

Prediksi curah hujan di kabupaten sarolangun menggunakan rantai markov

¹Sisca Meidiah Saputri, ²Sherli Yurinanda, ³Corry Sormin

^{1,2,3}Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

Email korespondensi: siskavivo802@gmail.com

Abstrak

Hujan dihasilkan oleh awan cumulonimbus yang bisa menyebabkan banjir apabila curah hujannya dengan dengan intensitas yang tinggi serta durasi yang lama dapat menimbulkan permasalahan serius bagi masyarakat. Pada tahun 2016 setiap kecamatan di Kabupaten Sarolangun mengalami banjir bandang serta 2019, 2020, 2022 dan 2023 banjir dengan ketinggian air 30-150 cm. Oleh karena itu, diperlukan prediksi curah hujan sebagai upaya pencegahan jika intensitas curah hujan tinggi. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu Metode rantai markov memiliki sifat bahwa perilaku pada waktu yang akan datang hanya bergantung pada waktu/keadaan sekarang dan tidak bergantung keadaan yang lalu. Metode rantai markov untuk memperkirakan kejadian yang akan datang jika diketahui kejadian sekarang dan juga peluang transisinya sehingga dapat digunakan untuk memprediksi perubahan-perubahan pada masa yang akan datang dalam variabel-variabel yang dinamis, karena hal ini sesuai data curah hujan bersifat dimanis. Pada penelitian ini, penulis menggunakan data curah hujan harian pada setiap kecamatan di Kabupaten Sarolangun dari tanggal 1 Mei – 31 Juli 2023 dengan klasifikasi state yaitu tidak hujan, hujan ringan, hujan sedang dan hujan lebat. Tujuan penelitian untuk mengetahui besarnya peluang curah hujan masing-masing state saat kondisi steady state di masa yang akan datang. Data curah hujan harian setiap kecamatan terlebih dahulu di uji dengan menggunakan uji Chi-Square untuk menunjukkan apakah data memenuhi sifat markov atau tidak. Metode rantai markov yang digunakan yaitu persamaan Chapman-Kolmogorov dan persamaan steady state. Hasil Peramalan curah hujan pada setiap kecamatan di Kabupaten Sarolangun yang memenuhi sifat markov hanya ada dua yaitu Kecamatan Sarolangun dan Kecamatan Batang Asai.

Kata kunci: Curah Hujan Harian, Rantai Markov, Chapman-Kolmogorov, Steady State

Abstract

Rain is produced by cumulonimbus clouds which can cause flooding if the rainfall is high intensity and long duration which can cause serious problems for the community. In 2016, every sub-district in Sarolangun Regency experienced flash floods and in 2019, 2020, 2022 and 2023 floods with water levels of 30-150 cm. Therefore, rainfall predictions are needed as a preventive measure if the rainfall intensity is high. One method that can be used is the Markov chain method which has the property that behavior in the future only depends on the current time/circumstances and does not depend on past conditions. The Markov chain method is for predicting future events if the current event and the transition probability are known so that it can be used to predict future changes in dynamic variables, because this is consistent with the sweet nature of rainfall data. In this research, the author used daily rainfall data in each sub-district in Sarolangun Regency from 1 May - 31 July 2023 with state classifications, namely no rain, light rain, moderate rain and heavy rain. The aim of the research is to determine the probability of rainfall for each state during steady state conditions in the

future. The daily rainfall data for each sub-district is first tested using the Chi-Square test to show whether the data meets Markov properties or not. The Markov chain method used is the Chapman-Kolmogorov equation and the steady state equation. Results: There are only two rainfall forecasting results for each sub-district in Sarolangun Regency that fulfill Markov characteristics, namely Sarolangun Sub-district and Batang Asai Sub-district.

