

Peramalan Cuaca Menggunakan Metode Rantai Markov (Studi Kasus: Cuaca Harian Di Kota Ambon)

Set Sasake

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Pattimura Ambon
e-mail: sethedwardsasake@gmail.com

Yopi Andry Lesnussa

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Pattimura Ambon
e-mail: yopi_a_lesnussa@yahoo.com

Abraham Zakaria Wattimena

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Pattimura Ambon
e-mail: ampiwatt723@gmail.com

Abstract: *Weather is a state of air at certain times in certain areas that are relatively narrow and in a short period of time. Weather forecasting is an activity carried out to produce a collection of information about upcoming weather conditions. One method used to predict these conditions is by using the Markov chain method. The Markov chain is a random process in which all information about the future is contained in the present state. The purpose of this study is to model and predict daily weather that will occur over the next week with the Markov Chain model. The data used in this study are Ambon City daily weather data from December 1, 2019 to January 31, 2020 by the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG), Ambon City Meteorological Station. Daily weather forecasting results that occur are quite varied but the most dominant weather occurs during the next week that is Cloudy and Light Rain.*

Keywords: *Markov Chain, Weather, Weather Forecasting.*

Abstrak: Cuaca merupakan keadaan udara pada saat tertentu di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada jangka waktu yang singkat. Peramalan cuaca merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menghasilkan sekumpulan informasi mengenai kondisi cuaca yang akan datang. Salah satu metode yang digunakan untuk meramalkan kondisi tersebut yaitu dengan menggunakan metode rantai Markov. Rantai Markov merupakan proses acak dimana semua informasi tentang masa depan terkandung di dalam keadaan sekarang. Pada penelitian ini, penulis menggunakan data cuaca harian yang terjadi pada tanggal 1 Desember 2019 - 31 Januari 2020 oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Stasiun Meteorologi Kota Ambon. Hasil peramalan cuaca menggunakan metode Rantai Markov diperoleh data cuaca harian cukup bervariasi, namun cuaca yang paling dominan terjadi selama satu minggu kedepan yaitu Cerah dengan probabilitas rata-rata diatas 0,55%, Berawan dengan probabilitas rata-rata diatas 0,50%, Hujan Ringan dengan probabilitas rata-rata diatas 0,45% dan Hujan dengan probabilitas rata-rata diatas 0,4%.

Kata Kunci: Cuaca, Peramalan Cuaca, Rantai Markov.

1. Pendahuluan

Cuaca mempunyai peranan penting bagi kehidupan manusia dalam menjalani berbagai macam aktivitas (Fauzy, Saleh W, & Asror, 2016). Salah satu unsur yang mempengaruhi cuaca dan iklim adalah suhu, kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin dan curah hujan (Mujiasih, 2011). Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan prakiraan/peramalan cuaca sebagai langkah antisipasi untuk memperkecil dampak yang akan terjadi. Pemilihan metode yang tepat untuk menentukan kondisi cuaca adalah kegiatan yang akhir-akhir ini sering dilakukan oleh beberapa peneliti atmosfer atau cuaca (Puspita & Yulianti, 2016). Hal ini dikarenakan banyaknya tuntutan dari berbagai pihak yang menginginkan informasi mengenai kondisi atmosfer yang lebih cepat, akurat, dan terperinci (Nurhamiddin & Sulisa, 2019). Sebagai salah satu metode peramalan, Rantai Markov dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan-perubahan di waktu yang akan datang dalam variabel-variabel di waktu yang lalu (Masuku, Langi, & Mongi, 2018). Konsep dasar Rantai diperkenalkan pada tahun 1907 oleh Andrey A. Markov, model ini berhubungan dengan rangkaian proses dimana kejadian suatu akibat percobaan hanya tergantung pada rangkaian kejadian yang mendahuluinya dan tidak tergantung pada kejadian sebelumnya (Wusko & Nizar, 2017).

