

---

# Analisis Peluang Steady State pada Kasus Covid-19 di Indonesia Menggunakan Rantai Markov

Ika Pratiwi Haya<sup>1\*</sup>, Andi Kresna Jaya<sup>2</sup>, Nurtiti Sunusi<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Departemen Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Hasanuddin, Makassar, 90245, Indonesia

\* Corresponding author, email: pratiwiika46@gmail.com

## Abstract

Covid-19 in Indonesia began to be recorded on March 2, 2020 with the number of positive patient cases as many as 2 people with the passage of time Covid-19 cases in Indonesia are always increasing. To see the development of Covid-19 cases in the future period, the opportunity for the number of Covid-19 cases can be used using the Markov chain. The Markov chain method is carried out using a transition probability matrix which is seen from the number of additions to positive Covid-19 patients in a steady state or a situation for a long period of time. Based on the results of the range of additions to the number of positive cases of Covid-19, 6 states were used. Furthermore, the calculation of the Markov Chain in the stationary state of Covid-19 cases in Indonesia after 328 days or 11 months obtained the probability of each state, namely state 1 of 0.0005, state 2 of 0.0069, state 3 of 0.1707, state 4 of 0.1462, state 5 of 0.1884, and state 6 is 0.4873. Prediction of the addition of positive Covid-19 patients obtained results as many as 2058 patients in state 5 for July 1, 2022 with actual data as many as 2049 patients.

**Keywords:** Covid-19, Increase of Positive Cases Covid-19, Markov Chain, Prediction, Stationary.

## Abstrak

Covid-19 di Indonesia mulai tercatat pada tanggal 2 Maret 2020 dengan jumlah kasus pasien positif sebanyak 2 orang dan seiring berjalannya waktu kasus Covid-19 di Indonesia selalu meningkat. Untuk melihat perkembangan kasus Covid-19 periode ke depannya dapat digunakan peluang jumlah kasus Covid-19 menggunakan rantai markov. Metode rantai markov dilakukan menggunakan matriks peluang transisi yang dilihat dari jumlah penambahan pasien positif Covid-19 pada keadaan stasioner atau keadaan pada jangka waktu yang lama. Berdasarkan hasil range penambahan jumlah kasus positif Covid-19 terbentuk 6 state yang digunakan. Selanjutnya perhitungan Rantai Markov pada keadaan stasioner kasus Covid-19 di Indonesia setelah 328 hari atau 11 bulan diperoleh peluang masing-masing state yaitu state 1 sebesar 0.0005, state 2 sebesar 0.0069, state 3 sebesar 0.1707, state 4 sebesar 0.1462, state 5 sebesar 0.1884, dan state 6 sebesar 0.4873. Prediksi penambahan pasien positif Covid-19 diperoleh hasil sebanyak 2058 pasien pada state 5 untuk tanggal 1 Juli 2022 dengan data aktual sebanyak 2049 pasien.

**Kata kunci:** Covid-19, Penambahan Pasien Positif Covid-19, Rantai Markov, Stasioner.

## 1. Pendahuluan

Di Indonesia kasus Covid-19 mulai tercatat pada tanggal 2 Maret 2020 dengan jumlah kasus pasien positif sebanyak 2 orang. Selanjutnya pada tanggal 11 Maret 2020, tercatat pasien sembuh dan meninggal sebanyak 2 orang. Dalam kurun waktu kurang dari enam bulan sejak diumumkan pertama kali, kasus positif Covid-19 di Indonesia

sudah mencapai 100.000. Sehingga Pemerintah memberlakukan Pembatasan Sosial Berskala Besar untuk mencegah penyebaran Covid-19 semakin luas ke depannya. Dengan melihat keadaan tersebut, dibutuhkan analisis untuk perkembangan kasus Covid-19 dengan melihat peluang jumlah kasus Covid-19 periode ke depannya.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melihat perkembangan peluang jumlah kasus Covid-19 periode ke depan adalah Rantai Markov [5]. Rantai markov adalah suatu teknik dalam proses stokastik yang biasa digunakan untuk melakukan pemodelan suatu proses dari kejadian acak. Teknik ini dapat digunakan memperkirakan perubahan di waktu yang akan datang dalam variabel dinamis atas dasar perubahan dari variabel dinamis di waktu lampau. Teknik ini juga dapat digunakan untuk analisa kejadian di waktu yang akan datang secara matematis [8].

