

PERBANDINGAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN ARIMA PADA PERAMALAN CURAH HUJAN DI KOTA MALANG

Silvia Hithama Hutabarat, Firnanda Al-Islama Achyunda Putra

Sistem Informasi, Universitas Merdeka Malang

silviahutabarat5@gmail.com

ABSTRAK

Perubahan iklim yang menyebabkan ketidakpastian dalam curah hujan di Kota Malang memberikan dampak yang signifikan terhadap sektor pertanian dan pariwisata, sehingga diperlukan metode peramalan yang tepat. Penelitian ini membandingkan dua metode peramalan deret waktu, yaitu Exponential Smoothing Holt-Winters dan ARIMA, untuk menentukan metode yang paling efektif dalam meramalkan curah hujan di Kota Malang. Data yang digunakan adalah data historis curah hujan dari tahun 2020 hingga 2024 yang diperoleh dari BMKG. Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan proses pembersihan data menggunakan Microsoft Excel, dan analisis model dilakukan dengan Minitab. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMA (1,1,0) menghasilkan nilai RMSE sebesar 5.85, yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan metode Holt-Winters yang memiliki RMSE sebesar 102.73. Oleh karena itu, model ARIMA (1,1,0) dinyatakan sebagai metode yang paling akurat untuk meramalkan curah hujan di daerah tersebut. Hasil ini dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan sumber daya alam dan mitigasi risiko yang berkaitan dengan cuaca ekstrem di Kota Malang.

Kata kunci : Peramalan, Curah hujan, ARIMA, Exponential Smoothing Holt-Winters.

1. PENDAHULUAN

Hujan adalah fenomena alam yang penting, dan curah hujan merupakan salah satu unsur cuaca yang diukur untuk mengetahui jumlah air yang jatuh ke permukaan bumi [1]. Di Indonesia, curah hujan tahunan rata-rata mencapai 2.000 mm, dengan Kota Malang memiliki intensitas curah hujan sebesar 1.883 mm. Perubahan musim yang tidak menentu akibat perubahan iklim berdampak pada sektor pertanian dan pariwisata di Kota Malang, sehingga prediksi curah hujan yang akurat menjadi krusial.

Peramalan cuaca merupakan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi yang bertujuan untuk memperkirakan kondisi atmosfer di masa yang akan datang pada waktu dan lokasi tertentu [2]. Metode peramalan curah hujan menggunakan data deret waktu dan analisis runtun waktu untuk mengolah data masa lalu guna menghasilkan model peramalan masa depan [3].

Deret waktu adalah kumpulan data yang diurutkan berdasarkan waktu, terdiri dari pengamatan yang dilakukan secara teratur pada interval waktu yang tetap, seperti harian, bulanan, atau tahunan [4]. Analisis deret waktu merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk memprediksi pola probabilistik dari suatu keadaan di masa depan guna mendukung proses pengambilan keputusan.

Penelitian ini menerapkan peramalan curah hujan menggunakan metode ARIMA dan metode *Exponential Smoothing*. Model ARIMA merupakan pengembangan dari model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) dimana datanya tidak stasioner sehingga dilakukan *differencing*.

Penelitian ini akan mengkaji efektivitas peramalan curah hujan di kota Malang. Peramalan dilakukan dengan menggunakan data curah hujan dari

tahun 2020-2024 yang dikumpulkan oleh stasiun klimatologi Jawa Timur, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang relevan dan mendukung pengelolaan sumber daya alam serta kegiatan masyarakat yang dipengaruhi oleh cuaca.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh ke permukaan tanah sebagai hasil dari proses kondensasi uap air di atmosfer yang membentuk butir-butir air. Curah hujan diukur berdasarkan tinggi air yang terkumpul di atas permukaan datar dalam periode waktu tertentu, tanpa memperhitungkan kehilangan akibat infiltrasi, aliran permukaan, atau penguapan [5]. Curah hujan di Indonesia dinyatakan dalam satuan milimeter (mm), di mana satu milimeter setara dengan volume air yang tertampung setinggi satu milimeter pada area seluas satu meter persegi, yang juga berarti sama dengan satu liter air.

