



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 3 Tahun 2025 Page 7262-7276

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Penerapan Rantai Markov Dalam Peramalan Cuaca (Studi Kasus: Cuaca Harian Di Deli Serdang)

Alio Hutaperi Siboro^{1✉}, Christina N Simanjuntak², Maria Ayuni Isabella Manullang³,
Natalia Anggriani Simanjuntak⁴, Santa Falare Sitanggang⁵, Taing Pebrieni Simbolon⁶
,Sudianto Simanunullang⁷, Alvi Sahrin Nasution⁸

Matematika, Universitas Negeri Medan

Email: maria.44223230028@mhs.unimed.ac.id^{1✉}

Abstrak

Cuaca merupakan Kondisi atmosfer yang meliputi suhu, sinar matahari, kelembapan, kecepatan angin, dan unsur lainnya pada suatu lokasi tertentu dalam kurun waktu yang singkat. Peramalan cuaca harian memiliki peran sentral dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam membantu masyarakat dan berbagai sektor industri menyesuaikan aktivitas mereka dengan kondisi cuaca yang akan datang. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan suatu model Rantai Markov dalam peramalan cuaca harian di Deli Serdang. Dalam penelitian ini, digunakan data harian terkait kondisi cuaca di kabupaten Deli Serdang sejak tanggal 1 maret 2025 hingga 30 april 2025. Data ini diperoleh dari badan Meteorologi, klimatologi, dan geofisika (BMKG). Variabel penelitian yang digunakan adalah kondisi cuaca yakni cerah, berawan, hujan ringan, dan hujan. Prediksi cuaca untuk tujuh hari ke depan dapat dilakukan secara bertahap dengan memperhitungkan kondisi cuaca sebelumnya. Hasil peramalan yang diperoleh menunjukkan bahwa peluang terjadinya masing-masing kondisi cuaca pada hari-hari berikutnya dapat dipetakan secara jelas, sehingga memberikan gambaran probabilitistik yang lebih realistis dibandingkan metode deterministik konvensional.

Kata kunci: *Cuaca Deli Serdang, peramalan, Probabilitas, Rantai Markov*

Abstract

Weather is the state of the air (about temperature, sunlight, humidity, wind speed, and so on) in a certain place with a limited period of time (KBBI). Daily weather forecasting holds significant importance in daily activities, especially in helping people and various industrial sectors adapt their activities to upcoming weather conditions. The objective of this research is to apply the Markov Chain model in daily weather forecasting in Deli Serdang. This study uses daily weather data in Deli Serdang district from March 1, 2025 to April 30, 2025. The data was sourced from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG). The research variables used are weather conditions, namely, sunny, cloudy, light rain, and rain. Weather predictions for the next seven days can be carried out gradually by taking into account previous weather conditions. The results of the forecasting obtained show that the chances of each weather condition occurring in the following days can be clearly mapped, thus providing a more realistic probabilistic picture than conventional deterministic methods.

Keywords: *Deli Serdang Weather, Forecast, Probability, Markov Chain*

PENDAHULUAN

Curah hujan adalah salah satu unsur iklim yang berperan penting dalam memengaruhi kondisi lingkungan serta mendukung berbagai aktivitas manusia, terutama karena berkaitan dengan jumlah dan intensitasnya (Back & Miguel, 2017). Di samping itu, curah hujan memiliki variasi dalam hal lokasi dan waktu, sebab tingkat curah hujan tidaklah sama di setiap wilayah. Oleh karena itu, melakukan prediksi curah hujan menjadi hal yang sangat krusial untuk memahami kondisi curah hujan di masa mendatang. Perkiraan ini tidak hanya berguna untuk merencanakan pengelolaan sumber daya air, tetapi juga berperan dalam upaya mitigasi bencana seperti banjir dan longsor yang kerap terjadi akibat intensitas curah hujan yang ekstrem.

Peramalan cuaca harian memiliki peran sentral dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam membantu masyarakat dan berbagai sektor industri menyesuaikan aktivitas mereka dengan kondisi cuaca yang akan datang (Sausana et al., 2024). Dalam sektor pertanian, misalnya, informasi cuaca harian dapat menentukan waktu tanam, irigasi, dan perlindungan tanaman agar hasil panen optimal. Di sektor transportasi, peramalan cuaca membantu mengurangi risiko kecelakaan akibat kondisi jalan yang buruk, seperti licin atau berkabut. Selain itu, sektor pariwisata juga sangat bergantung pada prediksi cuaca untuk merencanakan kegiatan dan menjaga kenyamanan wisatawan.