Terkait dengan kasus Covid-19 beberapa peneliti telah melakukan kajian tentang hal tersebut, antara lain Aritonang, dkk (2020) membahas bagaimana penambahan pasien Covid-19 di Indonesia. Penelitian lain tentang Covid dilakukan oleh Bustan, dkk (2021) yang membahas bagaimana penyebaran Covid-19 di Sulawesi Selatan. Para peneliti tersebut menggunakan Rantai Markov dengan hasil yang bervariasi. Aritonang menggunakan skala interval penambahan pasien Covid-19 sebagai state untuk memprediksi penambahan pasien Covid-19 [2] dan Bustan menggunakan jumlah kasus positif tiap kota di Sulawesi Selatan sebagai peluang transisinya untuk melihat penyebaran Covid-19 [3]. Maka dari itu, penulis ingin mengkaji pemodelan kasus Covid-19 harian untuk jumlah penambahan pasien positif menggunakan Rantai Markov dengan menggunakan skala interval penambahan pasien harian sebagai state untuk mengestimasi keadaan di masa mendatang sampai keadaan Steady state.

## 2. Metodologi

### 2.1 Data Penelitian

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data penambahan pasien positif covid-19 Indonesia per harinya. Data yang digunakan mulai dari 11 Maret 2020 – 30 Juni 2022 yang diperoleh dari *corona statistic* yang dibuat oleh Rhesa Austen yang diperoleh dari website resmi Covid-19. Berikut pada tabel 2.1 ditampilkan rincian data kasus positif covid-19 dari sumber yang didapatkan.

**Tabel 2.1** Data Harian Kasus Positif Covid-19

No	Tanggal	Kasus Positif (Orang)
1	11 Maret 2020	7
2	12 Maret 2020	0
3	13 Maret 2020	35
4	14 Maret 2020	27
5	15 Maret 2020	21

6	16 Maret 2020	17
7	17 Maret 2020	38
8	18 Maret 2020	55
9	19 Maret 2020	82
⋮	⋮	⋮
840	28 Juni 2022	2167
841	29 Juni 2022	2149
842	30 Juni 2022	2248

Dari data penelitian tersebut dibagi menjadi empat periode waktu. Yang pertama bulan Maret 2020 – Desember 2020, yang kedua bulan Maret 2020 – Juni 2021, yang ketiga Maret 2020 – Desember 2021, dan yang terakhir Maret 2020 – Juni 2022. Setelahnya dibentuk 6 keadaan atau state yang digunakan berdasarkan interval jumlah pasien positif covid-19 yang akan ditampilkan pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2** *Range* Penambahan Jumlah Pasien Covid-19

<i>State</i>	<b>Range Jumlah Penambahan Pasien (Orang)</b>
1	0
2	1 – 100
3	101 – 500
4	501 – 1500
5	1501 – 4000
6	$\geq 4001$

## 2.2 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode Rantai Markov dengan bantuan Microsoft excel dalam pengerjaan analisis data. Berikut langkah analisis data positif covid-19 di Indonesia sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data kasus positif dan kasus sembuh setiap hari yang digunakan dari tanggal 11 Maret 2020 – 30 Juni 2020.
2. Memberikan rentang untuk *state* yang digunakan yaitu sebanyak **6** *state* pada tabel 2.2.
3. Mengelompokkan data sesuai dengan *state* yang telah ditentukan yang ditampilkan pada tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Data Penambahan Pasien Covid-19 Setelah Dikelompokkan Berdasarkan State

No	Tanggal	Kasus Positif (Orang)	State
1	11 Maret 2020	7	2
2	12 Maret 2020	0	1
3	13 Maret 2020	35	2
4	14 Maret 2020	27	2
5	15 Maret 2020	21	2
6	16 Maret 2020	17	2
7	17 Maret 2020	38	2
8	18 Maret 2020	55	2
9	19 Maret 2020	82	2
⋮	⋮	⋮	⋮
840	28 Juni 2022	2167	5
841	29 Juni 2022	2149	5
842	30 Juni 2022	2248	5