2.2. Peramalan Cuaca

Peramalan cuaca adalah proses memperkirakan kondisi udara pada waktu tertentu di suatu area yang terbatas, dalam rentang waktu yang relatif singkat. Peramalan (*forecasting*) merupakan suatu metode untuk menyusun informasi faktual mengenai kondisi sosial di masa depan berdasarkan data atau informasi yang telah tersedia terkait suatu permasalahan kebijakan [6]. Ramalan mempunyai tiga bentuk utama: proyeksi, prediksi, dan perkiraan.

- a. Suatu proyeksi adalah ramalan yang didasarkan pada pengamatan dan analisis kecenderungan dari masa lalu serta kondisi saat ini untuk meramalkan masa depan. Proyeksi ini

mengajukan pertanyaan yang jelas berdasarkan argumen yang diperoleh melalui metode tertentu dan kasus-kasus yang sebanding.

- b. Sebuah prediksi adalah ramalan yang didasarkan pada asumsi teoritis yang jelas. Asumsi ini dapat berupa hukum teoritis (seperti hukum penurunan nilai uang), proposisi teoritis (contohnya proposisi yang menyatakan bahwa kerusakan dalam masyarakat disebabkan oleh kesenjangan antara harapan dan kenyataan), atau analogi (misalnya, perbandingan antara pertumbuhan organisasi pemerintah dan pertumbuhan organisme biologis).
- c. Sebuah perkiraan adalah ramalan yang didasarkan pada penilaian yang informatif atau evaluasi dari para ahli mengenai kondisi masyarakat di masa depan.

Tujuan dari pelaksanaan peramalan adalah untuk mendapatkan informasi tentang perubahan yang akan terjadi di masa depan, yang dapat memengaruhi pelaksanaan serta dampaknya.

2.3. Deret Waktu (Time Series)

Deret waktu adalah kumpulan data yang diurutkan berdasarkan waktu, terdiri dari pengamatan yang dilakukan secara teratur pada interval waktu yang tetap, seperti harian, bulanan, atau tahunan [4]. Analisis deret waktu merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk memprediksi pola probabilistik dari suatu keadaan di masa depan guna mendukung proses pengambilan keputusan.

2.4. Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)

Model ARIMA merupakan kombinasi dari model AR dan MA dengan differencing pada orde d, yang secara umum dikenal ARIMA(p,d,q) dengan bentuk umum sebagai berikut.

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Y_t = \theta_q(B)e_t \quad (1)$$

Model Box-Jenkins (ARIMA) terbagi menjadi tiga kategori, yaitu: model Auto Regressive (AR), Moving Average (MA), dan model gabungan ARIMA (Autoregressive Moving Average) yang menggabungkan karakteristik dari kedua model tersebut. Berikut model umum metode ARIMA.

- a. Model Auto Regressive (AR)

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t \quad (2)$$
- b. Model Moving Average (MA)

$$X_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (3)$$
- c. Model ARMA

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (4)$$
- d. Model ARIMA

$$X_t = \phi_1 W_{t-1} + \dots + \phi_p W_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (5)$$

Dimana:

ϕ_p : parameter *autoregressive* ke-p, θ_q : parameter *Moving Average*, e_t : nilai kesalahan pada saat t

2.5. Metode Exponential Smoothing Holt-Winters

Model *Holt-Winters* adalah metode peramalan yang mengintegrasikan tiga komponen utama: level, tren, dan musiman. Metode ini sangat efektif dalam memprediksi data yang menunjukkan pola musiman dan tren yang terjadi bersamaan. Salah satu keunggulan metode ini adalah penerapan prinsip pemulusan eksponensial, di mana nilai-nilai terbaru diberikan bobot yang lebih besar dalam peramalan dibandingkan data historis, sehingga responsif terhadap perubahan pola data [7].

Metode *Holt-Winters* memiliki 2 tipe, yaitu model aditif (penjumlahan) dan model multiplikatif (perkalian). Berikut merupakan rumus-rumus metode *Holt-Winters*.