Deli Serdang sebagai wilayah yang memiliki variasi cuaca yang cukup dinamis menjadi objek yang ideal untuk menerapkan model rantai Markov dalam peramalan cuaca harian. Analisis data cuaca harian dari BMKG menunjukkan adanya pola transisi cuaca yang dapat

diidentifikasi dan dimodelkan menggunakan rantai Markov. Dengan memanfaatkan data historis cuaca harian, model ini mampu memperkirakan kondisi cuaca pada hari selanjutnya dengan tingkat probabilitas tertentu, sehingga dapat menyediakan informasi yang bermanfaat bagi masyarakat maupun pemerintah daerah dalam mengantisipasi perubahan cuaca.

Salah satu metode yang sering digunakan dalam peramalan cuaca adalah pendekatan Rantai Markov, yang dapat menggambarkan perubahan kondisi cuaca berdasarkan peluang transisi dari cuaca saat ini ke cuaca di hari berikutnya. Rantai Markov merupakan model stokastik dalam waktu diskrit yang bekerja pada ruang keadaan (state space) dan dilengkapi dengan peluang transisi antar keadaan pada setiap tahapan waktu (Nop et al., 2021). Untuk menganalisis karakteristik curah hujan menggunakan Rantai Markov, diperlukan data historis pengukuran curah hujan guna mengidentifikasi pola transisi antara hari hujan dan hari tanpa hujan (Yoo et al., 2016). Oleh karena itu, rantai Markov dapat diterapkan untuk membuat model dan mengamati transisi suatu kejadian.

Rantai Markov diterapkan dalam memprediksi suatu kejadian berdasarkan kondisi saat ini tanpa bergantung pada sejarah panjang sebelumnya, melainkan hanya pada keadaan sebelumnya (Ihsan et al, 2020). Model ini sangat cocok untuk peramalan cuaca karena cuaca harian cenderung memiliki pola transisi yang dapat dimodelkan sebagai proses stokastik dengan memori terbatas. Beberapa penelitian telah berhasil menerapkan rantai Markov dalam memprediksi cuaca harian dengan tingkat akurasi yang cukup baik, terutama dalam menentukan probabilitas kejadian cuaca seperti cerah, hujan ringan, atau hujan lebat.

Tujuan penelitian ini adalah mengaplikasikan model Rantai Markov untuk memprediksi kondisi cuaca harian di wilayah Deli Serdang. Penelitian ini juga bertujuan untuk menyusun dan menganalisis matriks probabilitas transisi cuaca harian berdasarkan data historis yang diperoleh di wilayah Deli Serdang. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi hasil peramalan cuaca harian yang dihasilkan menggunakan metode Rantai Markov, sehingga dapat diketahui sejauh mana efektivitas model ini dalam memprediksi kondisi cuaca di daerah tersebut.

METODE PENELITIAN

Cuaca

Cuaca adalah kondisi atmosfer di suatu lokasi tertentu yang meliputi suhu, intensitas cahaya matahari, kelembapan, kecepatan angin, dan faktor lainnya dalam jangka waktu yang terbatas (KBBI). Faktor utama yang memengaruhi cuaca dan iklim antara lain tekanan

udara, suhu, kelembapan, serta curah hujan. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memungkinkan peningkatan akurasi dalam prakiraan cuaca, yang didasarkan pada beberapa parameter penting yang mempengaruhi kondisi atmosfer. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) memperoleh data parameter tersebut melalui berbagai alat pengukur, seperti termometer untuk suhu, penakar hujan, evaporation pan atau open pan untuk mengukur penguapan, Radiometer Gun Bellani untuk intensitas penyinaran matahari, barometer, higrometer, serta cup counter anemometer yang mengukur kecepatan angin (Nurhamiddin & Sulisa, 2019). Berbagai aktivitas seperti pertanian, perkebunan, dan penerbangan sangat bergantung pada kondisi cuaca, sehingga pemantauan cuaca menjadi hal krusial agar potensi hujan lebat, suhu tinggi, maupun petir dapat diantisipasi dengan tepat (Abiba et al., 2024).

