

ANALISIS KASUS COVID-19 DI PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT MENGUNAKAN METODE RANTAI MARKOV

Attina Ulansari¹, Mustika Hadijati², Dara Puspita Anggraeni³, Lisa Harsyiah⁴

^{1,2,4} Prodi Matematika, FMIPA, Universitas Mataram, Mataram

³ Prodi Matematika, FMIPA, Universitas Nahdlatul Wathan Mataram, Mataram

e-mail: ¹ attinaus@gmail.com, ² mustika.hadijati@unram.ac.id, ³ darapuspita.anggraeni@unwmataram.ac.id,

⁴ lisa_harsyiah@unram.ac.id

Abstrak

Wabah pandemi yang disebabkan oleh *Coronavirus Disease-19* (Covid-19) pertama kali ditemukan di Provinsi Wuhan, China pada bulan Desember 2019 secara cepat menginfeksi negara-negara lainnya. Dampak dari Covid-19 dapat dirasakan pada berbagai aspek dalam kehidupan berupa ketidakstabilan terutama pada bidang sosial, ekonomi serta pendidikan sehingga dibutuhkan upaya pencegahan dari banyaknya kasus positif. Metode yang digunakan adalah metode Rantai Markov dimana metode ini memanfaatkan data historis dari kasus Covid 19. Metode ini dapat menjelaskan peluang kejadian secara bertahap atau per-*state*. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan bentuk matriks peluang transisi serta memprediksi peluang kejadian Covid 19. Data yang digunakan adalah data kasus positif, sembuh dan meninggal dari Covid 19, dimulai dari tanggal 14 Januari sampai dengan 23 April 2021. Adapun diperoleh matriks peluang transisi untuk masing-masing kasus Covid 19 serta didapatkan nilai peluang tertinggi pada keadaan *steady state* untuk kasus pasien positif adalah sebesar 39,496% berada pada *state* 3, pada kasus pasien sembuh memiliki nilai peluang 33,088% berada pada *state* 2 dan untuk kasus pasien meninggal memiliki nilai peluang 41,414% berada dalam *state* 1.

Kata Kunci: Covid-19, Peluang, Metode Rantai Markov, Steady State

Abstract

The pandemic outbreak caused by Coronavirus Disease-19 (Covid-19) was first discovered in Wuhan, China, in December 2019, which quickly infected the other countries. The impact of Covid-19 can be felt in various aspects of life in the form of instability, especially in the social, economic and educational fields, which is why efforts are needed to prevent the number of positive cases. The method used is the Markov Chain method where it utilizes historical data from Covid-19 cases. This method can explain the probability of occurrence in stages or per state. The purpose of this research is to determine the shape of the transition opportunity matrix and predict the probability of the occurrence of Covid-19. The data used is the data on positive cases, recovered and died from Covid-19, starting from January 14 to April 23, 2021. The transition probability matrix for each Covid-19 case was obtained and the highest probability value in the steady state for positive patient cases was 39.496% in state 3, in the case of recovered patients having a 33.088% probability value being in state 2 and for The case of the patient dies has a 41.414% probability value being in state 1.

Keywords: Covid-19, Probability, Markov Chain Method, Steady State

PENDAHULUAN

Wabah pandemi yang disebabkan oleh virus SARS-CoV-2 atau yang lebih dikenal dengan Coronavirus Disease-19 (Covid-19) pertama kali ditemukan di Provinsi Wuhan, China pada bulan Desember 2019. Menurut World Health Organization (WHO, 2020a), Covid-19 merupakan keluarga besar virus yang menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan. Penularan virus Covid-19 pada manusia menyebar melalui tetesan kecil (droplet) yang keluar dari hidung atau mulut saat batuk atau bersin. Virus Covid-19 yang berasal dari China ini secara cepat menyebar ke negara-negara lainnya terutama negara di sekitarnya. Hingga bulan Maret 2020 setidaknya ada sebanyak 121 negara terkonfirmasi sehingga Covid-19 mulai ditetapkan sebagai wabah pandemi (WHO, 2020a). Pada 29 November 2020, tercatat bahwa ada 61.866.365 jumlah kasus positif Covid-19 di seluruh dunia (WHO, 2020c). Indonesia merupakan salah satu negara yang terdampak kasus Covid-19. Menurut data infeksi emerging oleh Kemenkes (2020a), kasus positif Covid-19 pertama di Indonesia dilaporkan pada tanggal 2 Maret 2020. Pada hari terakhir pengambilan data yaitu 23 April 2021 ada sejumlah 1.487.369 kasus positif Covid-19 di Indonesia dengan 10.171 kasus merupakan kasus yang berasal dari provinsi Nusa Tenggara Barat.