- a. Holt-Winters Exponential Smoothing Additive
 Untuk Pemulusan Exponential Holt-Winters dengan Metode Penambahan Musiman mempunyai persamaan sebagai berikut:

Pemulusan level:

$$S_t = \alpha(X_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (6)$$

Pemulusan tren:

$$T_t = \alpha(X_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (7)$$

Pemulusan musiman:

$$I_t = \gamma(X_t - S_t) + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (8)$$

Persamaan untuk membuat peramalan pada periode m yang akan datang

$$F_{t+m} = S_t + T_t m + I_{t-L+m} \quad (9)$$

- b. Holt-Winters Exponential Smoothing Multiplicative

Untuk Pemulusan Exponential Holt-Winters dengan Metode Perkalian Musiman mempunyai persamaan sebagai berikut:

Pemulusan level:

$$S_t = \alpha \left(\frac{X_t}{I_{t-L}} \right) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (10)$$

Pemulusan tren:

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (11)$$

Pemulusan musiman:

$$I_t = \gamma \left(\frac{X_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (12)$$

Persamaan untuk membuat peramalan pada periode m yang akan datang

$$F_{t+m} = (S_t + T_t m) I_{t-L+m} \quad (13)$$

Dimana:

X_t : nilai aktual pada periode akhir t

α : konstanta penghalusan untuk data ($0 < \alpha < 1$)

β : konstanta penghalusan untuk trend ($0 < \beta < 1$)

γ : konstanta penghalusan untuk musiman ($0 < \gamma < 1$)

S_t : nilai pemulusan awal

T_t : konstanta pemulusan

T : komponen tren

I : faktor penyesuaian musiman

L : panjang musim/ periode

F_{t+m} : ramalan untuk m periode ke depan dari t.

2.6. Uji Kesalahan Peramalan

Peramalan yang akurat ditunjukkan oleh kemampuan model dalam menghasilkan prediksi dengan tingkat kesalahan yang rendah. Oleh karena itu, pengujian terhadap kesalahan peramalan menjadi aspek penting dalam evaluasi kinerja suatu metode peramalan. Pengukuran kesalahan ini pada dasarnya dilakukan dengan membandingkan antara nilai aktual yang terjadi dengan nilai hasil prediksi. Selisih antara keduanya mencerminkan sejauh mana tingkat ketepatan model dalam memprediksi data. Evaluasi hasil peramalan dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu Mean Squared Error (MSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), dan Root Mean Squared Error (RMSE).

Dalam pengukuran akurasi, tujuan yang ingin dicapai adalah nilai yang serendah mungkin. Semakin kecil nilai yang dihasilkan oleh alat ukur, semakin baik metode peramalan yang digunakan.

2.7. Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memprediksi curah hujan menggunakan metode statistik guna mendukung mitigasi bencana dan pengelolaan sumber daya air secara lebih akurat.

Penelitian lain berjudul “Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Arima”. Hasilnya menunjukkan bahwa model ARIMA (0,1,1) paling sesuai untuk Kabupaten Sleman, sedangkan ARIMA (1,1,1) lebih akurat untuk Semarang dan Surabaya, dengan nilai MAPE terendah sebesar 8,53%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa modifikasi model ARIMA perlu disesuaikan dengan pola curah hujan tiap daerah agar hasil prediksi lebih optimal [8].

Penelitian lain berjudul “Peramalan Curah Hujan di Kota Samarinda Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)”. Model ini dipilih karena menghasilkan nilai AIC terendah dan mampu memprediksi pola curah hujan bulanan dengan stabil. Disarankan agar model ini dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan variabel eksternal untuk meningkatkan akurasi [9].

Penelitian lain berjudul “Optimasi Prediksi Curah Hujan Kota Padang Dengan Model Arima”. Hasil menunjukkan bahwa model ARIMA(0,1,1) dipilih berdasarkan hasil uji AIC dan white noise, serta berhasil menangkap pola fluktuatif bulanan dengan baik [10].

