



PEMODELAN CURAH HUJAN MENGGUNAKAN PERSAMAAN  
*PREDATOR-PREY*

(Studi Kasus : Kecamatan Kediri, Kab. Lombok Barat)

Hulfiatun Hanani<sup>1</sup>, Nuzla Af'idatur Robbaniyyah<sup>2</sup>, I Wayan Sudiarta<sup>3</sup>✉

Info Artikel

**Article History:**

Received February 2025

Revised December 2025

Accepted December 2025

**Keywords:**

Rainfall, Parameter Estimation, Mathematical Model, Predator-Prey, RMSE, Simulation

**How to Cite:**

Hanani, H., Robbaniyyah, N. A., & Sudiarta, I. W. (2025). Pemodelan Curah Hujan Menggunakan Persamaan Predator-Prey (Studi Kasus : Kecamatan Kediri, Kab. Lombok Barat). *Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika dan Pembelajarannya*, 10 (2), halaman (79-87).

Abstrak

Curah hujan dapat dianalogikan sebagai sebuah populasi yang terus tumbuh dan berkembang, namun pertumbuhannya terbatas. Curah hujan dapat tumbuh dikarenakan uap air yang berasal dari peristiwa kondensasi. Pertumbuhan curah hujan dapat dimodelkan ke dalam bentuk model pertumbuhan logistik. Salah satu model matematika yang merupakan bentuk model pertumbuhan logistik adalah model *predator-prey* atau model mangsa-pemangsa. Data curah hujan dan *predator-prey* sama-sama memiliki nilai yang selalu positif atau tidak pernah negatif. Model *predator-prey* belum pernah digunakan untuk memodelkan data curah hujan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model *predator-prey* dalam menggambarkan model curah hujan dan untuk mengetahui estimasi parameter persamaan *predator-prey* yang sesuai dengan kasus curah hujan. Hasil penelitian ini menunjukkan model *predator-prey* yang menggambarkan kasus curah hujan adalah model sebagai *predator*, dengan estimasi nilai parameter diperoleh dari pendekatan analisis persamaan titik ekuilibrium *predator-prey*, frekuensi sudut dan periode dari stabilitas titik ekuilibrium *center* pada persamaan *predator-prey*.

Abstract

Rainfall can be analogised to a population that continues to grow and expand, but its growth is limited. Rainfall can grow due to water vapour from condensation events. Rainfall growth can be modelled in the form of a logistic growth model. One mathematical model that is a form of logistic growth model is the predator-prey model. Both rainfall and predator-prey data have values that are always positive or never negative. The predator-prey model has never been used to model rainfall data. The purpose of this study is to determine the predator-prey model in describing the rainfall model and to determine the parameter estimation of the predator-prey equation that fits the rainfall case. The results of this study show that the predator-prey model that describes the rainfall case is a model as a predator, with the estimated parameter values obtained from the analysis approach of the predator-prey equilibrium point equation, the angular frequency and period of stability of the equilibrium point centre on the predator-prey equation.

## PENDAHULUAN

Cuaca memiliki pengaruh yang signifikan terhadap berbagai macam aktivitas kehidupan, seperti halnya perkebunan, perikanan, produksi pertanian, penerbangan, pelayanan publik, keselamatan masyarakat, dan berbagai macam aktivitas lainnya. Cuaca merupakan kondisi pada atmosfer dalam jangka waktu yang singkat dan selalu berubah-ubah dalam jangka waktu tertentu secara tidak beraturan. Informasi terkait dengan cuaca sangat penting dan dibutuhkan untuk mendukung berbagai aktivitas kehidupan (Noya *et al.*, 2014). Salah satu faktor perubahan cuaca, yaitu curah hujan. Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang diukur di suatu tempat yang datar, tidak meresap, tidak mengalir, tidak menguap, dan berkumpul di tempat tersebut (Dhenanta dan Kholifah, 2022). Curah hujan memiliki periode yang tidak menentu antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Banyak kondisi alam yang memiliki hubungan dengan curah hujan ikut berdampak, salah satunya proses penguapan dan kondensasi uap dapat terganggu (Elbani, 2017).

