadap Pengajaran Dosen di Perguruan Tinggi Menggunakan Metode LSTM. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), 535. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3527>
- Ariansyah, K. (2015). Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Pelanggan Radio Trunking Terrestrial Dengan Analisis Runtut Waktu. *Buletin Pos Dan Telekomunikasi*, 11(1), 77–92. <https://doi.org/10.17933/bpostel.2013.110106>
- Azhar, M. I., & Mahmudy, W. F. (2018). Prediksi Curah Hujan Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference Sytem (ANFIS). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(11), 4932–4939.
- Azizah, A. N. (2023). *Penerapan Hybrid Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average - Long Short Term Memory (SARIMA-LSTM) dalam Meramalkan Curah Hujan di Bogor*. UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA.
- Baniva, R., Devi, Sinta, D., Parwanti, S., Yuliany, Haryati, E., Trikarno, Anugrah, M., & Pramata, J. (2023). Pendampingan Pengamatan Alat Pengukur Hujan pada Pos Hujan Desa Petani di Kota Pagar Alam. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 4(3), 2153–2159.
- Bartlett, M. S. (1946). On the Theoretical Specification and Sampling Properties of Autocorrelated Time-Series. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 8(1), 27–41. <https://doi.org/10.2307/2983611>
- Batubara, N. A., & Maulana, R. (2020). *Tutorial Object Detection Plate Number with Convolution Neural Network (CNN)*. Kreatif Industri Nusantara.

<https://books.google.co.id/>

BMKG. (2017). Normal Hujan Bulanan. Medan: BMKG.

BPS. (2024). Curah Hujan (mm) per Bulan di Kota Bandung, 2000-2023. Bandung: BPS

BPS. (2024). Kelembapan Udara per Bulan di Kota Bandung, 2000-2023. Bandung: BPS

Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. John Wiley & Sons, Inc.

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(July 1979), 37–41. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>

Ekasari, N., Paramita, N. L. P. S. P., & Mashuri, M. (2019). Pengendalian Kualitas Bahan Bakar Gas PT Indonesia Power UPJP-PGT Pasuruan Peta Kendali Univariate Berbasis Model Time Series. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36311>

Ete, A. A. (2017). *Forecasting The Amount Of Foreign Tourist Travelers To Indonesia By Entrance Guide Using Singular Spectrum Analysis And ARIMA*.

Fabrianto, L. (2020). *Peramalan Trend Penjualan Retail Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average*.

Firdaus, R. F., & Papatungan, I. V. (2022). Prediksi Curah Hujan di Kota Bandung Menggunakan Metode Long Short Term Memory. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 2(3), 453–460. <https://doi.org/10.54082/jupin.99>

Habinuddin, E., Binarto, A., & Sartika, E. (2019). *Peramalan Curah Hujan Kota Bandung Dengan Menggunakan Metode Analisis Spektral Forecasting Rainfall in Bandung Using Spectral Analysis Method*. 1–12.

- Habsari, H. D. P., Purnamasari, I., & Yuniarti, D. (2020). Peramalan Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing dan Verifikasi Hasil Peramalan Menggunakan Grafik Pengendali Tracking Signal (Studi Kasus: Data IHK Provinsi Kalimantan Timur). *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, *14*(1), 013–022. <https://doi.org/10.30598/barekengvol14iss1pp013-022>
- Hadiansyah, A. (2020). *Peramalan Penjualan Cat Pada Pt. Hij Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average* [Universitas Komputer Indonesia]. <http://elibrary.unikom.ac.id/>
- Hutapea, T. A., & Siahaan, A. Y. (2023). Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing Di Kabupaten Padang Lawas Utara. *Journal of Student Research*, *1*(2), 378–393. <https://doi.org/10.55606/jsr.v1i2.1046>
- Indrawan, I. B. A., & Rikumahu, B. (2021). Analisis Risiko Kredit, Risiko Pasar dan Risiko Likuiditas pada Bank Umum BUMN. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, Dan Akuntansi)*, *7*(3), 287–303.
- Latief, N. H., Nur'eni, N., & Setiawan, I. (2022). Peramalan Curah Hujan di Kota Makassar dengan Menggunakan Metode SARIMAX. *STATISTIKA Journal of Theoretical Statistics and Its Applications*, *22*(1), 55–63. <https://doi.org/10.29313/statistika.v22i1.990>
- Paembonan, M. (2016). *Model ARIMAX, Radial Basis Function Network (RBFN), Dan Hybrid ARIMAX-RBFN Untuk Peramalan Inflow Dan Outflow Uang Kartal Di Provinsi Papua*. <https://repository.its.ac.id/75490/>
- Pradana, Y. A., Cholissodin, I., & Kurnianingtyas, D. (2023). Analisis Sentimen Pemindahan Ibu Kota Indonesia pada Media Sosial Twitter menggunakan Metode LSTM dan Word2Vec. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *7*(5), 2389–2397. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Pradipta, N. S., Sembiring, P., & Bangun, P. (2013). Analisis Pengaruh Curah Hujan di Kota Medan. *Saintia Matematika*, *1*(5), 459–468.
- Ramsey, J. B. (1969). Tests for Specification Errors in Classical Linear Least-Squares Regression Analysis. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical*

- Methodology*, 31(2), 350–371. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1969.tb00796.x>
- Robial, S. M. (2018). Perbandingan Model Statistik pada Analisis Metode Peramalan Time Series (Studi Kasus: PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Kandatel Sukabumi). *Jurnal Ilmiah SANTIKA*, 8(2), 1–17.
- Rowan, Muflikhah, L., & Cholissodin, I. (2022). Peramalan Kasus Positif COVID-19 di Jawa Timur menggunakan Metode Hybrid ARIMA-LSTM. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(9), 4146–4153. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Salsabila, A. D. (2023). *Implementasi Peramalan Suhu Minimum Mingguan Menggunakan Metode Hybrid Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)-Long Short Term Memory (LSTM)* [Universitas Lampung]. <https://digilib.unila.ac.id/74554/>
- Shin, Y., & Schmidt, P. (1992). The KPSS stationarity test as a unit root test. *Economics Letters*, 38(4), 387–392. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(92\)90023-R](https://doi.org/10.1016/0165-1765(92)90023-R)
- Supriyanto, H. (2022). *Perbandingan Metode Supervised Learning Untuk Peramalan Time Series Pada Kunjungan Pasien Rawat Jalan [ACF, MAPE, RMSE, Supervised Learning, Time Series]*. <https://journal.trunojoyo.ac.id/simantec/article/view/14010>
- Suripin, S., & Kurniani, D. (2016). Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Hidrograf Banjir di Kanal Banjir Timur Kota Semarang. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 22(2), 119. <https://doi.org/10.14710/mkts.v22i2.12881>
- Warsito, B., & Ispriyanti, D. (2004). Uji Linearitas Data Time Series dengan Reset Test. *Jurnal Matematika dan Komputer*, 7(3), 36–44.
- Wiranda, L., & Sadikin, M. (2019). Penerapan Long Short Term Memory pada Data Time Series untuk Memprediksi Penjualan Produk PT. Metiska Farma. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 8(3), 184–196.

- Wulandari R.A, & Gernowo R. (2019). Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam Analisis Curah Hujan. *Berkala Fisika*, 22(1), 41–48.
- Yunani, Y. A. (2023). *Peramalan Inflasi di Kota Bandung Menggunakan Model ARIMAX-RBFNN* [Universitas Pendidikan Indonesia]. <https://repository.upi.edu/90066/>