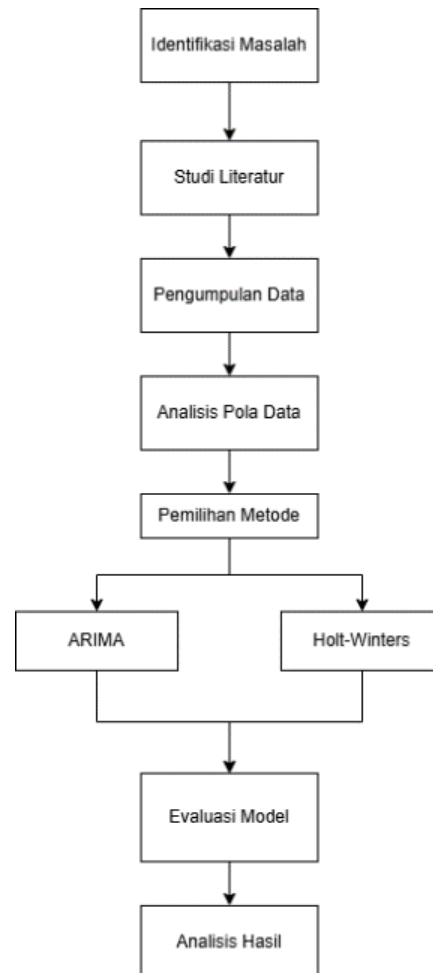
Penelitian lain berjudul “Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing Di Kabupaten Padang Lawas Utara”. Pada penelitian ini model aditif memberikan hasil terbaik dengan nilai MAPE sebesar 0,327 dan terbukti efektif dalam menangkap pola musiman. Hasil prediksi ini sangat penting bagi sektor pertanian untuk menentukan waktu tanam dan pemupukan [11].

Penelitian lain berjudul “Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Holt-Winters di Kabupaten Sumbawa”. Penelitian ini menggunakan model aditif karena model ini menunjukkan hasil yang akurat

dengan nilai MAE sebesar 45,88 mm dan RMSE sebesar 63,07 mm. Curah hujan tertinggi diperkirakan akan terjadi antara bulan Desember hingga Maret, sedangkan curah hujan terendah diprediksi terjadi dari Juni hingga September [12].

3. METODE PENELITIAN

Adapun *flowchart* penelitian seperti berikut.



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

3.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah ketidakpastian pola curah hujan di Kota Malang yang dapat mengganggu berbagai sektor seperti pertanian, pariwisata, dan pengelolaan lingkungan. Kondisi ini mendorong perlunya penerapan metode peramalan yang akurat untuk mendukung perencanaan dan pengambilan keputusan yang tepat.

3.2. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan kajian terhadap teori-teori dan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang membahas metode peramalan deret waktu, khususnya metode ARIMA dan Exponential Smoothing (Holt-Winters). Kajian ini mencakup pemahaman tentang cara kerja, kelebihan, serta batasan dari masing-masing metode.

3.3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data curah hujan bulanan di Kota Malang selama tahun 2020 hingga 2024 diperoleh dari website resmi data online BMKG. Data ini dikumpulkan dalam format *time series* dengan satuan milimeter (mm), kemudian diklasifikasikan berdasarkan bulan dan tahun.

3.4. Analisis Pola Data

Data yang telah terkumpul kemudian dilakukan analisis untuk mengidentifikasi karakteristiknya. Visualisasi data *time series* ditampilkan dalam bentuk plot *time series* guna mengamati pola-pola yang muncul dalam data tersebut.

3.5. Pemilihan Metode

Berdasarkan karakteristik data, dua metode dipilih untuk dibandingkan, yaitu:

- Pemodelan Metode Exponential Smoothing (Holt-Winters)

Pada tahap ini dilakukan penyesuaian parameter smoothing. Model Holt-Winters memerlukan penentuan dua parameter smoothing khusus, yaitu untuk menangkap pola tren dan pola musiman dalam data. Setelah parameter ditetapkan, model diimplementasikan dengan menggunakan parameter-parameter yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Proses peramalan kemudian dilakukan untuk memprediksi curah hujan dalam rentang waktu lima tahun dari Januari 2020 hingga Desember 2024.