Keywords: *Daily Rainfall, Markov Chain, Chapman-Kolmogorov, Steady State*

A. Pendahuluan

Curah hujan berdasarkan *outlook* iklim 2023 diprediksi dekat dengan kondisi normalnya. Namun demikian, harus tetap menjadi perhatian karena potensi bencana hidrometeorologi yang dari tahun ke tahun naik frekuensinya. Berdasarkan Data Informasi Bencana Alam Indonesia (DIBI), sejak tahun 2013 sampai dengan 2022 Provinsi Jambi mengalami bencana banjir sebanyak 146 kejadian dan paling banyak terjadi pada tahun 2020 sebanyak 36 kejadian bencana banjir. Pada tahun yang sama Kabupaten Sarolangun merupakan salah satu yang mengalami bencana hidrometeorologi khususnya banjir dengan 24 kejadian.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), banjir adalah peristiwa terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat. Indonesia merupakan Negara yang berada dikhatulistiwa serta memiliki curah hujan yang tinggi, sekitar 1.000 hingga 4.000 per tahunnya sehingga rentan akan terjadinya banjir (Tukidi, 2010).

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2020), wilayah Kabupaten Sarolangun mengalami banjir bandang terbesar pada tahun 2016 yang berakibat lahan pertanian dan ratusan rumah tergenang serta hewan ternak ikut mati. Tahun 2019 banjir paling sering terjadi. Dari 10 Kecamatan di Kabupaten Sarolangun ada beberapa kecamatan yang sering terkena banjir yaitu pada Kecamatan Limun Desa Demang, dengan ketinggian air 30 cm pada Selasa 4 Februari dan Kamis malam 19 November 2020. Adapun fasilitas yang terkena banjir diantaranya 1 kantor desa, 1 poskesdes, 2 madrasah, 2 SD (sekolah dasar), 3 masjid, 2 langgar dan 1 TK. Informasi Pusat Krisis Kesehatan 2023, banjir terjadi di Kecamatan Pauh pada tanggal 24 Januari 2023 akibat intensitas curah hujan tinggi serta kiriman air dari hulu yang mengakibatkan meluapnya aliran sungai dengan ketinggian air 30-150 cm, serta sedikitnya 75 rumah warga terendam banjir dengan ketinggian mencapai 1 meter akibat hujan yang terus-menerus di daerah tersebut. Pada Kecamatan Mandiangin tahun 2022 banjir terjadi di Desa Gurun Mudo, Gurun Baru, Kertopati dan Sungai Rotan selama sepuluh hari. Oleh karena itu, diperlukan prediksi yang berkelanjutan mengenai iklim dan klimatologi di daerah Kabupaten Sarolangun untuk mengetahui peluang perubahan curah hujan yang turun sehingga nantinya dapat mencegah hal-hal yang tidak diinginkan terjadi. Kondisi curah hujan yang tidak pasti setiap harinya disebabkan karena mengalami perpindahan dari

kondisi yang sama ke kondisi yang berbeda. Banyaknya kemungkinan-kemungkinan yang terjadi maka perlu diketahui peluang perubahan pada curah hujannya (Pratiwi 2012). Suatu faktor ketidakpastian inilah yang disebut dengan stokastik. Stokastik digunakan karena faktor ketidakpastian curah hujan yang akan terjadi kedepannya dengan menggunakan salah satu metode Rantai Markov (Taylor dan Samuel, 1998).

Salah satu proses stokastik yaitu model rantai Markov yang memiliki sifat bahwa perilaku stokastik pada waktu yang akan datang hanya bergantung pada waktu atau keadaan sekarang dan tidak bergantung keadaan yang lalu (Ham, 2024). Pada tahun 1907 konsep rantai markov diperkenalkan oleh Andrey A. Markov, model ini berhubungan dengan rangkaian proses dimana kejadian yang mendahuluinya dan tidak bergantung pada kejadian sebelumnya (Wuskon dan Nizar, 2017). Rantai Markov seringkali digunakan untuk memodelkan barisan observasi dan mempelajari bagaimana perubahan akan terjadi pada masa yang akan datang (Rofiroh, dkk., 2020).