Hujan berasal dari peristiwa kondensasi, kondensasi merupakan peristiwa di mana uap air berubah menjadi benda cair yang berada pada suhu udara di bawah titik embun (Anonim/KBBI). Terbentuknya hujan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, angin, dan faktor lainnya (Rohmana *et al.*, 2019). Curah hujan dapat dianalogikan sebagai sebuah populasi yang terus tumbuh dan berkembang, namun pertumbuhannya terbatas. Curah hujan dapat tumbuh dikarenakan uap air yang berasal dari peristiwa kondensasi (Putrislia dan Airlanda, 2021). Jika awan sudah mencapai suhu udara di bawah titik embun, artinya tidak dapat menampung uap air tersebut, maka butiran-butiran air akan berjatuh atau dengan kata lain hujan akan terjadi, sehingga pertumbuhan curah hujan dapat dikatakan sebagai model pertumbuhan terbatas (Octavia, 2022).

Model matematika yang dapat memberikan gambaran pertumbuhan curah hujan adalah model pertumbuhan logistik (Pratiwi, 2020). Salah satu model matematika yang merupakan bentuk dari model pertumbuhan logistik adalah model *predator-prey* atau model mangsa-pemangsa. Model *predator-prey* dengan kasus curah hujan memiliki kesamaan, yakni masing-masing dapat digambarkan sebagai model pertumbuhan logistik. Selain itu, nilai data dari curah hujan dengan *predator-prey* sama-sama memiliki nilai yang selalu positif atau non negatif. Berdasarkan kesamaan tersebut, model *predator-prey* ini dapat digunakan untuk memodelkan kasus curah hujan.

Pemodelan curah hujan dengan memanfaatkan persamaan *predator-prey* merupakan penelitian yang mengembangkan model matematika yakni model *predator-prey* pada kasus curah hujan dengan melakukan analisis serta simulasi numerik. Penelitian ini mencoba untuk melihat permasalahan ini dari sudut pandang yang berbeda, dengan menguji kasus curah hujan, apakah lebih cocok didekati sebagai *predator* atau sebagai *prey*. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model *predator-prey* yang dapat menggambarkan model curah hujan serta untuk mengetahui estimasi parameter model *predator-prey* yang sesuai dengan kasus curah hujan.

## METODE

Jenis penelitian ini termasuk dalam penelitian matematika terapan. Penerapan persamaan *predator-prey* pada kasus curah hujan, dengan mencocokkan parameter-parameter pada model *predator-prey* pada kasus curah hujan. Data yang digunakan, yaitu data curah hujan bulanan di Kecamatan Kediri, Kabupaten Lombok Barat, yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dari bulan Januari tahun 2011 sampai bulan Desember tahun 2020.

Adapun prosedur dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan Solusi Numerik Persamaan *Predator-Prey*  
Solusi numerik persamaan *predator-prey* ditentukan dengan menyelesaikan persamaan *predator-prey* menggunakan metode Runge-Kutta orde 4 dengan bantuan *software* Python.
2. Mengestimasi Parameter Model yang Sesuai dengan Kasus Curah Hujan

Estimasi parameter dilakukan dengan memanfaatkan persamaan yang ada pada persamaan *predator-prey*, diantaranya adalah persamaan frekuensi dan periode. Persamaan frekuensi dan periode ini berasal dari salah satu kasus stabilitas titik ekuilibrium yang memiliki solusi periodik serta titik ekuilibrium model *predator-prey*. Dalam tahap ini, estimasi parameter dilakukan secara *trial and error*, sampai memperoleh model yang paling mendekati atau paling sesuai dengan kasus curah hujan berdasarkan nilai RMSE.

### 3. Analisis Hasil

Pada tahap ini dilakukan analisis hasil terhadap parameter yang sesuai dengan model curah hujan, dengan mencari nilai RMSE yang terkecil yang selanjutnya dirangkum dalam sebuah plot, yakni plot kontur.

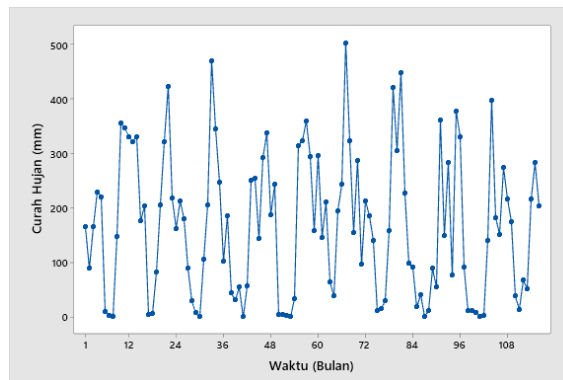
### 4. Kesimpulan

Setelah menganalisis hasil yang diperoleh, selanjutnya menarik sebuah kesimpulan yang menjadi tahapan terakhir dari penelitian ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi Data Curah Hujan