Sebagai dasar analisis rantai markov, terlebih dahulu perlu diketahui tentang proses stokastik yang mempelajari urutan kejadian yang kemunculannya berdasarkan probabilitas tertentu yang diatur secara lebih mudah dalam bentuk matriks yang disebut matriks probabilitas transisi (Nurjana, Paendong, & Langi, 2016). Matriks probabilitas transisi adalah suatu matriks yang memuat informasi yang mengatur perpindahan sistem dari suatu *state* ke *state* lainnya. Matriks peluang transisi sering disebut juga matriks stokastik karena peluang transisi adalah tetap dan tidak bergantung pada waktu t , dimana P_{ij} adalah peluang transisi satu langkah yang bergerak dari keadaan i ke keadaan j (Side, Irma, & Sukarna, 2014). Rantai Markov memiliki sifat khusus bahwa probabilitas transisi kondisional kejadian yang akan datang hanya bergantung pada kejadian yang sedang berlangsung dan bersifat bebas dari kejadian-kejadian yang telah berlalu. Pada Rantai Markov, diperlukan sebuah matriks probabilitas transisi untuk bergerak dari satu *state* ke *state* berikutnya ("Aplikasi Markov Random Field Pada Masalah Industri," 2002).

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, antara lain: mengumpulkan data cuaca harian yang diperoleh dari BMKG Kota Ambon, melakukan *observasi* atau pengamatan terhadap data menggunakan analisis rantai markov, input data menggunakan software Ms. Exel, menentukan dan menghitung matriks probabilitas transisi, serta menghitung peramalan cuaca menggunakan metode rantai Markov dengan bantuan software MATLAB dan menarik kesimpulan. Adapun penelitian ini bertujuan untuk memperoleh bentuk matriks transisi dan meramalkan cuaca harian dengan menggunakan Model Rantai Markov.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data cuaca harian di Kota Ambon dari tanggal 1 Desember 2019 sampai dengan 31 Januari 2020. Data tersebut diperoleh dari Badan Meterologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Stasiun Meterologi Kota Ambon. Variable penelitian yang digunakan adalah kondisi cuaca yakni, Cerah (X1), Berawan (X2), Hujan Ringan (X3), dan Hujan (X4) dalam hari (Y). Berdasarkan Kriteria data cuaca yang didasarkan pada 4 kategori kondisi data yaitu Cerah, Berawan, Hujan Ringan dan Hujan. Untuk data cuaca harian dikategorikan lagi berdasarkan waktu perubahan cuaca yaitu Pagi, Siang, Sore, dan Malam hari.

Tabel 1. Cuaca harian kota Ambon pada bulan Desember 2019 - Januari 2020

Hari	Tanggal	Pagi	Siang	Sore	Malam
Minggu	12/1/2019	Berawan	Cerah	Cerah	Berawan
Senin	12/2/2019	Berawan	Berawan	Berawan	Hujan
Selasa	12/3/2019	Cerah	Berawan	Berawan	Berawan
Rabu	12/4/2019	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Berawan
Kamis	12/5/2019	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Berawan
Jumat	12/6/2019	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Berawan	Berawan
Sabtu	12/7/2019	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Berawan
Minggu	12/8/2019	Cerah	Berawan	Cerah	Cerah
Senin	12/9/2019	Berawan	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Berawan
Selasa	12/10/2019	Cerah	Cerah	Berawan	Cerah
Rabu	12/11/2019	Berawan	Berawan	Cerah	Cerah
Kamis	12/12/2019	Cerah	Berawan	Cerah	Cerah
Jumat	12/13/2019	Berawan	Hujan Ringan	Cerah	Cerah
Sabtu	12/14/2019	Berawan	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Berawan
Minggu	12/15/2019	Berawan	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Berawan
Senin	12/16/2019	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Hujan Ringan
Selasa	12/17/2019	Hujan Ringan	Cerah	Berawan	Berawan
Rabu	12/18/2019	Berawan	Hujan Ringan	Berawan	Berawan
Kamis	12/19/2019	Berawan	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Berawan
Jumat	12/20/2019	Berawan	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Hujan
Sabtu	12/21/2019	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Berawan
Minggu	12/22/2019	Cerah	Berawan	Hujan	Hujan Ringan
Senin	12/23/2019	Cerah	Cerah	Cerah	Berawan
Selasa	12/24/2019	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Berawan