Ada beberapa penelitian yang relevan yaitu Ihsan, dkk (2019) pada penelitiannya menerapkan metode analisis rantai markov untuk meramalkan pola curah hujan masing-masing stasiun di Kota Makasar. Sasake, dkk (2021) dengan menerapkan metode rantai markov untuk meramalkan cuaca harian di Kota Ambon. Asyrofi, dkk (2023) dengan penerapan metode rantai markov waktu diskrit dalam estimasi perpindahan penggunaan merek smartphone di Balikpapan dan Noverina (2022) dengan menerapkan Metode Rantai Markov yang digunakan yaitu Persamaan Chapman-Kolmogorov dan Persamaan steady state. Beberapa peneliti sebelumnya juga menerapkan Rantai Markov untuk melakukan prediksi atau peramalan curah hujan di berbagai belahan dunia (Hajani & Sharma, 2023; Ali, dkk., 2020; Azizah, 2019; Kemsley, 2021; Lee, 2021; dan Lee, 2022).

Tujuan penelitian untuk mengetahui kecamatan-kecamatan di Kabupaten Sarolangun yang memenuhi sifat markov, serta mengetahui peluang transisi curah hujan harian pada setiap kecamatan di Kabupaten Sarolangun yang memenuhi sifat markov dan juga mengetahui peluang *steady state* curah hujan harian pada setiap kecamatan di Kabupaten Sarolangun yang memenuhi sifat markov.

Temuan-temuan peneliti harus jadi bahan pertimbangan untuk BMKG (Badan Meteorologi dan Geofisika), Pemerintah Kabupaten Sarolangun, Pemerintah kecamatan dan juga BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) dalam rangka untuk membantu masyarakat di kecamatan-kecamatan Kabupaten Sarolangun supaya bisa lebih waspada kedepannya dengan bencana hidrometeorologi terkhususnya banjir. Berdasarkan yang telah dilampirkan di atas peneliti tertarik untuk melakukan percobaan menganalisis curah hujan harian kedepannya berdasarkan dari data sebelumnya secara matematis. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah membuat model prediksi curah hujan harian pada Seriap di Kabupaten Sarolangun menggunakan Rantai Markov”.

B. Metode Penelitian

Bagian Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder, yaitu peneliti mengambil data yang telah terdokumentasi di BMKG (Kelly, 2024). Data yang digunakan merupakan data curah hujan harian Kabupaten Sarolangun sebanyak 3 bulan. Data curah hujan bersumber dari laporan harian di BMKG Stasiun Klimatologi Muaro Jambi Jln. Jambi-Muaro Bulian Km.18, Simpang Sungai Duren.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah curah hujan harian pada selang waktu 1 Mei hingga 31 Juli 2023 sebanyak 92 data pada 10 titik di Kabupaten Sarolangun yaitu Kecamatan Sarolangun, Kecamatan Limun, Kecamatan Pauh, Kecamatan Singkut, Kecamatan Mandiangin, Kecamatan Air Hitam, Kecamatan Pelawan, Kecamatan Cermin Nan Gadang, Kecamatan Batang Asai, dan Kecamatan Bathin VIII.

Klasifikasi State

State 0 menunjukkan kriteria terendah yaitu tidak hujan. semakin tinggi *state* menunjukkan semakin tinggi kriteria hujan (Mohagheghi, 2024). Adapun pengelompokan *state* yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi State Curah Hujan

<i>State</i>	Kriteria Hujan	Intensitas Hujan
0	Tidak Hujan	0 mm/hari
1	Hujan Ringan	0,1-19,9 mm/hari
2	Hujan Sedang	20,0-49,9 mm/hari
3	Hujan Lebat	≥ 50 mm/hari

Adapun bentuk rancangan interaksi pada *state* curah hujan dalam bentuk tabel 2 yaitu:

Tabel 2. Pola Interaksi Perubahan Curah Hujan

	0	1	2	3
0	P_{00}	P_{01}	P_{02}	P_{03}
1	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}
2	P_{20}	P_{21}	P_{22}	P_{23}
3	P_{30}	P_{31}	P_{32}	P_{33}

Adapun penjelasan dari masing-masing pola interaksi antar *state space* yaitu seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Definisi Peralihan Curah Hujan