Curah hujan bulanan di Kecamatan Kediri dari bulan Januari tahun 2011- bulan Desember 2020 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Data Curah Hujan

Curah hujan selama 10 tahun memiliki nilai rata-rata sebesar 167 mm, dengan nilai minimum dan maksimum secara berturut-turut, yaitu 0 dan 504 mm. Karakteristik dari data curah hujan pada Gambar 1 memiliki kesamaan dengan kurva untuk *predator* pada persamaan *predator-prey* (lihat persamaan (1)) yang menunjukkan adanya fluktuasi secara perlahan dan bertahap, penurunan kurva secara perlahan dan tidak tajam. Hal ini disebabkan karena butiran-butiran air yang berada di awan yang akan turun menjadi hujan tidak akan sekaligus turun dan habis, sehingga ketika populasi uap air menurun, butiran-butiran air yang akan menjadi hujan masih ada tapi jumlahnya terbatas sehingga penurunan pada kurva curah hujan menurun dengan perlahan. Dalam hal ini, uap air seolah-olah menjadi mangsa dari butiran hujan. Adapun karakteristik dari data *predator* adalah mengalami pertumbuhan secara perlahan saat adanya interaksi antara *predator* dan *prey*, dan mengalami penurunan secara perlahan saat populasi *prey* berkurang. *Predator* tidak langsung mengalami kepunahan atau mati, begitu juga sama halnya dengan butiran-butiran air yang berada di awan yang akan turun menjadi hujan tidak akan sekaligus turun dan habis pada kurva curah hujan. Intraksi antara butiran air dan hujan inilah yang memperkuat analogi curah hujan diawal sebagai *predator*.

### Estimasi Parameter

Estimasi parameter untuk model curah hujan diperoleh dengan cara memanfaatkan parameter-parameter yang ada pada persamaan *predator-prey*, dengan menggunakan pendekatan linier. Berikut merupakan persamaan *predator-prey* untuk kasus curah hujan:



$$\begin{aligned} dU/dt &= kU - aUC^*, \text{ dan} \\ dC/dt &= -rC^* + bUC^*, \end{aligned} \quad (1)$$

dengan,

- $dU/dt$  : Laju perubahan populasi uap air terhadap waktu  $t$
- $dC/dt$  : Laju perubahan populasi curah hujan terhadap waktu  $t$
- $U$  : Jumlah populasi uap air
- $C^*$  : Jumlah populasi hujan
- $a$  : Laju perubahan penurunan populasi uap air
- $b$  : Laju perubahan pertumbuhan populasi hujan
- $r$  : Laju penurunan alami populasi hujan
- $k$  : Laju pertumbuhan alami populasi uap air

#### Titik Ekuilibrium

Titik ekuilibrium dari persamaan *predator-prey* merupakan nilai rata-rata dari populasi *predator* dan *prey*, hal ini ditunjukkan oleh (2) dan (3).

$$\bar{C} = k/a \quad (2)$$

$$\bar{U} = r/b \quad (3)$$

Berdasarkan analogi diawal, curah hujan sebagai *predator* dan memiliki kesamaan karakteristik kurva dengan kurva *predator*, maka nilai rata-rata dari curah hujan sebagai *predator* adalah 167 mm dan untuk nilai rata-rata populasi *prey* diasumsikan sama dengan nilai rata-rata populasi *predator*.

#### Frekuensi dan Periode

Frekuensi dan periode yang dimaksud adalah berasal dari orbit tertutup yang bersifat periodik dan berosilasi di sekitar titik ekuilibrium. Frekuensi dan periode memiliki hubungan yang saling terkait, sehingga diperoleh (4).

$$kr = \beta \quad (4)$$

Persamaan (2) dan (3) dioperasikan, sehingga diperoleh 3 persamaan berikut:

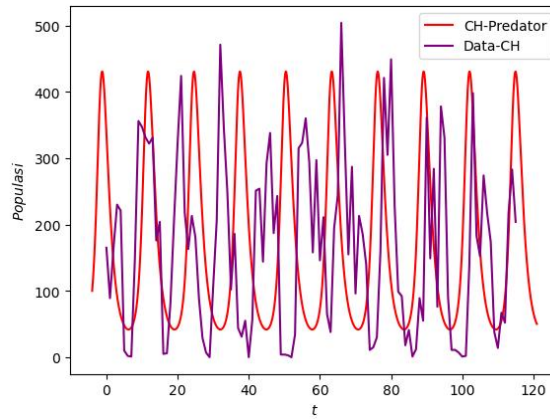
$$b = \beta/a\bar{C}\bar{U} \quad (5)$$

$$k = a\bar{C} \quad (6)$$

$$r = \bar{U}b \quad (7)$$

Adapun parameter yang perlu ditentukan diantaranya adalah parameter  $a$ , rata-rata populasi curah hujan (*predator*) dan uap air (*prey*), periode, dan nilai awal. Misalnya nilai yang digunakan  $a = 0,002$ , dengan  $a$  merupakan laju perubahan penurunan uap air. Selanjutnya nilai rata-rata dari populasi curah hujan dan uap air, karena curah hujan sebagai *predator*, maka nilai  $\bar{C} = 167$ . Selain itu uap air sebagai *prey* rata-rata populasinya dianggap sama, yakni  $\bar{U} = 167$ . Parameter selanjutnya adalah periode, nilai periode yang digunakan adalah  $T = 12$  bulan.

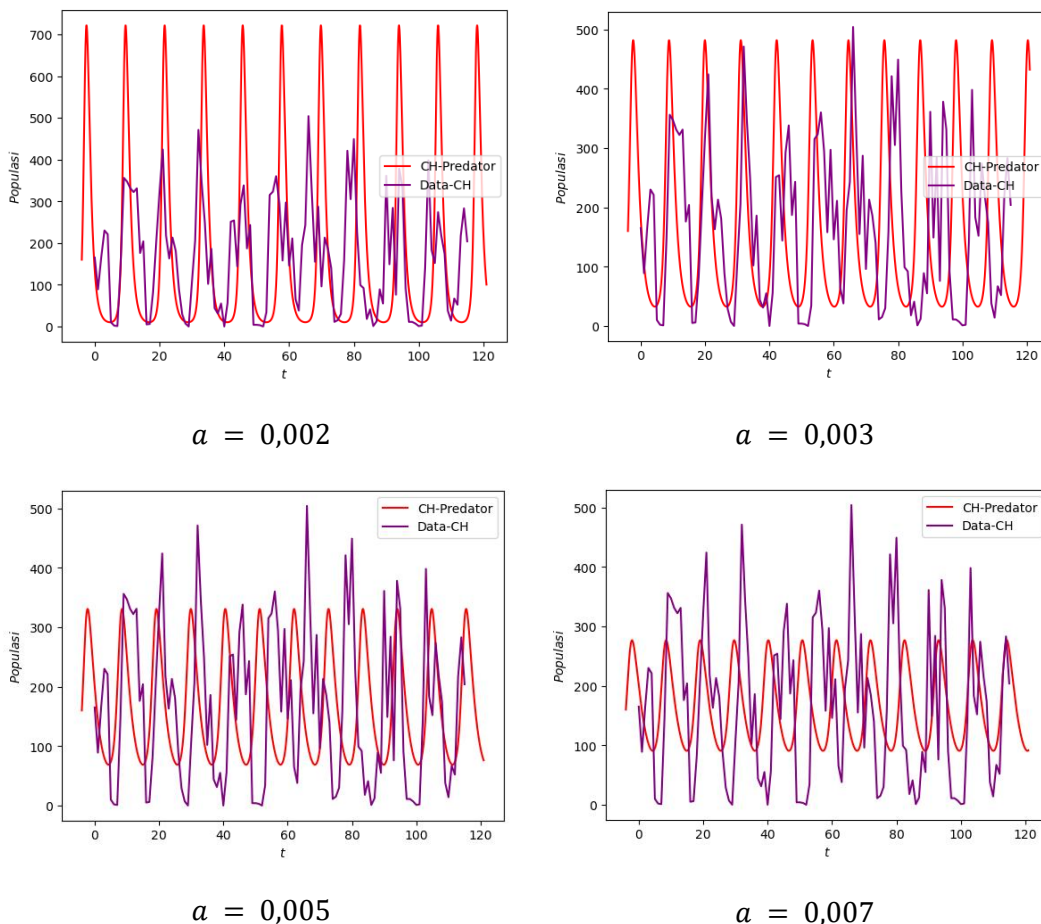
Berdasarkan nilai  $a = 0,002$ ,  $\bar{C} = 167$  dan  $\bar{U} = 167$  dan persamaan (5), (6), dan (7) diperoleh nilai parameter  $b = 0,004933$ ,  $r = 0,822354$ , dan  $k = 0,333379$ . Selain itu, untuk nilai awal yang digunakan adalah  $C_0$  dan  $U_0$  secara berturut-turut 100 dan 300. Adapun nilai awal yang digunakan ini bisa diubah dan ditentukan secara acak. Nilai parameter pada model *predator-prey* untuk curah hujan memberikan penjelasan bahwa laju perubahan uap air terhadap waktu dipengaruhi oleh laju pertumbuhan alami uap air sebesar 0,333379 dan laju perubahan penurunan uap air terhadap interaksi uap air dengan hujan sebesar 0,002. Sedangkan laju perubahan hujan terhadap waktu dipengaruhi oleh laju penurunan alami hujan sebesar 0,822354 dan laju perubahan pertumbuhan hujan terhadap interaksi uap air dan hujan sebesar 0,004933. Adapun hasil plot simulasi numeriknya ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Simulasi Numerik Data Curah Hujan dengan Model sebagai *Predator*