Rabu	12/25/2019	Berawan	Hujan Ringan	Berawan	Cerah
Kamis	12/26/2019	Hujan	Berawan	Hujan	Hujan Ringan
Jumat	12/27/2019	Berawan	Cerah	Cerah	Berawan
Sabtu	12/28/2019	Berawan	Berawan	Berawan	Berawan
Minggu	12/29/2019	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Berawan
Senin	12/30/2019	Berawan	Berawan	Hujan	Berawan
Selasa	12/31/2019	Berawan	Berawan	Cerah	Cerah
Rabu	01/01/2020	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Berawan
Kamis	02/01/2020	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Hujan Ringan
Jumat	03/01/2020	Berawan	Berawan	Hujan Ringan	Hujan
Sabtu	04/01/2020	Hujan Ringan	Hujan	Hujan	Hujan Ringan
Minggu	05/01/2020	Berawan	Berawan	Cerah	Cerah
Senin	06/01/2020	Berawan	Hujan Ringan	Hujan	Berawan
Selasa	07/01/2020	Cerah	Cerah	Berawan	Hujan Ringan
Rabu	08/01/2020	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Berawan
Kamis	09/01/2020	Berawan	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Hujan
Jumat	10/01/2020	Hujan	Hujan	Hujan	Berawan
Sabtu	11/01/2020	Berawan	Berawan	Hujan Ringan	Berawan
Minggu	12/01/2020	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Berawan
Senin	13/01/2020	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Berawan
Selasa	14/01/2020	Cerah	Cerah	Berawan	Berawan
Rabu	15/01/2020	Berawan	Cerah	Cerah	Berawan
Kamis	16/01/2020	Cerah	Cerah	Berawan	Berawan
Jumat	17/01/2020	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Berawan	Berawan
Sabtu	18/01/2020	Berawan	Hujan Ringan	Berawan	Berawan
Minggu	19/01/2020	Cerah	Cerah	Berawan	Berawan
Senin	20/01/2020	Berawan	Cerah	Cerah	Berawan
Selasa	21/01/2020	Berawan	Berawan	Hujan Ringan	Berawan
Rabu	22/01/2020	Cerah	Berawan	Cerah	Berawan
Kamis	23/01/2020	Berawan	Berawan	Berawan	Berawan
Jumat	24/01/2020	Berawan	Berawan	Berawan	Berawan
Sabtu	25/01/2020	Cerah	Berawan	Berawan	Berawan
Minggu	26/01/2020	Cerah	Berawan	Berawan	Cerah
Senin	27/01/2020	Cerah	Cerah	Berawan	Berawan
Selasa	28/01/2020	Berawan	Cerah	Cerah	Berawan
Rabu	29/01/2020	Berawan	Berawan	Berawan	Cerah
Kamis	30/01/2020	Berawan	Cerah	Berawan	Berawan
Jumat	31/01/2020	Berawan	Berawan	Berawan	Hujan Ringan

Sumber : BMKG Kota Ambon

Penelitian ini menggunakan Metode Rantai Markov yang prosesnya sebagai berikut(Subagyo, Jayadi, & Dewi, 2018):

1. Mengumpulkan data banyaknya pengulangan perubahan data
2. Memodelkan Data ke dalam bentuk matriks probabilitas transisi model Rantai Markov