Interaksi antar state	Definisi
P_{00}	Peluang tidak hujan hari kemarin dan tetap tidak hujan hari ini
P_{01}	Peluang tidak hujan hari kemarin dan hujan ringan hari ini
P_{02}	Peluang tidak hujan hari kemarin dan hujan sedang hari ini
P_{03}	Peluang tidak hujan hari kemarin dan hujan lebat hari ini
P_{10}	Peluang hujan ringan hari kemarin dan tidak hujan hari ini
P_{11}	Peluang hujan ringan hari kemarin dan hujan ringan hari ini
P_{12}	Peluang hujan ringan hari kemarin dan hujan sedang hari ini
P_{13}	Peluang hujan ringan hari kemarin dan hujan lebat hari ini
P_{20}	Peluang hujan sedang hari kemarin dan tidak hujan hari ini
P_{21}	Peluang hujan sedang hari kemarin dan hujan ringan hari ini
P_{22}	Peluang hujan sedang hari kemarin dan hujan sedang hari ini
P_{23}	Peluang hujan sedang hari kemarin dan hujan lebat hari ini
P_{30}	Peluang hujan lebat hari kemarin dan tidak hujan hari ini
P_{31}	Peluang hujan lebat hari kemarin dan hujan ringan hari ini
P_{32}	Peluang hujan lebat hari kemarin dan hujan sedang hari ini
P_{33}	Peluang hujan lebat hari kemarin dan hujan lebat hari ini

Teknik Analisis Data

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan Data

Pada penelitian ini untuk pengambilan data bersumber dari laporan harian di BMKG Stasiun Klimatologi Muaro Jambi Jln. Jambi-Muaro Bulian

Km.18, Simpang Sungai Duren. Proses pengumpulan data menggunakan teknik analisis dokumen (Bowen, 2009)

2. Analisis Rantai Markov (Afrinaldi, 2020)

a. Menentukan *state*

Pada langkah ini akan menetapkan *state* yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu *state 0*, *state 1*, *state 2* dan *state 3*.

b. Menentukan perpindahan curah hujan dari masing-masing *state*.

c. Menguji data untuk mengetahui sifat markov terpenuhi atau tidak data akan diuji menggunakan uji *Chi-Square*. Jika hasil $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ maka dua variabel yang sedang dikaji tidak saling bebas dapat disimpulkan data memenuhi sifat Markov. Sebelum mendapatkan hasil dari χ^2_{hitung} , terlebih dahulu harus mendapatkan nilai frekuensi harapan (E_{ij}) dengan menggunakan rumus pada persamaan

$$E_{ij} = \frac{(O_{i.} \times O_{.j})}{O_{..}} \quad (1)$$

dengan:

E_{ij} = Frekuensi harapan

$O_{i.}$ = Jumlah frekuensi pada baris

$O_{.j}$ = Jumlah frekuensi pada kolom

$O_{..}$ = Jumlah keseluruhan baris dan kolom

setelah itu untuk memperoleh nilai χ^2_{hitung} digunakan rumus

$$\chi^2_{hitung} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (2)$$

dengan:

χ^2 = Nilai *Chi-Square*

O_{ij} = Frekuensi yang diamati pada baris i kolom j

E_{ij} = Frekuensi yang diharapkan pada baris i kolom j

d. Menghitung nilai peluang perpindahan (transisi)

Nilai peluang perpindahan (transisi) dapat dihitung dengan rumus

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)} \quad \text{dengan } n(S) \neq 0 \quad (3)$$

dengan:

$P(A)$: peluang kejadian A

$n(A)$: banyak anggota peristiwa A

$n(S)$: banyak anggota keseluruhan percobaan

- e. Menghitung peluang transisi n -langkah dengan menggunakan persamaan Chapman-Kolmogorov menggunakan rumus

$$P^{(n)} = P \cdot P^{(n-1)} \quad (4)$$

- f. Menghitung peluang *steady state* dan prediksi curah hujan menggunakan rumus

$$(\pi_0 \quad \pi_1 \quad \pi_2 \quad \pi_3) = (\pi_0 \quad \pi_1 \quad \pi_2 \quad \pi_3) \begin{pmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & P_{03} \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & P_{13} \\ P_{20} & P_{21} & P_{22} & P_{23} \\ P_{30} & P_{31} & P_{32} & P_{33} \end{pmatrix} \quad (5)$$