Peramalan

Salah satu kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah pengembangan sistem perangkat lunak yang dapat memprediksi hasil produksi berdasarkan data historis dan perhitungan sebelumnya, yang dikenal dengan istilah peramalan.. Peramalan merupakan suatu kondisi yang bertujuan untuk memperkirakan yang akan terjadi dimasa depan, berupa suatu teknik yang digunakan untuk memprediksi nilai di masa mendatang dengan mempertimbangkan data historis maupun data terkini (Yolanda et al., 2024). Peramalan dapat dibagi menjadi tiga jenis utama. Pertama, peramalan ekonomi yang fokus pada siklus bisnis dengan tujuan memprediksi faktor-faktor seperti tingkat inflasi, jumlah uang beredar, serta indikator ekonomi dan keuangan lainnya. Kedua, peramalan teknologi yang berkaitan dengan kemajuan teknologi dan potensi munculnya peralatan atau produk baru di masa depan. Ketiga, peramalan permintaan yang berhubungan dengan proyeksi kebutuhan produk yang harus dipenuhi pada waktu mendatang (Hamirsa dan Rumita, 2022).

Rantai Markov

Rantai Markov pertama kali diperkenalkan oleh Andrey A. Markov pada tahun 1907. Model ini berkaitan dengan suatu rangkaian proses di mana kemungkinan terjadinya suatu peristiwa hanya dipengaruhi oleh peristiwa sebelumnya secara langsung, tanpa bergantung pada peristiwa yang lebih lampau (Fransiska W. et al., 2022). Rantai Markov merupakan suatu proses stokastik yang distribusi kondisi selanjutnya hanya ditentukan oleh kondisi saat ini. Model ini sering digunakan dalam pemodelan deret observasi serta dalam menganalisis bagaimana suatu sistem berubah di masa depan. Analisis pada Rantai Markov didasarkan pada proses stokastik yang menghasilkan urutan peristiwa dengan probabilitas tertentu,

yang disusun secara sistematis dalam suatu matriks yang dikenal sebagai matriks probabilitas transisi (Thompson et al., 1985).

Matriks ini, yang juga disebut matriks stokastik, berfungsi sebagai matriks transisi yang merepresentasikan perpindahan dalam Rantai Markov dengan probabilitas transisi yang tetap dan tidak tergantung pada waktu t . Elemen P_{ij} menunjukkan probabilitas transisi satu langkah dari keadaan i ke keadaan j . Salah satu ciri khas dari Rantai Markov adalah bahwa probabilitas kejadian selanjutnya hanya dipengaruhi oleh keadaan saat ini, dan tidak tergantung pada rangkaian kejadian sebelumnya. Oleh karena itu, untuk menggambarkan perpindahan antar keadaan dalam model ini, diperlukan sebuah matriks probabilitas transisi.

Rantai Markov merupakan salah satu jenis khusus dari proses stokastik. Proses stokastik sendiri adalah kumpulan variabel acak yang berubah seiring waktu, sehingga sering disebut juga sebagai proses acak. Ciri khas dari proses stokastik ini adalah bahwa kondisi masa depan hanya bergantung pada keadaan saat ini, tanpa dipengaruhi oleh riwayat atau data masa lalu (Syauqi & Murni, 2022). Dalam analisis Markov yang dihasilkan adalah suatu informasi probabilistik yang dapat digunakan untuk membantu pembuatan keputusan. Jadi analisis ini bukan suatu teknik optimasi melainkan suatu teknik deskriptif. Jika pada waktu t proses stokastik $\{X_t, t = 0, 1, \dots\}$ berada dalam keadaan i , pada waktu t , maka hal ini dapat dinotasikan menjadi $X_t = i$.

Proses Markov adalah suatu proses di mana kemungkinan terjadinya peristiwa di masa depan ditentukan terutama oleh keadaan saat ini, tanpa bergantung pada peristiwa yang telah terjadi sebelumnya (Akhdan & Fauzy, 2023). Berdasarkan prinsip tersebut, dapat dibentuk suatu rantai Markov diskrit sebagai berikut:

$$P(X_{n+1} = j | X_n = i) = P(X_n = j | X_{n-1} = i)$$

Rantai Markov waktu diskrit dikatakan bersifat homogen terhadap waktu apabila untuk setiap nilai $n = 0, 1, 2, \dots$, sifat probabilitas transisinya tetap sama.