Gambar 2 menunjukkan periode data curah hujan dengan periode model belum sesuai, sehingga masih perlu dilakukan penyesuaian dengan cara *trial and error* untuk nilai parameter  $a$  dan  $T$  agar mendapatkan hasil yang optimal. Penyesuaian nilai parameter  $T$  pada model *predator-prey* untuk curah hujan didekati secara linier.

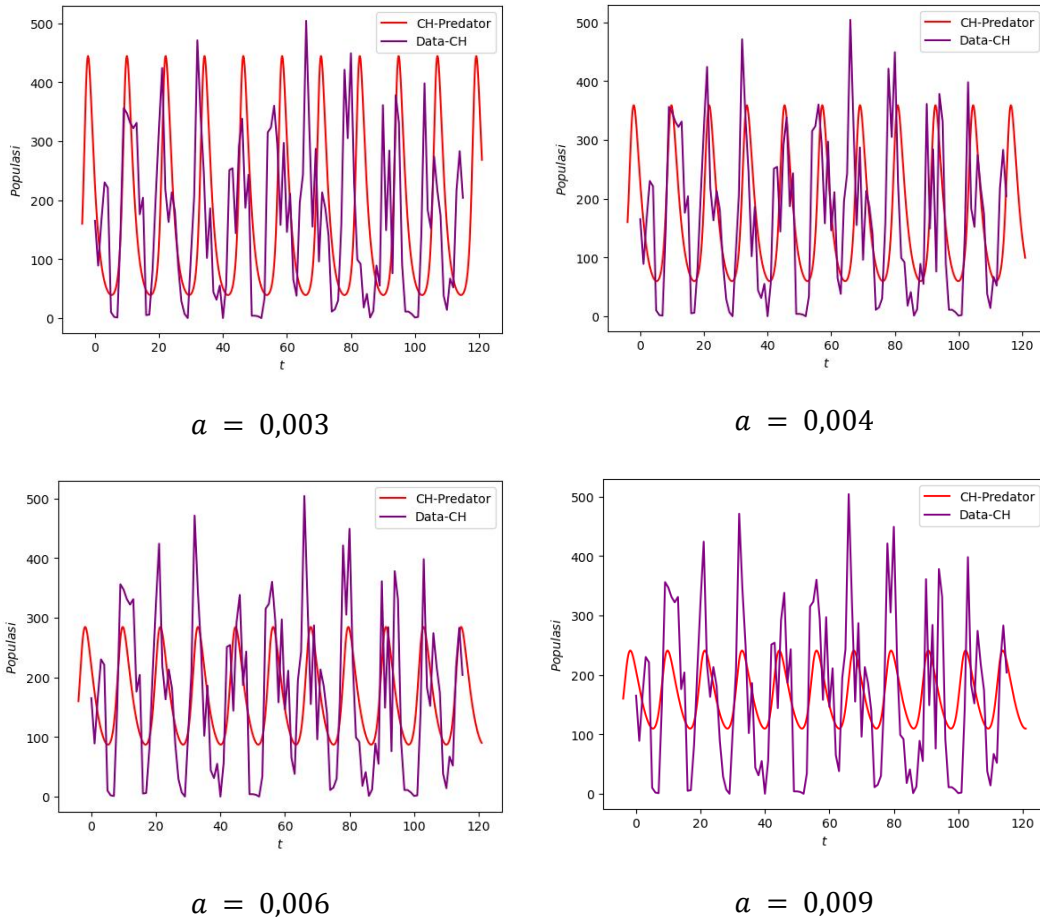
Berikut adalah hasil simulasi menggunakan nilai  $T$  yang berbeda, yakni 10 bulan, 11 bulan, dan 12 bulan dengan nilai awal yang dipilih adalah 160 dan 400, ditunjukkan pada Gambar 3-5.