C. Hasil dan Pembahasan

Bagian Dari 10 kecamatan yaitu Kecamatan Sarolangun, Kecamatan Limun, Kecamatan Pauh, Kecamatan Singkut, Kecamatan Mandiangin, Kecamatan Air Hitam, Kecamatan Pelawan, Kecamatan Cermin Nan Gadang, Kecamatan Batang Asai dan Kecamatan Bathin VIII dalam selang waktu 3 bulan dari 1 Mei hingga 31 Juli 2023. Data curah hujan yang digunakan bersumber dari laporan harian di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dengan banyaknya data yang digunakan yaitu 92 hari. Dari 10 kecamatan yang diteliti setelah melakukan pengujian menggunakan Uji Chi-Square, yang memenuhi kriteria $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ hanya ada 2 kecamatan, Kecamatan Sarolangun dan Kecamatan Batang Asai, maka hanya dua kecamatan tersebutlah yang memenuhi sifat markov.

Kecamatan Sarolangun

Perpindahan intensitas curah hujan yang terjadi selama 1 Mei hingga 31 Juli 2023 untuk Kecamatan Sarolangun dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Frekuensi perpindahan transisi dari state i ke state j Kecamatan Sarolangun

State i	State j				Total
	0	1	2	3	

0	49	12	3	1	65
1	11	3	1	1	16
2	3	0	4	1	8
3	2	0	0	0	2
Total	65	15	8	3	91

Pengujian Sifat Markov

Untuk melihat hasil kriteria terpenuhinya nilai *chi-square* untuk memenuhi sifat markov χ_{hitung}^2 dengan nilai χ_{tabel}^2 dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Chi-Square Kecamatan Sarolangun

χ_{hitung}^2	$\chi_{\alpha}^2 (db = 9)$	Kriteria Terpenuhinya nilai <i>Chi-square</i>
29,77122	16,91898	$\chi_{hitung}^2 > \chi_{\alpha}^2 (db = 9)$

Dikarenakan $\chi_{hitung}^2 > \chi_{\alpha}^2 (db = 9)$, maka dapat disimpulkan bahwa data memenuhi sifat Markov yaitu data curah hujan berturut-turut tidak saling bebas atau dengan kata lain saling berpengaruh.

Berdasarkan nilai dari peluang perpindahan (transisi) dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0,7538 & 0,1846 & 0,0462 & 0,0154 \\ 0,6875 & 0,1875 & 0,0625 & 0,0625 \\ 0,375 & 0 & 0,5 & 0,125 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil dari perkalian matriks diketahui bahwa nilai peluang transisi (perpindahan) pada periode $ke - 1 (P)$ yaitu pada tanggal 1 Mei – 31 Juli 2023 hingga periode ke-11 ($P^{(11)}$) yaitu pada tanggal 7 November 2025 – 6 Februari 2026 masih mengalami perubahan. Tetapi untuk nilai peluang transisi (perpindahan) pada periode ke-12 ($P^{(12)}$) yaitu pada tanggal 7 Februari – 9 Mei 2026 hingga seterusnya akan sama dengan nilai peluang transisi (perpindahan) pada periode ke-11 ($P^{(11)}$).