4. Menyusun matriks frekuensi transisi berdasarkan *state* yang digunakan.

$$F = \begin{pmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1m} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & \cdots & f_{mm} \end{pmatrix}, \text{ dengan } m \text{ adalah banyaknya } state$$

5. Menghitung matriks peluang transisi [7].

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1m} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & p_{m2} & \cdots & p_{mm} \end{pmatrix}, \text{ dengan } m \text{ adalah banyaknya } state$$

$$P_{ij} = \begin{cases} \frac{f_{ij}}{\sum_{j=1}^m f_{ij}}, & \text{jika } \sum_{j=1}^m f_{ij} \neq 0 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.1)$$

6. Menghitung peluang untuk di masa yang akan datang.  
7. Menghitung peluang transisi sampai keadaan stasioner dengan menggunakan persamaan Chapman Kolmogorov [2].

$$P_{ij}^n = \sum_{k=0}^{\infty} P_{ik}^m P_{kj}^{(n-m)} \quad (2.2)$$

- $P_{ij}^n$  = Peluang bahwa rantai markov akan bergerak dari keadaan  $i$  ke keadaan  $j$  dalam  $(n)$  langkah dengan diketahui bahwa sebelumnya telah berada dalam keadaan  $i$ .
- $P_{ik}^m$  = Peluang bahwa rantai markov akan bergerak dari keadaan  $i$  ke keadaan  $k$  dalam  $(m)$  langkah dan diketahui bahwa sebelumnya telah berada dalam keadaan  $i$ .
- $P_{kj}^{(n-m)}$  = Peluang bahwa rantai markov akan bergerak dari keadaan  $k$  ke keadaan  $j$  dalam  $(n-m)$  langkah dan diketahui bahwa sebelumnya telah berada dalam keadaan  $k$ .

8. Menghitung besar prediksi kasus Covid-19.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Peluang Transisi

Pada tabel 2.3 sudah dikelompokkan data sesuai state yang digunakan maka dari itu dapat ditentukan frekuensi transisi penambahan pasien positif covid-19 dari masing-masing periode.

**Tabel 3.1** Frekuensi Transisi Periode Maret 2020 – Desember 2020

	<b>State 1</b>	<b>State 2</b>	<b>State 3</b>	<b>State 4</b>	<b>State 5</b>	<b>State 6</b>
<b>State 1</b>	0	1	0	0	0	0
<b>State 2</b>	1	10	1	0	0	0
<b>State 3</b>	0	0	50	6	0	0
<b>State 4</b>	0	0	5	40	6	0
<b>State 5</b>	0	0	0	5	82	11
<b>State 6</b>	0	0	0	0	10	67

**Tabel 3.2** Frekuensi Transisi Periode Maret 2020 – Juni 2021

	<b>State 1</b>	<b>State 2</b>	<b>State 3</b>	<b>State 4</b>	<b>State 5</b>	<b>State 6</b>
<b>State 1</b>	0	1	0	0	0	0
<b>State 2</b>	1	10	1	0	0	0
<b>State 3</b>	0	0	50	6	0	0
<b>State 4</b>	0	0	5	40	6	0
<b>State 5</b>	0	0	0	5	85	14
<b>State 6</b>	0	0	0	0	13	239

**Tabel 3.3** Frekuensi Transisi Periode Maret 2020 – Desember 2021

	<b>State 1</b>	<b>State 2</b>	<b>State 3</b>	<b>State 4</b>	<b>State 5</b>	<b>State 6</b>
<b>State 1</b>	0	1	0	0	0	0

State 2	1	10	2	0	0	0
State 3	0	1	101	9	0	0
State 4	0	0	9	70	7	0
State 5	0	0	0	7	100	15
State 6	0	0	0	0	15	312

**Tabel 3.4** Frekuensi Transisi Periode Maret 2020 – Juni 2022

	State 1	State 2	State 3	State 4	State 5	State 6
State 1	0	1	0	0	0	0
State 2	1	10	2	0	0	0
State 3	0	1	146	14	0	0
State 4	0	0	13	104	11	0
State 5	0	0	0	10	124	16
State 6	0	0	0	0	16	372

Berdasarkan tabel frekuensi transisi yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 sampai Tabel 3.4 selanjutnya dapat dibentuk matriks peluang transisi  $P$  untuk masing-masing periodenya.