- Pemodelan Metode ARIMA

Tahap ini dimulai dengan memeriksa stasioneritas data menggunakan plot *time series* untuk mengevaluasi mean dan grafik transformasi Box-Cox untuk varians. Jika data tidak stasioner terhadap mean, dilakukan differencing, sedangkan untuk varians digunakan transformasi Box-Cox. Proses ini diulang hingga data menjadi stasioner. Setelah itu, Fungsi Autokorelasi (ACF) dan Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF) digunakan untuk membuat grafik Correlogram yang membantu menentukan model ARIMA yang sesuai berdasarkan kriteria dalam. Pemilihan model dilakukan dengan metode Conditional Least Square (CLS), dan parameter yang diperoleh diuji signifikansinya dengan uji t statistik. Selanjutnya, model yang lolos diuji white noise dan distribusi normal untuk memastikan bahwa model bersifat independen dan layak digunakan.

3.6. Evaluasi Model

Kinerja kedua metode diukur menggunakan indikator *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *Root Mean Squared Error* (RMSE). Model dengan nilai terkecil dianggap sebagai model yang lebih akurat dan optimal.

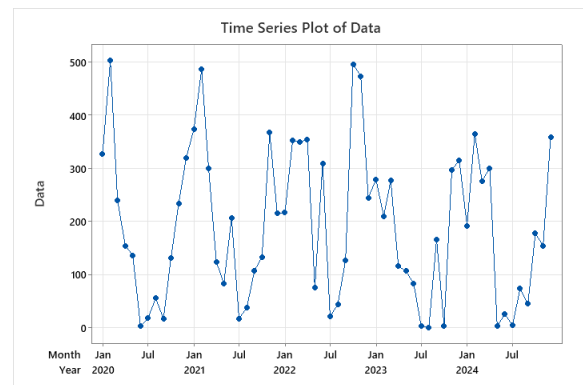
3.7. Analisis Hasil

Hasil perbandingan antara kedua metode dianalisis untuk menentukan metode yang paling optimal dalam meramalkan curah hujan di Kota Malang. Selain itu, disampaikan juga interpretasi hasil dan potensi pemanfaatannya dalam pengambilan kebijakan, terutama yang berkaitan dengan mitigasi perubahan iklim dan perencanaan sektor publik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Pola Data

Sebelum data digunakan diperlukan pengujian terlebih dahulu sebelum data tersebut diolah, yang disebut uji pola data. Uji pola data penting dilakukan untuk menguji apakah data dapat dikatakan stasioner atau tidak. Stasioneritas data penting untuk menentukan metode peramalan apa yang tepat dilakukan. **Gambar 2** menampilkan plot data *time series* curah hujan dari bulan Januari 2020 s.d. Desember 2024.

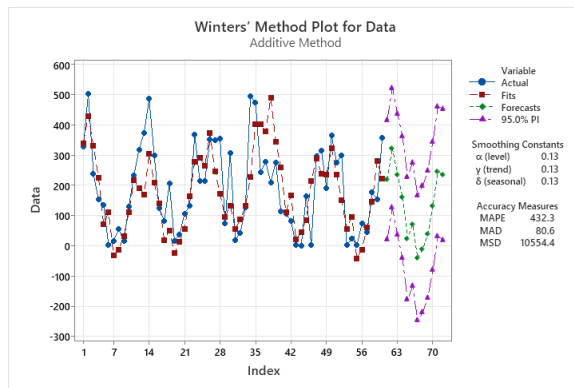


Gambar 2. Plot Data Curah Hujan selama periode 2020 hingga 2024.

Pada **Gambar 2** menampilkan bahwa pola data curah hujan bersifat tidak stasioner karena data memiliki pola musiman. Pola musiman terlihat dari pola data yang menunjukkan naik dan turun dalam jangka waktu yang tetap.

4.2. Exponential Smoothing Holt-Winters

Berdasarkan **Gambar 2** menunjukkan pola musiman. Dari Pola tersebut dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan adalah model *Holt-Winters*. Tahap ini akan dilakukan estimasi parameter *Exponential Smoothing* yang sesuai dengan model. Maka parameter yang ditentukan adalah parameter α , β , dan γ . Pemilihan model dilakukan dengan proses *try* dan *error* dengan skala nilai 0,1 sampai 0,9 dan dilakukan penggabungan untuk mencari *error* terkecil. Hasil yang didapatkan adalah nilai $\alpha = 0,13$, $\beta = 0,13$, dan $\gamma = 0,13$.