Dari metode *steady state* diperoleh hasil peluang transisi tetap masing-masing *state* adalah sebagai berikut:

$$[\pi_0, \pi_1, \pi_2, \pi_3] = [0,7180 \quad 0,1630 \quad 0,0867 \quad 0,0321]$$

Kecamatan Batang Asai

Perpindahan intensitas curah hujan yang terjadi selama 1 Mei hingga 31 Juli 2023 untuk Kecamatan Batang Asai dapat dilihat pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Frekuensi perpindahan transisi dari *state i* ke *state j* Kecamatan Batang Asai

State i	State j				Total
	0	1	2	3	
0	40	4	13	0	57
1	10	2	1	0	13
2	6	7	4	2	19
3	1	0	1	0	2
Total	57	13	19	2	91

Pengujian Sifat Markov

Untuk melihat hasil kriteria terpenuhinya nilai *chi-square* untuk memenuhi sifat markov χ_{hitung}^2 dengan nilai χ_{tabel}^2 dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Hasil Uji Chi-Square Kecamatan Batang Asai

χ_{hitung}^2	$\chi_{\alpha}^2 (db = 9)$	Kriteria Terpenuhinya nilai <i>Chi-square</i>
17,5888	16,91898	$\chi_{hitung}^2 > \chi_{\alpha}^2 (db = 9)$

Dikarenakan $\chi_{hitung}^2 > \chi_{\alpha}^2 (db = 9)$, maka dapat disimpulkan bahwa data memenuhi sifat Markov yaitu data curah hujan berturut-turut tidak saling bebas atau dengan kata lain saling berpengaruh.

Berdasarkan nilai dari peluang perpindahan (transisi) dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0,7018 & 0,0701 & 0,2281 & 0 \\ 0,7692 & 0,1538 & 0,0770 & 0 \\ 0,3158 & 0,3684 & 0,2105 & 0,1053 \\ 0,5 & 0 & 0,5 & 0 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil dari perkalian matriks tersebut, diketahui bahwa nilai peluang transisi (perpindahan) pada periode ke-1 (P) yaitu pada tanggal 1 Mei – 31 Juli 2023 hingga periode ke-6 ($P^{(6)}$) yaitu pada tanggal 4 Agustus 2024 – 3 November 2024 masih mengalami perubahan. Tetapi untuk nilai peluang transisi (perpindahan) pada periode ke-7 ($P^{(7)}$) yaitu pada tanggal 4 November 2024 – 3 Februari 2025 hingga seterusnya akan sama dengan nilai peluang transisi (perpindahan) pada periode ke-6 ($P^{(6)}$).

Dari metode *steady state* diperoleh hasil peluang transisi tetap masing-masing *state* adalah sebagai berikut:

$$[\pi_0, \pi_1, \pi_2, \pi_3] = [0,6263 \quad 0,1428 \quad 0,2088 \quad 0,0220]$$