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0833 & 0.8333 & 0.0833 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.8929 & 0.1071 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.098 & 0.7843 & 0.1176 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.051 & 0.8367 & 0.1122 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1299 & 0.8701 \end{bmatrix} \\
 P_2 &= \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0833 & 0.8333 & 0.0833 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.8929 & 0.1071 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.098 & 0.7843 & 0.1176 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.0481 & 0.8173 & 0.1346 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0516 & 0.9484 \end{bmatrix} \\
 P_3 &= \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0769 & 0.7692 & 0.1538 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.009 & 0.9099 & 0.0811 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1047 & 0.814 & 0.0814 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.0574 & 0.8197 & 0.123 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0459 & 0.9541 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

$$P_4 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0769 & 0.7692 & 0.1538 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.0062 & 0.9068 & 0.0870 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1016 & 0.8125 & 0.0859 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.0667 & 0.8267 & 0.1067 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0412 & 0.9588 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan matriks peluang transisi pasien positif covid-19 dapat dianalisis klasifikasi state rantai markov dari keempat rantai markov. Bahwa pada periode pertama dan kedua tidak memenuhi sifat reccurent state yaitu pada state 1 dan state 2 bersifat transient yang artinya pada peluang steady state nantinya tidak memiliki nilai peluang. Sehingga dapat dilanjutkan menganalisis keadaan steady state rantai markov dengan bantuan Microsoft excel didapatkan steady state untuk tiap statenya pada kasus harian pasien positif covid-19 sebagai berikut:

### 3.2 Peluang Steady State

$$P_1^{183} = [0 \quad 0 \quad 0.1473 \quad 0.1609 \quad 0.3711 \quad 0.3207]$$

$$P_2^{252} = [0 \quad 0 \quad 0.0851 \quad 0.0930 \quad 0.2277 \quad 0.5941]$$

$$P_3^{352} = [0.0008 \quad 0.01 \quad 0.17 \quad 0.1317 \quad 0.1868 \quad 0.5008]$$

$$P_4^{328} = [0.0005 \quad 0.0069 \quad 0.1707 \quad 0.1462 \quad 0.1884 \quad 0.4873]$$

Menurut hasil perhitungan pada periode pertama penambahan pasien positif akan mengalami keadaan steady state pada saat  $n = 183$  artinya untuk penambahan pasien positif periode Maret 2020 – Desember 2020 akan stabil pada saat setelah 183 hari atau 6 bulan. Pada periode kedua penambahan pasien positif akan mengalami keadaan steady state pada saat  $n = 252$  artinya untuk penambahan pasien positif periode Maret 2020 – Juni 2021 akan stabil pada saat setelah 252 hari atau 8 bulan. Periode ketiga penambahan pasien positif akan mengalami keadaan steady state pada saat  $n = 352$  artinya untuk penambahan pasien positif periode Maret 2020 – Desember 2021 akan stabil pada saat setelah 352 hari atau 1 tahun. Periode keempat penambahan pasien positif akan mengalami keadaan steady state pada saat  $n = 328$  artinya untuk penambahan pasien positif periode Maret 2020 – Juni 2022 akan stabil pada saat setelah 328 hari atau 11 bulan.

Pada periode pertama dan kedua dapat dilihat bahwa state 1 dan state 2 tidak memiliki nilai peluang saat keadaan steady state yang artinya tidak ada penambahan pasien positif covid-19 di rentang 0 – 100 orang. Dan dari keempat periode peluang tertinggi berada pada state 6 dengan penambahan pasien positif covid-19 di rentang lebih dari 4001 orang.

### 3.3 Prediksi di Waktu Mendatang

Selanjutnya memprediksi untuk tanggal 1 Juli 2022 dengan data aktual penambahan pasien positif sebanyak 2049 orang. Dari keempat periode untuk memprediksi di tanggal tersebut membutuhkan peluang transisi masing-masing. Periode pertama sebanyak 547 transisi, periode kedua 366 transisi, periode ketiga 182 transisi, dan periode keempat 2 transisi berikut matriks peluang transisinya.