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)} \quad (1)$$

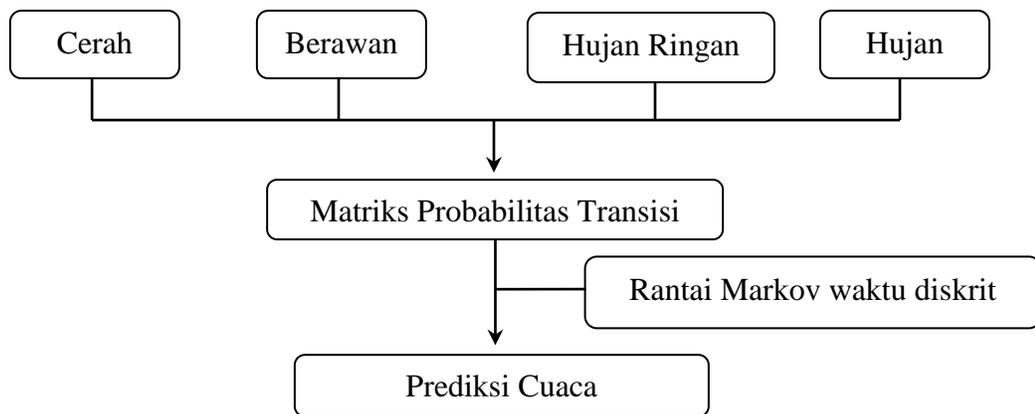
3. Meramalkan cuaca dengan menggunakan model Rantai Makrov waktu diskrit, sebagai berikut:

Sebuah proses stokastik $\{X_n, n = 0,1,2 \dots\}$ disebut Rantai Markov waktu diskrit jika :

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

Untuk setiap waktu n dan setiap state $i_0, i_1, \dots, i_{n-1}, i$, artinya peluang terjadinya kejadian pada hari ini hanya bergantung pada kejadian hari kemarin, kejadian besok hanya bergantung pada kejadian hari ini dan seterusnya.

4. Menentukan prediksi cuaca dari tabel probabilitas



Gambar 1. Diagram Alur Rantai Markov

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data curah hujan harian Kota Ambon dengan 4 kategori kondisi cuaca (Cerah, Berawan, Hujan Ringan, dan Hujan) dikelompokkan lagi berdasarkan waktu perubahan yaitu Pagi, Siang, Sore, dan Malam. Pada kelompok waktu perubahan dalam

hari yang sama dapat dilihat perubahan kondisi cuaca dari cerah ke cerah, cerah ke berawan, cerah ke hujan ringan, cerah ke hujan, dst. Diperoleh banyaknya pengulangan perubahan cuaca pada Tabel 1.

Tabel 1. Banyaknya Perubahan Cuaca Harian

Perubahan Cuaca	X1	X2	X3	X4	Total
Cerah	18	28	2	0	48
Berawan	42	68	19	3	132
Hujan Ringan	0	24	12	6	52
Hujan	0	5	16	5	26

Selanjutnya data perubahan cuaca dimodelkan ke dalam bentuk matriks probabilitas transisi model Rantai Markov menjadi:

$$P = \begin{bmatrix} 0,375 & 0,583 & 0,042 & 0 \\ 0,139 & 0,515 & 0,143 & 0,022 \\ 0 & 0,572 & 0,286 & 0,142 \\ 0 & 0,192 & 0,616 & 0,192 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Berdasarkan pada matriks probabilitas transisi di atas, terlihat bahwa peramalan cuaca dapat diselesaikan dengan menggunakan model Rantai Markov waktu diskrit. Sehingga untuk meramalkan cuaca dalam seminggu digunakan matriks peluang *steady state* dengan kondisi cuaca cerah menggunakan matriks [1 0 0 0], kondisi cuaca berawan menggunakan matriks [0 1 0 0], kondisi cuaca hujan ringan menggunakan matriks [0 0 1 0], dan untuk kondisi cuaca hujan menggunakan matriks [0 0 0 1]. Jika pada minggu sebelumnya cuaca cerah maka cuaca prediksinya dapat dilihat pada Tabel 2, cuaca berawan pada Table 3, cuaca hujan ringan pada Table 4, dan cuaca hujan pada Table 5. Dimana pada Tabel 2 menurut peramalan Rantai Markov hari tidak hujan sama sekali pada hari sabtu terlihat dari nilai peluang hujannya nol, nilai peluang cerah dan berawan terendah pada hari jumat berturut-turut 0,2707 dan 0,5277. Sedangkan nilai peluang hujan ringan terendah pada hari sabtu (0,042).