D. Simpulan

Setelah dilakukan Uji Chi-Square pada 10 Kecamatan yang ada di Kabupaten Sarolangun maka didapatkan hasil bahwa hanya 2 Kecamatan yang memenuhi sifat Markov yaitu Kecamatan Sarolangun dan Kecamatan Batang Asai. Peluang transisi curah hujan harian pada Kecamatan di Kabupaten Sarolangun yang memenuhi sifat markov: 1) Didapatkan hasil Peluang transisi (perpindahan) Kecamatan Sarolangun pada hari ini tidak hujan ke besok juga tidak hujan yaitu sebesar 75,38%; hari ini tidak hujan ke besok hujan ringan yaitu sebesar 18,46%; hari ini tidak hujan ke besok hujan sedang yaitu sebesar 4,62% dan juga hari ini tidak hujan ke besok hujan lebat yaitu sebesar 1,54%. Peluang transisi (perpindahan) hari ini hujan ringan ke besok tidak hujan yaitu sebesar 68,75%; hari ini hujan ringan ke besok hujan ringan yaitu sebesar 18,75%; hari ini hujan ringan ke besok hujan sedang yaitu sebesar 6,25% dan juga hari ini hujan ringan ke besok hujan lebat yaitu sebesar 6,25%. Peluang transisi (perpindahan) hari ini hujan sedang ke besok tidak hujan yaitu sebesar 3,75; hari ini hujan sedang ke besok hujan ringan yaitu sebesar 0%; hari ini hujan sedang ke besok hujan sedang yaitu sebesar 5% dan juga hari ini hujan sedang ke besok hujan lebat yaitu sebesar 1,25%. Peluang transisi (perpindahan) hari ini hujan lebat ke besok tidak hujan yaitu 100%; serta hujan lebat ke besok hujan ringan, hujan sedang dan hujan lebat yaitu masing-masing 0%. 2) Didapatkan hasil Peluang transisi (perpindahan) Kecamatan Batang Asai pada hari ini tidak hujan ke besok juga tidak hujan yaitu sebesar 70,18%; hari ini tidak hujan ke besok hujan ringan yaitu sebesar 7,01%; hari ini tidak hujan dan besok hujan sedang yaitu sebesar 22,81% dan juga hari ini tidak hujan ke besok hujan lebat yaitu sebesar 0%. Peluang transisi (perpindahan) hari ini hujan ringan ke besok tidak hujan yaitu sebesar 76,92%; hari ini hujan ringan ke besok hujan ringan yaitu sebesar 15,38%; hari ini hujan ringan ke besok hujan sedang yaitu sebesar 7,70% dan juga hari ini hujan ringan ke besok hujan lebat yaitu sebesar 0%. Peluang transisi (perpindahan) hari ini hujan sedang ke besok tidak hujan yaitu sebesar 31,58; hari ini hujan sedang ke besok hujan ringan yaitu sebesar 36,84%; hari ini hujan sedang ke besok hujan sedang yaitu sebesar 21,05% dan juga hari ini hujan sedang ke besok hujan lebat yaitu sebesar 10,53%. Peluang transisi (perpindahan) hari ini hujan lebat ke besok tidak hujan yaitu sebesar 5%; hari ini hujan lebat ke besok hujan ringan yaitu sebesar 0%; hari ini hujan lebat ke besok hujan sedang yaitu sebesar 5% dan juga besok hujan lebat ke besok hujan lebat yaitu sebesar 0%. Sementara kondisi steady state pada Kecamatan di Kabupaten Sarolangun yang memenuhi sifat markov: 1) Peluang transisi (perpindahan) di Kecamatan Sarolangun mencapai kondisi *steady state* pada periode ke-12 dengan peluang untuk masing-masing *state* pada kondisi *steady state* hari ini tidak hujan yaitu sebesar 0,7180 atau 71,80%; peluang pada kondisi *steady state* hari hujan ringan yaitu sebesar 0,1631 atau 16,31%; peluang pada kondisi *steady state* hari hujan sedang yaitu sebesar 0,0867 atau 8,67% dan peluang pada kondisi *steady state* hari hujan lebat yaitu sebesar 0,0321 atau 3,21%; 2) Peluang

transisi (perpindahan) di Kecamatan Batang Asai mencapai kondisi *steady state* pada periode ke-7 dengan peluang untuk masing-masing *state* pada kondisi *steady state* hari ini tidak hujan yaitu sebesar 0,6263 atau 62,63%; peluang pada kondisi *steady state* hari hujan ringan yaitu sebesar 0,1428 atau 14,28%; peluang pada kondisi *steady state* hari hujan sedang yaitu sebesar 0,2088 atau 20,88% dan peluang pada kondisi *steady state* hari hujan lebat yaitu sebesar 0,0220 atau 2,20%.