$$P_1^{547} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.1473 & 0.1609 & 0.3711 & 0.3207 \\ 0 & 0 & 0.1473 & 0.1609 & 0.3711 & 0.3207 \\ 0 & 0 & 0.1473 & 0.1609 & 0.3711 & 0.3207 \\ 0 & 0 & 0.1473 & 0.1609 & 0.3711 & 0.3207 \\ 0 & 0 & 0.1473 & 0.1609 & 0.3711 & 0.3207 \\ 0 & 0 & 0.1473 & 0.1609 & 0.3711 & 0.3207 \end{bmatrix}$$

$$P_2^{366} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.0851 & 0.0930 & 0.2277 & 0.5941 \\ 0 & 0 & 0.0851 & 0.0930 & 0.2277 & 0.5941 \\ 0 & 0 & 0.0851 & 0.0930 & 0.2277 & 0.5941 \\ 0 & 0 & 0.0851 & 0.0930 & 0.2277 & 0.5941 \\ 0 & 0 & 0.0851 & 0.0930 & 0.2277 & 0.5941 \\ 0 & 0 & 0.0851 & 0.0930 & 0.2277 & 0.5941 \end{bmatrix}$$

$$P_3^{182} = \begin{bmatrix} 0.0006 & 0.008 & 0.1375 & 0.1208 & 0.1995 & 0.5336 \\ 0.0006 & 0.008 & 0.1375 & 0.1208 & 0.1995 & 0.5337 \\ 0.0006 & 0.0079 & 0.1373 & 0.1207 & 0.1995 & 0.5339 \\ 0.0006 & 0.0079 & 0.1371 & 0.1206 & 0.1995 & 0.5342 \\ 0.0006 & 0.0079 & 0.1368 & 0.1204 & 0.1996 & 0.5347 \\ 0.0006 & 0.0079 & 0.1366 & 0.1204 & 0.1996 & 0.5350 \end{bmatrix}$$

$$P_4^2 = \begin{bmatrix} 0.0769 & 0.7692 & 0.1538 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0592 & 0.6696 & 0.2579 & 0.0134 & 0 & 0 \\ 0.0005 & 0.0104 & 0.8321 & 0.1495 & 0.0075 & 0 \\ 0 & 0.0006 & 0.1746 & 0.6747 & 0.1409 & 0.0092 \\ 0 & 0 & 0.0068 & 0.1093 & 0.6935 & 0.1904 \\ 0 & 0 & 0 & 0.0027 & 0.0736 & 0.9236 \end{bmatrix}$$

Untuk menghitung prediksi menggunakan data aktual dikalikan dengan hasil jumlah kolom tiap statenya sehingga akan ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

**Tabel 3.5** Prediksi Penambahan Pasien Positif Periode Pertama

Periode	State	Jumlah Nilai Peluang	Data actual 31 Des 2020 8074
$P_1$	1	0	0
	2	0	0



3	0.8836	7134
4	0.9656	7796
5	2.2265	17976
6	1.9243	15536

**Tabel 3.6** Prediksi Penambahan Pasien Positif Periode Kedua

Periode	State	Jumlah Nilai Peluang	Data actual 30 Juni 2021 21807
$P_2$	1	0	0
	2	0	0
	3	0.5109	11141
	4	0.5583	12174
	5	1.3661	29790
	6	3.5648	77737

**Tabel 3.7** Prediksi Penambahan Pasien Positif Periode Ketiga

Periode	State	Jumlah Nilai Peluang	Data actual 31 Des 2021 180
$P_3$	1	0.0036	1
	2	0.0476	8
	3	0.8228	148
	4	0.7237	130
	5	1.1972	215
	6	3.2051	576

**Tabel 3.8** Prediksi Penambahan Pasien Positif Periode Keempat

Periode	State	Jumlah Nilai Peluang	Data actual 30 Juni 2022 2248
$P_4$	1	0.1366	307
	2	1.4499	3259
	3	1.4252	3203
	4	0.9496	2134
	5	0.9155	2058
	6	1.1232	2524