Table 2. Prediksi Perubahan Cuaca dengan Kondisi Cuaca Sebelumnya Cerah

Probabilitas Perubahan	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Hujan
Sabtu	0,375	0,583	0,042	0
Minggu	0,3266	0,5429	0,1111	0,0188
Senin	0,2957	0,5372	0,1347	0,0313
Selasa	0,2822	0,5321	0,1471	0,037
Rabu	0,2756	0,5298	0,1528	0,0397

Kamis	0,2723	0,5285	0,1555	0,041
Jumat	0,2707	0,5277	0,1567	0,0416
rata-rata	0,2999	0,5402	0,129	0,03

Tabel 3. Prediksi Perubahan Cuaca dengan Kondisi Cuaca Sebelumnya Berawan

Probabilitas Perubahan	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Hujan
Sabtu	0,319	0,515	0,143	0,022
Minggu	0,2839	0,5372	0,1415	0,0359
Senin	0,2778	0,53	0,1513	0,0388
Selasa	0,2733	0,5289	0,1546	0,0406
Rabu	0,2712	0,528	0,1563	0,0414
Kamis	0,2701	0,5274	0,1571	0,0418
Jumat	0,2695	0,527	0,1574	0,0419
rata-rata	0,2807	0,53	0,1517	0,0376

Pada Tabel 3,

Table 4. Prediksi Perubahan Cuaca dengan Kondisi Cuaca Sebelumnya Hujan Ringan

Probabilitas Perubahan	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Hujan
Sabtu	0,319	0,515	0,143	0,022
Minggu	0,2839	0,5372	0,1415	0,0359
Senin	0,2778	0,53	0,1513	0,0388
Selasa	0,2733	0,5289	0,1546	0,0406
Rabu	0,2712	0,528	0,1563	0,0414
Kamis	0,2701	0,5274	0,1571	0,0418
Jumat	0,2695	0,527	0,1574	0,0419
rata-rata	0,2807	0,5276	0,1516	0,0375

Table 5. Prediksi Perubahan Cuaca dengan Kondisi Cuaca Sebelumnya Hujan

Probabilitas Perubahan	Cerah	Berawan	Hujan Ringan	Hujan
Sabtu	0	0,192	0,616	0,192
Minggu	0,0612	0,4881	0,3219	0,1286
Senin	0,1787	0,4959	0,2436	0,0811
Selasa	0,2252	0,5145	0,1981	0,0611
Rabu	0,2486	0,5213	0,1773	0,0512
Kamis	0,2595	0,5246	0,1672	0,0465
Jumat	0,2467	0,5260	0,1624	0,0442
rata-rata	0,1743	0,4661	0,2695	0,0861

4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yang telah diperoleh sebelumnya dapat disimpulkan:

1. Bentuk matriks probabilitas transisi model Rantai Markov sebagai berikut :

$$P = \begin{bmatrix} 0,375 & 0,583 & 0,042 & 0 \\ 0,139 & 0,515 & 0,143 & 0,022 \\ 0 & 0,572 & 0,286 & 0,142 \\ 0 & 0,192 & 0,616 & 0,192 \end{bmatrix}$$