Perlu dicatat bahwa persamaan tersebut menunjukkan bahwa probabilitas bersyarat di sisi kiri memiliki nilai yang sama, terlepas dari berapapun nilai x yang dipilih. Karakteristik ini sering dijelaskan sebagai berikut: jika keadaan sistem saat ini berada pada X_n , maka kondisi berikutnya, yaitu X_{n+1} tidak dipengaruhi oleh keadaan-keadaan sebelumnya seperti $(X_0, X_1, \dots, X_{n-1})$. Nilai $P(X_{n+1} = j | X_n = i)$ disebut sebagai probabilitas transisi satu langkah pada waktu n . Pada rantai Markov waktu diskrit yang bersifat homogen, nilai probabilitas ini hanya bergantung pada kondisi i dan j namun nilainya konsisten di setiap

waktu n , sehingga sehingga sistemnya bersifat homogen terhadap waktu (Asyrofi et al., 2023).

Penelitian ini memanfaatkan data cuaca harian di kabupaten Deli Serdang selama periode 1 maret 2025 hingga 30 april 2025. Data ini bersumber dari Badan Meteorologi, klimatologi, dan geofisika (BMKG). Variabel cuaca dalam penelitian ini meliputi cerah (X_1), berawan (X_2), hujan ringan (X_3), dan hujan (X_4), yang dikelompokkan dalam empat kategori. Data harian juga dipilah menurut waktu perubahan cuaca, yaitu siang dan malam. Metode Rantai Markov digunakan dalam penelitian ini, dengan tahapan proses sebagai berikut (Sasake et al., 2021):

1. Menghimpun data frekuensi terjadinya perubahan kondisi cuaca.
2. Membentuk model data dalam bentuk matriks transisi probabilitas menggunakan pendekatan Rantai Markov.

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$$

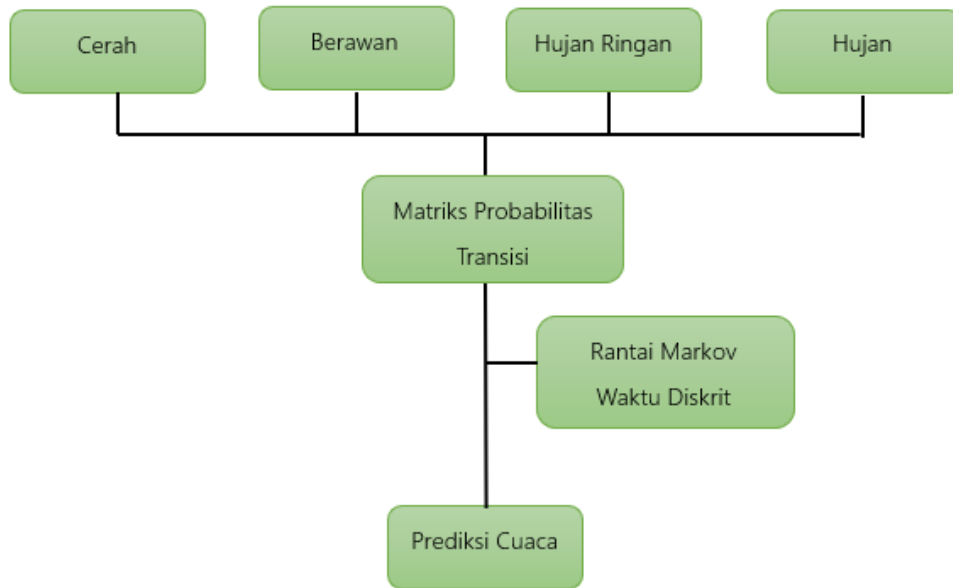
3. Meramalkan cuaca dengan menggunakan model Rantai Makrov waktu dis krit, sebagai berikut: Sebuah proses stokastik $\{x_n, n = 0,1,2, \dots\}$ disebut Rantai Markov waktu diskrit jika:

$$P\{X_{n+1} = j | X_0 = i_0 \dots \dots, X_{n-1} = i_{n-1}, x_n = i\} = P\{X_{n+1} = j | X_n = i\}$$

Peluang kejadian saat ini hanya dipengaruhi oleh kejadian sebelumnya, dan kejadian selanjutnya hanya bergantung pada kejadian hari ini.