Gambar 3. Hasil Simulasi Pendekatan Curah Hujan dengan Model sebagai *Predator*, dengan Periode  $T = 10$  dan Nilai  $a$  secara Berturut-turut 0,002; 0,003; 0,005; dan 0,007

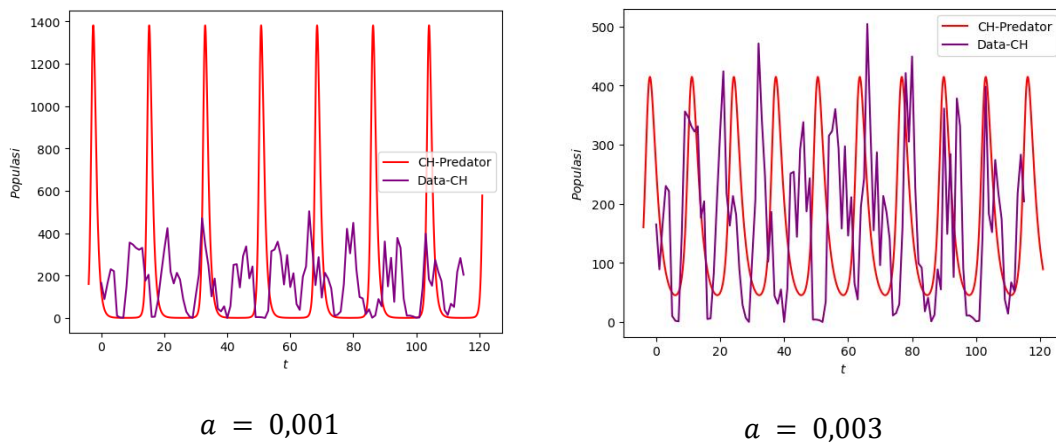
Gambar 3 menunjukkan perubahan nilai  $a$  pada periode 10 bulan. Jika nilai  $a = 0,002$  grafik yang diperoleh menunjukkan amplitudo yang tinggi, sedangkan apabila nilai  $a$  diperbesar, misalnya  $a =$

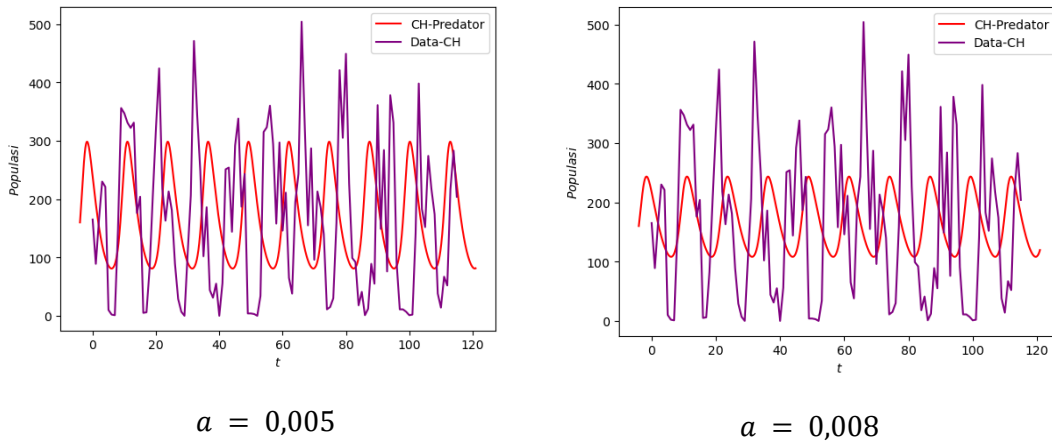
0,003 grafik yang diperoleh menunjukkan amplitudo yang lebih rendah. Begitu juga dengan  $a = 0,005$  dan  $a = 0,007$ , amplitudo pada grafik yang diperoleh semakin rendah.