2. Peramalan cuaca harian dengan menggunakan model Rantai Markov menghasilkan data cuaca harian yaitu :
 - a. Jika sebelumnya cuaca cerah, maka cuaca yang akan terjadi selama satu minggu kedepan yaitu Cerah dengan probabilitas rata-rata 29%, Berawan dengan probabilitas rata-rata 54%, Hujan Ringan dengan probabilitas rata-rata 12% dan Hujan dengan probabilitas rata-rata 3%.
 - b. Jika sebelumnya cuaca berawan, maka cuaca yang akan terjadi selama satu minggu kedepan yaitu cuaca Cerah dengan probabilitas 28,07% Berawan dengan probabilitas rata-rata 53%, Hujan Ringan dengan probabilitas rata-rata 15,17% dan Hujan dengan probabilitas rata-rata 3,76%.
 - c. Jika sebelumnya cuaca hujan ringan, maka cuaca yang akan terjadi selama satu minggu kedepan yaitu cuaca Cerah dengan probabilitas rata-rata 28,07%, Berawan dengan probabilitas rata-rata 52,76%, Hujan Ringan dengan probabilitas rata-rata 15,16%, dan Hujan dengan probabilitas rata-rata 3,15%.
 - d. Jika sebelumnya cuaca hujan, maka cuaca yang akan terjadi selama satu minggu kedepan Berawan yaitu Cerah dengan probabilitas rata-rata 17,43%, Berawan dengan probabilitas rata-rata 46,61%, Hujan Ringan dengan probabilitas rata-rata 26,95 %, dan Hujan dengan probabilitas rata-rata 8,61%

Daftar Pustaka

- Aplikasi Markov Random Field Pada Masalah Industri. (2002). *Jurnal Teknik Industri*.
<https://doi.org/10.9744/jti.4.1.pp.19-25>
- Fauzy, M., Saleh W, K. R., & Asror, I. (2016). Penerapan Metode Association Rule Menggunakan Algoritma Apriori pada Simulasi Prediksi Hujan Wilayah Kota Bandung. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*. <https://doi.org/2407-3911>
- Masuku, F. N., Langi, Y. A. ., & Mongi, C. (2018). Analisis Rantai Markov Untuk Memprediksi Perpindahan Konsumen Maskapai Penerbangan Rute Manado-Jakarta. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(2), 75.

<https://doi.org/10.35799/jis.18.2.2018.20495>

- Mujiasih, S. (2011). Pemanfaatan Data Mining Untuk Prakiraan Cuaca. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*. <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i2.100>
- Nurhamiddin, F., & Sulisa, F. M. (2019). Peramalan Cuaca Menggunakan Metode Rantai Markov (Studi Kasus : Rekaman Cuaca Harian Di Kantor BMKG Kota Ternate). *Jurnal BIOSAINTEK*.
- Nurjana, S., Paendong, M., & Langi, Y. (2016). Penerapan Rantai Markov Dalam Pemilihan Minat Masuk Siswa SMA Ke Universitas Di Indonesia. *D'CARTESIAN*, 5(1), 50. <https://doi.org/10.35799/dc.5.1.2016.12733>
- Puspita, E. S., & Yulianti, L. (2016). Perancangan sistem peramalan cuaca berbasis Logika Fuzzy. *Media Infotama*.
- Side, S., Irma, S., & Sukarna. (2014). Aplikasi Analisis Rantai Markov Untuk Memprediksi Status Pasien Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Barru Application Of markov chain Analysis for predicting status of Patient at Barru Hospital. *Online Jurnal of Natural Science*.
- Subagyo, A. M., Jayadi, O., & Dewi, A. C. (2018). Analisis Strategi Bersaing Perusahaan Bus Menggunakan Teknik Rantai Markov, Game Theory, dan Short Route Models. *Jiems (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*. <https://doi.org/10.30813/jiems.v11i2.1180>
- Wusko, A. U., & Nizar, M. (2017). Pendekatan Rantai Markov Dalam Pemilihan Universitas Di Pasuruan. *Journal Knowledge Industrial Engineering*.