4. Menggunakan tabel probabilitas untuk memperkirakan cuaca.

Gambar 1 adalah diagram yang menggambarkan proses transisi kondisi cuaca harian menggunakan model Rantai Markov berdasarkan data historis.



Gambar 1. Bagan Alur dari Proses Markov

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam studi kasus ini merupakan hasil simulasi cuaca harian di Kabupaten Deli Serdang untuk periode 1 Maret hingga 30 April 2025. Kategori cuaca yang digunakan meliputi cerah, berawan, hujan ringan, dan hujan. Selain itu, data cuaca harian tersebut juga dibedakan berdasarkan waktu terjadinya perubahan cuaca, yakni pada siang dan malam hari. Berikut disajikan data cuaca hariannya..

Tabel 1. Data cuaca harian, Tanggal 1 Maret sampai 30 April 2025.

Hari	Tanggal	Cuaca siang	Cuaca malam
Sabtu	01/03/2025	Hujan ringan	Hujan Ringan
Minggu	02/03/2025	Cerah	Berawan
Senin	03/03/2025	Cerah	Berawan
Selasa	04/03/2025	Cerah	Berawan
Rabu	05/03/2025	Hujan	Hujan
Kamis	06/03/2025	Cerah	Cerah
Jumat	07/03/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Sabtu	08/03/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Minggu	09/03/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Senin	10/03/2025	Cerah	Cerah
Selasa	11/03/2025	Hujan	Hujan
Rabu	12/03/2025	Hujan	Hujan
Kamis	13/03/2025	Cerah	Cerah
Jumat	14/03/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Sabtu	15/03/2025	Hujan	Hujan
Minggu	16/03/2025	Hujan	Hujan
Senin	17/03/2025	Hujan	Hujan
Selasa	18/03/2025	Cerah	Cerah
Rabu	19/03/2025	Cerah	Cerah
Kamis	20/03/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Jumat	21/03/2025	hujan	hujan
Sabtu	22/03/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Minggu	23/03/2025	Berawan	Cerah
Senin	24/03/2025	Cerah	Cerah
Selasa	25/03/2025	Cerah	Berawan

Rabu	26/03/2025	Cerah	Cerah
Kamis	27/03/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Jumat	28/03/2025	Hujan	Hujan
Sabtu	29/03/2025	Cerah	Cerah
Minggu	30/03/2025	Cerah	Cerah
Senin	31/03/2025	Hujan	Hujan
Selasa	01/04/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Rabu	02/04/2025	Cerah	Cerah
Kamis	03/04/2025	Cerah	Cerah
Jumat	04/04/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Sabtu	05/04/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Minggu	06/04/2025	Hujan ringan	Berawan
Senin	07/04/2025	Cerah	Cerah
Selasa	08/04/2025	Cerah	Cerah
Rabu	09/04/2025	Hujan	Hujan
Kamis	10/04/2025	Hujan	Cerah
Jumat	11/2025	Hujan	Cerah
Sabtu	12/04/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Minggu	13/04/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Senin	14/04/2025	Cerah	Berawan
Selasa	15/04/2025	Cerah	Cerah
Rabu	16/04/2025	Cerah	Cerah
Kamis	17/04/2025	Hujan	Hujan
Jumat	18/04/2025	Cerah	Cerah
Sabtu	19/04/2025	Cerah	Cerah
Minggu	20/04/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Senin	21/04/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Selasa	22/04/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Rabu	23/04/2025	Cerah	Cerah
Kamis	24/04/2025	Hujan ringan	Hujan ringan
Jumat	25/04/2025	Cerah	Cerah
Sabtu	26/04/2025	Cerah	Cerah
Minggu	27/04/2025	Cerah	Cerah

Senin	28/04/2025	Cerah	Cerah
Selasa	29/04/2025	Hujan	Hujan
Rabu	30/04/2025	Cerah	Cerah

Langkah awal yang dilakukan berdasarkan data cuaca harian di Kabupaten Deli Serdang, yang mencakup kondisi cerah, berawan, hujan ringan, dan hujan, adalah mengidentifikasi perubahan kondisi cuaca yang terjadi, baik pada siang maupun malam hari. Perubahan ini diamati dari satu keadaan cuaca ke keadaan lainnya, misalnya dari cerah ke cerah, cerah ke berawan, cerah ke hujan ringan, maupun cerah ke hujan, serta variasi perubahan lainnya yang sejenis. Dari hasil pengamatan tersebut, diperoleh data mengenai peluang atau probabilitas terjadinya perubahan cuaca, yang disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Frekuensi Perubahan Kondisi Cuaca Harian