Gambar 4. Hasil Simulasi Pendekatan Curah Hujan dengan Model sebagai *Predator*, dengan Periode  $T = 11$  dan Nilai  $a$  secara Berturut-turut 0,003; 0,004; 0,006; dan 0,009

Gambar 4 menunjukkan perubahan nilai  $a$  pada periode 11 bulan. Apabila nilai  $a = 0,003$  grafik yang diperoleh menunjukkan amplitudo yang tinggi, sedangkan apabila nilai  $a$  diperbesar, misalnya  $a = 0,004$  grafik yang diperoleh menunjukkan amplitudo lebih rendah dibandingkan dengan nilai  $a = 0,003$ . Begitu juga dengan  $a = 0,006$  dan  $a = 0,009$ , amplitudo pada grafik yang diperoleh semakin rendah.



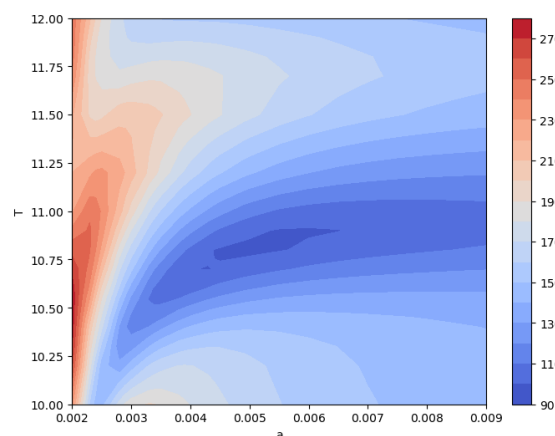


Gambar 5. Hasil Simulasi Pendekatan Curah Hujan dengan Model sebagai *Predator*, dengan Periode  $T = 12$  dan Nilai  $a$  secara Berturut-turut 0,001; 0,003; 0,005; dan 0,008

Gambar 5 menunjukkan perubahan nilai  $a$  pada periode 12 bulan. Jika nilai  $a = 0,001$  grafik yang diperoleh menunjukkan amplitudo yang tinggi, sedangkan apabila nilai  $a$  diperbesar, misalnya  $a = 0,003$ ,  $a = 0,005$ , dan  $a = 0,008$  grafik yang diperoleh menunjukkan amplitudo yang semakin rendah seiring bertambah besar nilai  $a$ . Semakin besar nilai  $a$ , maka semakin rendah amplitudo grafik yang dihasilkan dan semakin kecil nilai  $a$ , maka semakin tinggi amplitudo grafik yang dihasilkan.

Dengan demikian, berdasarkan Gambar 3–5, parameter  $a$  mempengaruhi tinggi rendahnya amplitudo. Nilai parameter  $a$  pada model *predator-prey* untuk curah hujan mengurangi uap air, karena parameter  $a$  merupakan laju perubahan penurunan uap air. Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya amplitudo grafik pada *predator* sebagai curah hujan, karena semakin rendah uap air yang menjadi mangsa untuk hujan. Sehingga semakin besar nilai  $a$  maka semakin rendah amplitudo pada grafik yang dihasilkan.

Hasil dari beberapa simulasi tersebut selanjutnya dipilih model grafik mana yang lebih mendekati dengan grafik curah hujan. Selanjutnya, dievaluasi dengan membandingkan nilai RMSE. Semakin kecil nilai RMSE maka model yang diperoleh semakin bagus atau optimal. Hasil dari beberapa simulasi dapat ditunjukkan dengan plot kontur, yang bertujuan untuk menunjukkan perubahan nilai RMSE terhadap nilai  $a$  dan nilai  $T$  serta dapat menganalisis hubungan parameter  $a$  dan  $T$  dengan memahami persebaran nilai RMSE terhadap dua parameter tersebut. Plot kontur untuk hasil simulasi ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Plot Kontur antara Parameter  $a$ ,  $T$ , dan Nilai RMSE

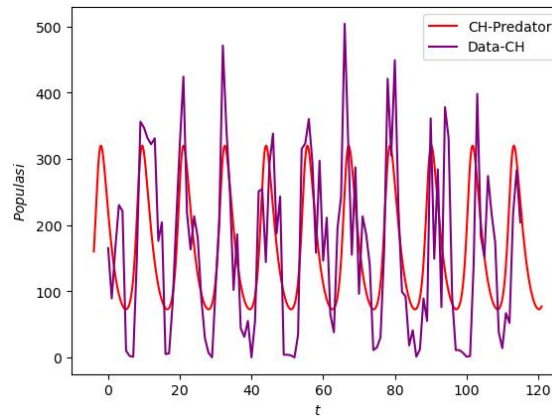
Data  $(a, T)$  yang memiliki nilai RMSE semakin kecil ditunjukkan dengan warna biru yang semakin gelap. Sedangkan data yang memiliki nilai RMSE semakin besar ditunjukkan dengan warna

cokelat yang semakin gelap. Nilai  $a$  dan  $T$  yang memiliki nilai RMSE yang terkecil secara berturut-turut adalah 0,0049 dan 10,8. Sehingga parameter yang diperoleh pada model curah hujan dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Parameter pada Model Curah Hujan