Gambar 3. Plot Curah Hujan Hasil Peramalan

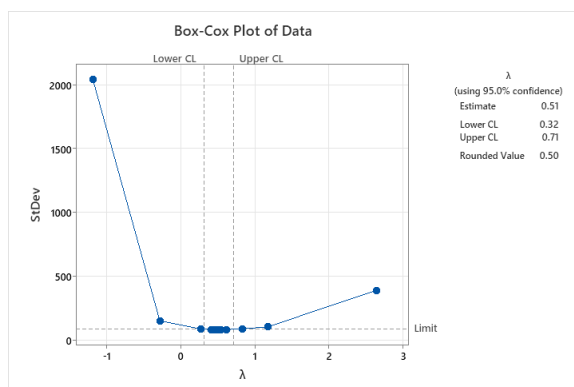
Perhitungan untuk mengetahui keakuratan prediksi menggunakan nilai *error* terkecil. Berdasarkan olahan Minitab nilai *error* Holt-Winters ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel 1 Error Hasil Peramalan Holt-Winters

MAPE	432.3
MAD	80.6
MSD	10554.4

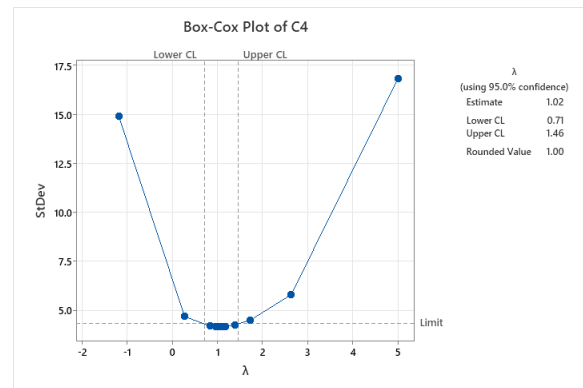
4.3. Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Langkah pertama yang dilakukan pada uji ARIMA yaitu identifikasi model, uji stasioner data. Pemeriksaan stasioneritas data terhadap varian dilakukan dengan menganalisa plot Box-Cox dari data curah hujan.



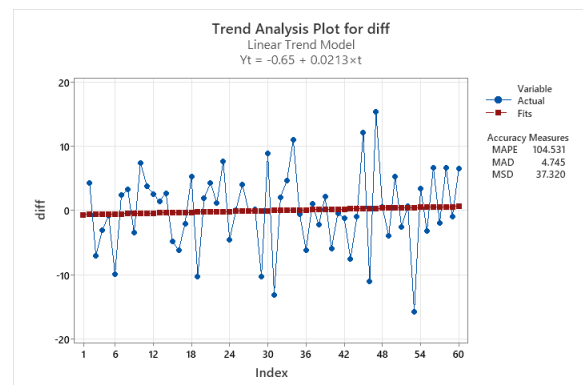
Gambar 4. Plot Box-Cox Data Curah Hujan

Pada Gambar 4. menunjukkan bahwa *rounded value* dari $\lambda=0,05$. Nilai belum mendekati 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa data curah hujan belum stasioner dalam variansi. Oleh karena itu, transformasi Box-Cox perlu dilakukan kembali.



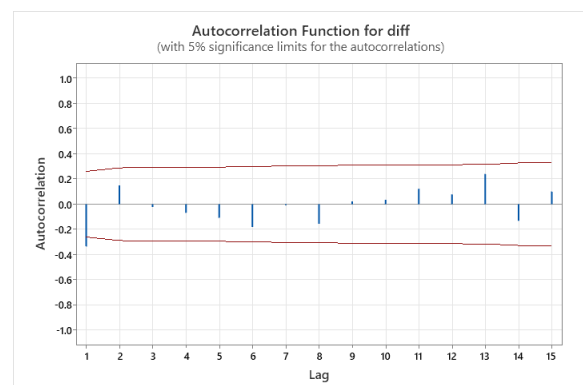
Gambar 5. Plot Box-Cox Setelah Transformasi

Gambar 5. menunjukkan bahwa data sudah stasioner terhadap varian. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan stasioneritas terhadap *mean*. Jika data tidak menunjukkan stasioner maka perlu dilakukan *differencing*. Setelah dilakukan *differencing* akan diperiksa kembali plot *time series* dari data tersebut yang ditunjukkan dalam Gambar 6.