Perubahan Kondisi Cuaca	X_1	X_2	X_3	X_4	Jumlah
Cerah	1 2	1 0	4	4	30
Berawan	1 1	2 4	2	3	40
Hujan Ringan	4	4	1 3	1	22
Hujan	4	2	2	2 0	28

Berdasarkan Tabel 2, tahap berikutnya adalah menyusun matriks probabilitas transisi menggunakan Model Rantai Markov, dengan hasil yang disajikan sebagai berikut.

$$M = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,334 & 0,133 & 0,133 \\ 0,275 & 0,6 & 0,05 & 0,075 \\ 0,18 & 0,18 & 0,6 & 0,04 \\ 0,143 & 0,0715 & 0,0715 & 0,714 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan matriks probabilitas transisi (M) yang telah disusun sebelumnya, langkah berikutnya adalah menggunakan metode Rantai Markov untuk memprediksi kondisi cuaca di waktu yang akan datang. Matriks probabilitas transisi digunakan sebagai acuan dalam memperkirakan pola perubahan cuaca yang kemungkinan terjadi selama satu minggu ke depan. Dalam proses prediksi ini, diterapkan matriks peluang steady state sebagai representasi dari kondisi awal cuaca. Sebagai contoh, jika cuaca hari sebelumnya adalah

cerah, maka matriks peluang awal dituliskan sebagai $[1\ 0\ 0\ 0]$. Jika cuaca awalnya berawan, maka digunakan $[0\ 1\ 0\ 0]$; untuk hujan ringan $[0\ 0\ 1\ 0]$; dan untuk hujan $[0\ 0\ 0\ 1]$.

Dengan menggunakan matriks probabilitas awal tersebut, peramalan cuaca dapat dilakukan melalui proses perkalian berturut-turut antara matriks peluang awal dan matriks probabilitas transisi. Hasil dari proses tersebut menggambarkan kemungkinan terjadinya masing-masing kondisi cuaca dalam periode waktu tertentu. Sebagai contoh, jika diasumsikan bahwa cuaca pada seminggu sebelumnya adalah cerah, maka hasil peramalan cuaca untuk satu minggu ke depan dapat dianalisis dan disajikan dalam bentuk tabel, seperti yang ditampilkan pada Tabel 3. Tabel tersebut memberikan gambaran probabilistik mengenai potensi perubahan cuaca harian selama periode tersebut.

Tabel 3. Perkiraan Perubahan Cuaca Berdasarkan Kondisi Awal Cerah

Hari	Cerah	Berawan	Hujan ringan	Hujan
Minggu	0,400000	0,334000	0,133000	0,133000
Senin	0,294809	0,367450	0,159210	0,178532
Selasa	0,273160	0,360359	0,165873	0,200609
Rabu	0,266907	0,351651	0,168215	0,213227
Kamis	0,264237	0,345662	0,169256	0,220845
Jumat	0,262799	0,341909	0,169711	0,225522
Sabtu	0,261953	0,339604	0,170035	0,228409
Rata rata	0,289123	0,348662	0,162194	0,200200

Jika cuaca pada hari sebelumnya dalam kondisi berawan, maka langkah selanjutnya dalam analisis menggunakan model Rantai Markov adalah memperkirakan kondisi cuaca untuk tujuh hari ke depan. Prediksi ini diperoleh berdasarkan matriks probabilitas transisi yang telah dibentuk sebelumnya. Hasil peramalan tersebut dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 4, yang menyajikan distribusi probabilitas untuk masing-masing keadaan cuaca berupa cerah, berawan, hujan ringan, dan hujan untuk setiap hari dalam rentang waktu satu minggu ke depan. Dengan demikian, Tabel 4 memberikan gambaran mengenai kemungkinan perubahan pola cuaca harian dimulai dari keadaan awal berawan.