E. Daftar Pustaka

- Afrinaldi, F. (2020). Exploring product Lifecycle using Markov-Chain. *Pocedia Manufacturing*. 43, 391-398. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.196>
- Ali, M., Deo, R. C., Downs, N. J. dan Maraseni, T. (2020). Monthly rainfall forecasting with Markov Chain Monte Carlo simulations integrated with statistical bivariate copulas. London: Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816514-0.00003-5>
- Asyrofi, A., Anggraini, I., dan Soemarsono, A.R. (2023). Penerapan Metode rantai Markov Waktu Diskrit dalam Estimasi Perpindahan Penggunaan Merek Smartphone di Balikpapan. *Jurnal Ilmu Dasar*. 24(2), 1590168.
- Azizah, A., Welastika, R., Falah, A. N., Ruchjana, B. N., dan Abdullah, A. S. (2019). An Application of Markov Chain for Predicting Rainfall Data at West Java using Data Mining Approach, IOP Conference Series: Earth Environ. Sci. 303 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/303/1/012026>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2023). Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI). Artikel BNPB *Official Website*, diakses pada 4 Mei (2023). <https://dibi.bnpb.go.id/>
- Bowen, G. (2009). Document Analysis as A Qualitative Research Method. *Qualitative Research Journal*. 9(2), Pp. 27-40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Hajani, E. dan Sarma, G. (2023). Generation of rainfall data series by using the Markov Chain model in three selected sites in the Kurdistan Region, Iraq, *AI in Civil Engineering*. 2(5). <https://doi.org/10.1007/s43503-023-00014-2>
- Ham, L., Coomer, M. A., Grima, R. Dan Stumpf, M. P. H. (2024). A Stochastic Vs Deterministic Perspective on The Timing of Cellular Events. *Nature Communications*, 5286 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-49624-z>
- Ihsan, H., Sanusi, W., dan Hasriani. (2019). Peramalan Pola Curah Hujan di Kota Makassar Menggunakan Model Rantai Markov. *Journal of Mathematics, Computations and Statistics*. 2(1), 19-30.
- Kelly, M. M., Peters, T. M. dan Farber, J. S. (2024). Secondary Data Analysis: Using existing data to answer new questions, 38 (4), 615-618. <https://doi.org/10.1016/j.pedhc.2024.03.005>

- Kemsley, S. W., Osborn, T. J., Dorling, S. R., Wallace, C., dan Parker, J. (2021). Selecting Markov Chain Orders for Generating Daily Precipitation Series Across Different Köppen Climate Regimes, *International Journal of Climatology* 41(14) Pp. 6223-6237. <https://doi.org/10.1002/joc.7175>
- Lee, M. H. dan Chen, Y. J. (2021). Precipitation Modeling for Extreme Weather Based on Sparse Hybrid Machine Learning and Markov Chain Random Field in a Multi-Scale Subspace. *Water* 13(9), Pp. 1241. <https://doi.org/10.3390/w13091241>
- Lee, Y. K., Kim, H. S., Kim, J. E. E., Choi, Y. S. dan Yoo, C. (2022). Markov Chain Analysis of Rainfall over East Asia: Unusual Frequency, Persistence, and Entropy in the Summer 2020. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*. 58, 281-291. <https://doi.org/10.1007/s13143-021-00255-0>
- Mohagheghi, M. (2024). State ordering and classification for analyzing non-sparse large Markov models. *The Journal of Supercomputing*. 80, 26140-26170. <https://doi.org/10.1007/s11227-024-06446-6>
- Noverina, S. (2022). Penerapan Metode Markov Chain untuk Menentukan Pola Hujan di Kabupaten Kerinci. *Skripsi*. Universitas Jambi.
- Rofiroh, Firdaus, F.D.N., dan Salim. (2020). Aplikasi Rantai Markov pada Prediksi Hari Bersalju di Beberapa Kota Amerika Serikat. *STATMAT (Jurnal Statistika dan Matematika)*. 2(2), 13-41. <https://doi.org/10.32493/sm.v2i2.5435>
- Sasake, S., Lesnussa, Y.A., dan Wattimena, A.Z. (2021). Peramalan Cuaa Menggunakan Metode Rantai Markov. *Jurnal Matematika*. 11(1). <https://doi.org/10.24843/JMAT.2021.v11.i01.p131>
- Taylor, H.M., and Samuel, K. (1998). *An Introduction to Stochastic Modeling*, San Diego: Academic Press
- Tukidi, T. (2010). Karakter Curah Hujan di Indonesia, *Jurnal Geografi*, 7(2), 136-145
- Wuskon, A.M., dan Nizar, M. (2017). Pendekatan Rantai Markov dalam penelitian universitas di pasuruan. *Jurnal Knowledge Industrial Engineering*. 4(1), 63-70.