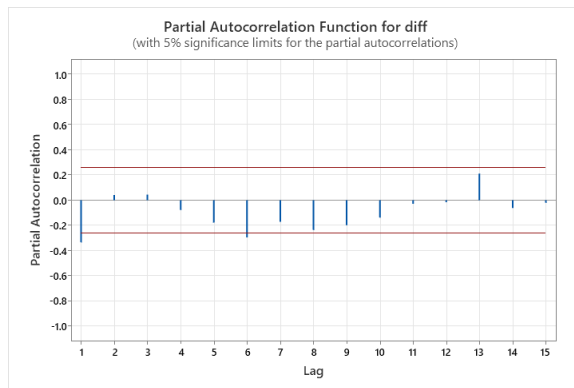


Gambar 6. Plot Data Curah Hujan Setelah Differencing

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan terhadap plot ACF dan PACF dari data yang sudah dilakukan *differencing* tingkat pertama.



Gambar 7. Plot ACF pada Data



Gambar 8. Plot PACF pada Data

Hasil grafik pada Gambar 7. dan Gambar 8. ditemukan bahwa pada kedua plot baik ACF maupun PACF terdapat *cut off* pada lag ke 1. Karena itu, model dugaan yang akan diestimasi adalah model ARIMA (1,1,0), ARIMA (0,1,1), dan ARIMA (1,1,1).

Tabel 2. Perbandingan Model ARIMA

Model	P-Value	MS
ARIMA (1,1,0)	0.008 (signifikan)	34.2724
ARIMA (0,1,1)	0.022 (signifikan)	34.9661
ARIMA (1,1,1)	AR (1) = 0.220 (tidak signifikan) MA (1) = 0.794 (tidak signifikan)	34.8207

Tabel 2. menunjukkan hasil perbandingan beberapa estimasi model, dari tabel dapat dijelaskan bahwa model terbaik dari analisis menggunakan ARIMA adalah AR karena *P-Value* memenuhi nilai MS terkecil. Maka, model terbaik dari analisis ARIMA ini adalah ARIMA (1,1,0).

4.4. Perbandingan Hasil Peramalan

Setelah dilakukan peramalan terhadap data dengan 2 metode berbeda yaitu *Exponential Smoothing Holt-Winters*, dan ARIMA, maka didapatkan nilai RMSE dari hasil perbandingan nilai peramalan masing-masing metode dengan nilai aktual.

Tabel 3. Perbandingan RMSE Metode

Metode	RMSE
<i>Exponential Smoothing Holt-Winter</i>	102.7346096
ARIMA	5.854263404

Dari Tabel 3. didapatkan bahwa metode yang paling cocok digunakan untuk melakukan peramalan terhadap data curah hujan di Kota Malang periode 2020-2024 adalah metode ARIMA(1,1,0).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini menggunakan dua metode pendekatan untuk peramalan curah hujan yaitu pendekatan *Exponential Smoothing Holt-Winters* dan ARIMA. Berdasarkan hasil dan pembahasan,