Tabel 4. Perkiraan Perubahan Cuaca Berdasarkan Kondisi Awal Berawan

Hari	Cerah	Berawan	Hujan ringan	Hujan
Minggu	0,275000	0,600000	0,050000	0,075000

Senin	0,294725	0,466212	0,101938	0,137125
Selasa	0,284056	0,406309	0,133476	0,176149
Rabu	0,274575	0,375286	0,150776	0,199363
Kamis	0,268682	0,358274	0,160003	0,213041
Jumat	0,265264	0,348737	0,164882	0,221117
Sabtu	0,263307	0,343329	0,167456	0,225908
Rata rata	0,275087	0,414023	0,132647	0,178243

Selanjutnya, jika diasumsikan bahwa kondisi cuaca pada hari sebelumnya adalah hujan ringan, maka peramalan cuaca untuk satu minggu berikutnya juga dilakukan dengan metode yang sama, yakni menggunakan iterasi vektor keadaan awal terhadap matriks probabilitas transisi. Hasil prediksi tersebut dirangkum pada Tabel 5, yang menyajikan probabilitas masing-masing kondisi cuaca dari hari ke hari. Tabel ini menjadi penting untuk memahami sejauh mana kemungkinan hujan ringan bertahan, bertransisi ke hujan, atau berubah menjadi cuaca cerah atau berawan.

Tabel 5. Perkiraan Perubahan Cuaca Berdasarkan Kondisi Awal Hujan ringan

Hari	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Hujan
Minggu	0,180000	0,180000	0,600000	0,040000
Senin	0,235220	0,278980	0,395800	0,090000
Selasa	0,254921	0,323630	0,289143	0,132300
Rabu	0,261933	0,340828	0, 232034	0,164205
Kamis	0,263928	0,345669	0, 203440	0,186963
Jumat	0,263985	0,345541	0, 187818	0,202657
Sabtu	0,263405	0,343793	0, 179568	0,213235
Rata rata	0,246199	0,308349	0, 298401	0,147051

Demikian pula, apabila cuaca sebelumnya berada dalam kondisi hujan, maka estimasi terhadap kemungkinan kondisi cuaca selama tujuh hari mendatang dilakukan dengan pendekatan yang identik. Proses peramalan berdasarkan model Rantai Markov dengan vektor awal yang mencerminkan keadaan hujan disajikan secara rinci dalam Tabel 6. Tabel ini memberikan informasi mengenai dinamika probabilitas cuaca dari hari ke hari, yang

dimulai dari kondisi hujan dan berpotensi bertransisi ke cuaca yang lebih ringan ataupun tetap dalam kondisi curah hujan yang tinggi.

Tabel 6. Perkiraan Perubahan Cuaca Berdasarkan Kondisi Awal Hujan

Hari	Cerah	Berawan	Hujan ringan	Hujan
Minggu	0,143000	0,071500	0,071500	0,714000
Senin	0,191834	0,154583	0,116545	0,537083
Selasa	0,217019	0,216199	0,141568	0,425214
Rabu	0,232550	0,258089	0,155017	0,354344
Kamis	0,242569	0,285764	0,162180	0,309488
Jumat	0,249062	0,303797	0,165986	0,281156
Sabtu	0,253251	0,315445	0,168009	0,263295
Rata rata	0,218469	0,229339	0,140115	0,412076

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan penerapan metode Rantai Markov pada data cuaca harian di Kabupaten Deli Serdang selama periode 1 Maret hingga 30 April 2025, dapat disimpulkan bahwa model stokastik ini dapat memodelkan dan memprediksi perubahan kondisi cuaca yang bersifat dinamis dan penuh ketidakpastian. Dengan menggunakan matriks probabilitas transisi ini, prediksi cuaca untuk tujuh hari ke depan dapat dilakukan secara bertahap dengan memperhitungkan kondisi cuaca sebelumnya, baik itu cerah, berawan, hujan ringan, maupun hujan. Hasil peramalan yang diperoleh menunjukkan bahwa peluang terjadinya masing-masing kondisi cuaca pada hari-hari berikutnya dapat dipetakan secara jelas, sehingga memberikan gambaran probabilistik yang lebih realistis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiba, N., dkk. (2024). Analisis Pengaruh Jenis Cuaca Terhadap Temperatur Dan Kecepatan Angin Menggunakan Metode Manova. *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, vol:4(10).
- Akhdan, A., & Fauzy, A. (2023). Pendekatan Rantai Markov Waktu Diskrit dalam Memprediksi Penurunan dan Kenaikan Jumlah Pelanggan Air Minum Baru PDAM Kota Surakarta. *Emerging Statistics and Data Science Journal*, 1(2), 309–319. <https://doi.org/10.20885/esds.vol1.iss.2.art31>
- Asyrofi, A., Anggriani, I., & Soemarsono, A. R. (2023). Implementation of Discrete Time Markov Chain Method to Estimate The Transition of Smartphone Brands Usage in