Pada tanggal 1 juli 2022 memiliki nilai jumlah penambahan pasien positif sebanyak 2049 pasien yang merupakan bagian *state* 5. Dari masing-masing periode yang

ditampilkan pada tabel 6 sampai tabel 10 dapat disimpulkan bahwa pada periode pertama tanggal 31 Desember 2020 memiliki nilai jumlah penambahan pasien positif sebanyak 8074 pasien termasuk pada *state* 6 sehingga pada prediksi dengan nilai peluang tertinggi pada peluang transisinya  $P_1$  berada pada *state* 5 sebesar 0.3711 dengan jumlah pasien sebanyak 17976 pasien. Pada periode kedua tanggal 30 Juni 2021 memiliki nilai jumlah penambahan pasien positif sebanyak 21807 pasien termasuk pada *state* 6 sehingga pada prediksi dengan nilai peluang tertinggi pada peluang transisi  $P_2$  berada pada *state* 6 sebesar 0.5941 dengan prediksi 77737 pasien. Pada periode ketiga penambahan pasien positif sebanyak 180 pasien yang termasuk *state* 3 dan pada peluang transisinya  $P_3$  menunjukkan hasil yang berbeda.  $P_{31}$  sebesar 0.0006,  $P_{32}$  sebesar 0.0079,  $P_{33}$  sebesar 0.1373,  $P_{34}$  sebesar 0.1207,  $P_{35}$  sebesar 0.1995,  $P_{36}$  sebesar 0.5339. Nilai peluang terbesar berada pada *state* 6 dengan prediksi 576 pasien. Pada periode keempat penambahan pasien sebanyak 2248 berada pada *state* 5 dan pada peluang transisinya  $P_4$  nilai tiap *statenya* berbeda. Untuk  $P_{51}$  dan  $P_{52}$  tidak ada nilai peluangnya,  $P_{53}$  sebesar 0.0006,  $P_{54}$  sebesar 0.1093,  $P_{55}$  sebesar 0.6935, dan  $P_{56}$  sebesar 0.1904. Dari keenam hasil tersebut nilai peluang terbesar berada pada *state* 5 dengan prediksi 2058 pasien. Sehingga dari keempat periode yang paling mendekati prediksi data aktual sebanyak 2049 pasien yaitu periode keempat dengan prediksi sebanyak 2058 pasien.

#### **4. Kesimpulan**

Peluang steady state penambahan pasien positif pada periode pertama membutuhkan 183 transisi untuk mencapai keadaan steady state dan periode kedua membutuhkan 252 transisi dengan *state* 1 dan *state* 2 tidak memiliki nilai peluang yang artinya pada periode pertama dan kedua tidak ada penambahan pasien positif di rentang 0 – 100 orang untuk waktu yang akan datang. Periode ketiga membutuhkan 352 transisi dan periode keempat membutuhkan 328 transisi untuk mencapai keadaan steady state artinya untuk periode ketiga akan stabil pada saat setelah 352 hari atau 1 tahun dan periode keempat akan stabil pada saat setelah 328 hari atau 11 bulan dengan peluang tertinggi berada pada *state* 6 yaitu penambahan pasien positif lebih dari 4001 orang.

Prediksi penambahan pasien positif covid-19 dari keempat periode menunjukkan bahwa periode keempat yang paling mendekati dengan data aktual dengan prediksi sebanyak 2058 pasien dengan data aktual sebanyak 2049.

#### **Daftar Pustaka**

- [1] Anton H., Rorres C. (2005). *Aljabar Linear Elementer*. Jakarta: Erlangga.
- [2] Aritonang, K., dkk. (2020). Analisis Penambahan Pasien COVID-19 di Indonesia Menggunakan Metode Rantai Markov. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(2), 69-76.

- [3] Bustan, M. N., dkk. Analisis Peluang Penyebaran Covid-19 Menggunakan Rantai Markov Di Sulawesi Selatan. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its application on Teaching and Research*, 3(2), 102-110.
- [4] Langi, Y. A. (2011). Penentuan Klasifikasi *State* pada Rantai Markov dengan Menggunakan Nilai Eigen dari Matriks Peluang Transisi. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(1), 124-130.
- [5] Novianti, A., dkk. (2021). Analisis Peluang Naiknya Kasus COVID-19 Provinsi di Pulau Jawa dengan Pendekatan Rantai Markov. *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 5(2), 230-242.
- [6] Pishro-Nik, H. (2016). Introduction to probability, statistics, and random processes.
- [7] Ross, S. M. (2010). *Introduction to Probability Models 10th edition Academic Press*.
- [8] Rosyidi, dkk. (2012). Analisis loyalitas merek pada produk sepeda motor menggunakan markov chains. *Inasea*, 13(1), 62-63.