ditemukan bahwa model ARIMA(1,1,0) memberikan kinerja terbaik. Nilai RMSE untuk metode *Exponential Smoothing Holt-Winters* sebesar 102.7346096, sedangkan nilai RMSE untuk metode ARIMA(1,1,0) sebesar 5.854263404. Maka, metode ARIMA(1,1,0) merupakan metode terbaik dalam peramalan data *time series* curah hujan untuk 12 bulan ke depan karena memiliki nilai RMSE yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai RMSE pada metode *Exponential Smoothing Holt-Winters*. Tingkat akurasi hasil peramalan masih perlu dikembangkan dengan penelitian lebih lanjut, karena dalam beberapa penelitian menghasilkan hasil yang berbeda-beda. Peramalan curah hujan dapat digunakan untuk memahami kondisi perubahan iklim dan cuaca yang akan datang. Sehingga masalah tersebut dapat diantisipasi agar tidak mempengaruhi sektor-sektor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rahmawati, "Intensitas Curah Hujan Harian Berdasarkan Data Stasiun Meteorologi Sultan Mahmud Badaruddin II," *J. Penelit. Fis. Dan Ter. Jupit.*, vol. 4, no. 1, p. 1, Jul. 2022, doi: 10.31851/jupiter.v4i1.7479.
- [2] A. M. Siregar, S. Faisal, Y. Cahyana, and B. Priyatna, "Perbandingan Algoritme Klasifikasi Untuk Prediksi Cuaca," *J. Account. Inf. Syst. AIMS*, vol. 3, no. 1, pp. 15–24, Apr. 2020, doi: 10.32627/aims.v3i1.280.
- [3] A. A. A. Badri, A. C. A. Nandarie, and Y. D. Haryanto, "OPTIMASI MODEL ARIMA DALAM PRAKIRAAN CURAH HUJAN DI JAMBI," *Geogr. J. Pendidik. Dan Penelit. Geogr.*, vol. 4, no. 1, pp. 39–43, Jun. 2023.
- [4] J. J. Pangaribuan, F. Fanny, O. P. Barus, and R. Romindo, "Prediksi Penjualan Bisnis Rumah Properti Dengan Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)," *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 13, no. 2, pp. 154–161, Oct. 2023, doi: 10.21456/vol13iss2pp154-161.
- [5] G. A. Windari, "MEKANISME TERJADINYA HUJAN DAN PENGARUHNYA TERHADAP LINGKUNGAN," vol. 8, no. 2, Dec. 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.30872/jtlunmul.v8i2.15466>.
- [6] M. Kafil, "PENERAPAN METODE K-NEAREST NEIGHBORS UNTUK PREDIKSI PENJUALAN BERBASIS WEB PADA BOUTIQ DEALOVE BONDOWOSO," *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 59–66, Sep. 2019, doi: 10.36040/jati.v3i2.860.
- [7] A. Zubair and R. Umamit, "Penerapan Metode Holt-Winters Untuk Peramalan Penjualan (Studi Kasus Keripik Pisang Pigela UD. Haza Food Surabaya)," *Techno.Com*, vol. 20, no. 4, pp. 499–507, Nov. 2021, doi: 10.33633/tc.v20i4.5093.
- [8] H. A. Ramadhan and I. V. Paputungan, "PREDIKSI CURAH HUJAN MENGGUNAKAN METODE ARIMA," *Edusaintek J. Pendidik. Sains Dan Teknol.*, vol.

- 12, no. 1, pp. 314–328, Nov. 2024, doi: <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v12i1.1490>.
- [9] A. F. Syawal, S. Wahyuningsih, and M. Siringoringo, “Peramalan Curah Hujan di Kota Samarinda Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA),” *EKSPONENSIAL*, vol. 13, no. 2, p. 153, Nov. 2022, doi: [10.30872/eksponensial.v13i2.1058](https://doi.org/10.30872/eksponensial.v13i2.1058).
- [10] D. M. Putri, L. H. Hasibuan, R. A. Nur, and E. Asfa’ani, “OPTIMASI PREDIKSI CURAH HUJAN KOTA PADANG DENGAN MODEL ARIMA,” *MAP Math. Appl. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 177–185, Nov. 2023, doi: [10.15548/map.v5i2.7138](https://doi.org/10.15548/map.v5i2.7138).
- [11] Tri Andri Hutapea and Andre Yoel Siahaan, “Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing Di Kabupaten Padang Lawas Utara,” *J. Stud. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 378–393, Jan. 2023, doi: [10.55606/jsr.v1i2.1046](https://doi.org/10.55606/jsr.v1i2.1046).
- [12] R. Aprianto and A. Tawaqqal, “Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Holt-Winters di Kabupaten Sumbawa,” *Titian Ilmu J. Ilm. Multi Sci.*, vol. 17, no. 1, pp. 42–52, Jan. 2025, doi: <https://doi.org/10.30599/eybf7238>.