- Balikpapan. *Jurnal ILMU DASAR*, 24(2), 159. <https://doi.org/10.19184/jid.v24i2.34872>
- Back, Á. J., & Miguel, L. P. (2017). Analysis of the stochastic model of the Markov chain on daily rainfall occurrence in the state of Santa Catarina, Brazil. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 28(1), 2–16. <https://doi.org/10.1108/MEQ-07-2015-0135>
- Fransiska W, Nufus R. H, Syafi'i M, & Hasibuan L. H. (2022). Penerapan Rantai Markov Dalam Peramalan Cuaca (Studi Kasus: Cuaca Harian di Kota Padang). *Buana Matematika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 12(2), 117–126. <https://doi.org/10.36456/buanamatematika.v12i2.6374>
- Hamirsa, M. H., & Rumita, R. (2022). Usulan Perencanaan Peramalan (Forecasting) dan Safety Stock Persediaan Spare Part Busi Champion Type RA7YC-2 (EV-01/EW-01/2) Menggunakan metode Time Series Pada PT Triangle Motorindo Semarang. *Industrial Engineering Online Journal*, 11(1), 1–10. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/34373>
- Ihsan, H., Sanusi, W., & Hasriani, H. (2020). Peramalan Pola Curah Hujan di kota makassar menggunakan model rantai markov. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 2(1), 19. <https://doi.org/10.35580/jmathcos.v2i1.12448>
- Nop, C., Fadhil, R. M., & Unami, K. (2021). A multi-state Markov Chain Model for rainfall to be used in optimal operation of rainwater harvesting systems. *Journal of Cleaner Production*, 285, 124912. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124912>
- Nurhamiddin, F., & Sulisa, F. M. (2019). Peramalan Cuaca Menggunakan Metode Rantai Markov (Studi Kasus : Rekaman Cuaca Harian Di Kantor BMKG Kota Ternate). *Jurnal Biosainstek*, 2(01), 16–22.
- Sasake, S., Lesnussa, Y. A., & Wattimena, A. Z. (2021). Peramalan Cuaca Menggunakan Metode Rantai Markov (Studi Kasus : Cuaca Harian Di Kota Ambon). *Jurnal Matematika*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.24843/jmat.2021.v11.i01.p131>
- Sausan, Ernawati Prahesta Kurnia Sari, & Abdurrahman Muhammad Umar Lahmadi. (2024). Peramalan Cuaca Harian di Kota purwokerto menggunakan Metode Rantai Markov. *JMT: Jurnal Matematika Dan Terapan*, 6(1), 17–26. <https://doi.org/10.21009/jmt.6.1.3>
- Syauqi, I., & Murni, D. (2022). Analisis Perencanaan Produksi Padi Terhadap Lahan Panen Di Sumatera Barat Menggunakan Rantai Markov Waktu Diskrit. *Journal of Mathematics UNP*, 7(2), 1–7.
- Thompson, W. A., Taylor, H. M., & Karlin, S. (1985). An Introduction to Stochastic Modeling. In *Journal of the American Statistical Association* (Vol. 80, Issue 390).
- Copyright © Alio Hutaperi Siboro, Christina N Simanjuntak, Maria Ayuni Isabella Manullang, Natalia Anggriani Simanjuntak, Santa Falare Sitanggang, Taing Pebrieni Simbolon, Sudianto Simanunullang, Alvi Sahrin Nasution

<https://doi.org/10.2307/2287941>

- Yolanda, R., Rahmi, D., Kurniati, A., & Yuniati, S. (2024). Penerapan Metode Triple Exponential Smoothing dalam Peramalan Produksi Buah Nenas di Provinsi Riau. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.55826/tmit.v3ii.285>
- Yoo, C., Lee, J., & Ro, Y. (2016). Markov chain decomposition of monthly rainfall into daily rainfall: evaluation of climate change impact. *Advances in Meteorology*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/7957490>