Parameter	Nilai
$a$	0,0049
$b$	0,0025
$r$	0,4144
$k$	0,8168

dengan hasil plot seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Model Curah Hujan

Gambar 7 merupakan model *predator-prey* untuk curah hujan dengan periode yang digunakan, yaitu 10,8 bulan. Periode ini merupakan periode pendekatan secara linier untuk pencocokan model curah hujan. Model curah hujan yang diperoleh memiliki nilai RMSE sebesar 97,6240. Nilai parameter  $a$  memberikan makna bahwa laju perubahan penurunan uap air sebesar 0,0049, selanjutnya parameter  $b$  memberikan makna bahwa laju perubahan pertumbuhan hujan sebesar 0,0025, parameter  $r$  memberikan makna bahwa laju penurunan alami hujan sebesar 0,4144, dan parameter  $k$  memberikan makna bahwa laju pertumbuhan alami uap air sebesar 0,8168.

## SIMPULAN & SARAN

### Simpulan

Berdasarkan analisis hasil yang diperoleh maka kesimpulan dari penelitian ini adalah model *predator-prey* yang dapat menggambarkan kasus curah hujan adalah model sebagai *predator*. Model curah hujan yang diperoleh memiliki nilai RMSE sebesar 97,6240, dengan estimasi nilai parameter diperoleh dari pendekatan analisis persamaan titik ekuilibrium *predator-prey*, frekuensi sudut dan periode dari stabilitas titik ekuilibrium *center* pada persamaan *predator-prey*.

### Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah dapat menambahkan parameter tambahan pada model curah hujan, sehingga dapat mengurangi faktor yang terabaikan, seperti faktor wilayah perairan, suhu udara, dan faktor fisis lainnya. Selain itu, dapat melakukan pemodelan curah hujan dengan memanfaatkan model lain, sehingga dapat memberikan wawasan yang baru dari sudut pandang yang lain.

---

---

**DAFTAR RUJUKAN**

- Dhenanta, R. P., & Kholifah, I. B. (2022). Prediksi Curah Hujan Bulanan Kabupaten Trenggalek Tahun 2022 dan 2023 Menggunakan Metode ARIMA. *Seminar Nasional Official Statistics, 2022*(1), 1135–1144.
- Elbani, A. (2017). Identifikasi Model Curah Hujan Dengan Struktur Model Linier Dan Estimasi Parameter Dengan Algorithma Kuadrat Terkecil. *Jurnal ELKHA, 9*(2), 1–7.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia*. (n.d.). Retrieved July 2, 2024, from <https://kbbi.web.id/kondensasi>
- Nova, V. H. P., Rumlawang, F. Y., & Lesnussa, Y. A. (2014). Aplikasi Transformasi Fourier untuk Menentukan Periode Curah Hujan Studi Kasus: Periode Curah Hujan di Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku. *Jurnal Matematika Integratif, 10*(2), 85–94.
- Octavia, T. (2022). *Analisis Proses Terjadinya Hujan Dalam Perspektif Al-Qur'an Dan Sains Dengan Pendekatan Integratif*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Pratiwi, C. D. (2020). Aplikasi Persamaan Diferensial Model Populasi Logistik Untuk Mengestimasi Penduduk Di Kota Balikpapan. *AdMathEdu, 10*(1), 63–76.
- Putrislia, N. A., & Airlanda, G. S. (2021). Pengembangan E-Book Cerita Bergambar Proses Terjadinya Hujan Untuk Meningkatkan Minat Membaca Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu, 5*(4), 2036–2044.
- Rohmana, S. F., Rusgiyono, A., & Sugito. (2019). Penentuan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Intensitas Curah Hujan Dengan Analisis Diskriminan Ganda Dan Regresi Logistik Multinomial Studi Kasus: Data Curah Hujan Kota Semarang Dari Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas Periode Oktober 2018-Maret 2019. *Jurnal Gaussian, 8*(3), 398–406.