Dampak dari Covid-19 secara global dapat dirasakan pada berbagai aspek dalam kehidupan karena Covid-19 mengakibatkan ketidakstabilan terutama pada bidang ekonomi dan sosial. Hal ini diakibatkan oleh kewaspadaan masyarakat dan protokol yang sudah ditetapkan oleh pemerintah seperti menjaga jarak, PSBB, bahkan lockdown yang membawa pengaruh pada penurunan aktivitas ekonomi secara keseluruhan (Iskandar et al., 2020). Secara nasional (Indonesia) dampak yang diakibatkan dari Covid-19 pada bidang ekonomi salah satunya adalah angka PHK oleh berbagai perusahaan yang melonjak tinggi yaitu sebesar 77% untuk sektor formal dan 23% dari informal (Kemnaker, 2020). Dampak ini secara otomatis akan menyebabkan penurunan daya beli masyarakat yang mana perputaran uang akan menjadi sangat minim di masyarakat serta produksi barang menjadi

terbatas sehingga dapat menyebabkan defisit perdagangan (Kurniawansyah et al., 2020). Dampak lain dari Covid-19 di Indonesia adalah pada sektor pendidikan, dimana mulai diberlakukannya kebijakan School from home (SFH). Kebijakan ini mengharuskan seluruh pelajar melakukan kegiatan belajar dari rumah dengan menggunakan metode dalam jaringan (daring). Perubahan metode pembelajaran ini tentunya memiliki dampak pada psikologis anak yaitu anak akan merasa jenuh belajar di rumah dan seringkali anak akan lebih banyak menghabiskan waktu bermain dengan menggunakan gadget.

Salah satu upaya pencegahan dari banyaknya kasus positif adalah mengolah data dari kasus Covid-19 yang terjadi untuk memperoleh peluang kejadian di masa mendatang yang akan bermanfaat untuk mengantisipasi serta perencanaan pencegahan di masa mendatang. Informasi terkait yang telah ditemukan, untuk masa ke depannya tidak dapat diketahui secara pasti dan hanya dapat diketahui prediksi atau peramalannya. Dalam memperkirakan suatu kejadian di masa mendatang, seringkali terjadi perubahan-perubahan yang tidak terduga. Seperti halnya pada kasus positif Covid-19, tidak dapat ditentukan siapa yang akan terinfeksi virus tersebut sehingga suatu keadaan ini dapat diketahui terjadi secara acak atau dapat dikatakan memiliki peluang yang acak. Banyaknya pasien Covid-19 dari waktu ke waktu selalu mengalami perubahan baik itu penambahan ataupun pengurangan. Oleh karena itu, suatu kejadian ini (kasus positif Covid-19) dapat dikatakan sebagai suatu proses stokastik.

Suatu proses stokastik dengan peluang kejadian satu langkah di depan hanya dipengaruhi oleh kejadian terakhir dapat dipandang sebagai suatu rantai Markov (Miftahuddin et al., 2020). Metode rantai Markov merupakan salah satu bagian dari proses stokastik yang telah banyak dilakukan untuk memperkirakan suatu kejadian di masa mendatang. Kelebihan dari metode rantai Markov menurut Pfeifer dan Carraway (2000) terletak pada fleksibilitasnya, hampir seluruh keadaan atau situasi dapat dimodelkan dengan menggunakan rantai Markov. Selain itu, rantai Markov dapat menjelaskan peluang kejadian

secara bertahap atau per-state. Metode ini umumnya digunakan untuk membantu dalam memperkirakan perubahan yang mungkin terjadi di masa mendatang (Suhartono, 2019). Penelitian terdahulu terkait dengan kasus Covid-19 dilakukan oleh Aritonang et al. (2020), pada penelitian ini didapatkan matriks peluang transisi dan prediksi peluang steady state menggunakan metode Rantai Markov, serta pembagian state sebanyak 9 state.

Informasi yang berkaitan dengan banyaknya pasien positif Covid-19 yang akan datang dapat digunakan oleh praktisi dan peneliti untuk membuat keputusan atau kebijakan berkaitan dengan pencegahan atau kebijakan lainnya serta melakukan penelitian lanjutan, maka fokus penelitian ini adalah untuk mendapatkan prediksi peluang banyak pasien Covid-19 di Provinsi Nusa Tenggara Barat menggunakan metode rantai Markov.

METODOLOGI

Tinjauan Referensi

Berbagai penelitian mengenai kasus Covid-19 khususnya peramalan kasus Covid-19 telah banyak diteliti sebelumnya. Penelitian sebelumnya yang memiliki kesamaan metode, teori ataupun subjek penelitian dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang membahas kasus Covid-19 :

Rachmawati dan Miasary (2020) melakukan penelitian mengenai kasus Covid-19 yang berjudul “Peramalan Penyebaran Jumlah Kasus Virus Covid-19 Provinsi Jawa Tengah dengan Metode ARIMA”. Pada penelitian tersebut metode yang digunakan adalah metode Autoregressive Moving Average (ARIMA). Tujuan penelitian yang dilakukan oleh Rachmawati dan Miasary ini untuk mengetahui perkembangan dari virus Covid-19 di Provinsi Jawa Tengah, dengan rentang waktu yang digunakan mulai dari tanggal 1 Agustus hingga 13 Desember 2020 atau terhitung ada sebanyak 128 buah data. Pada hasil penelitiannya, didapatkan model terbaik untuk meramalkan perkembangan kasus Covid-19 nilai peramalan kasus positif Covid-19 yaitu ARIMA(1,1,1) selanjutnya digunakan untuk mendapatkan peramalan

kasus positif Covid-19 di Provinsi Jawa Tengah untuk periode 10 hari ke depan.

Penelitian sebelumnya mengenai kasus Covid-19 juga pernah dilakukan oleh Hakimah dan Kurniawan (2020). Dalam penelitiannya yang berjudul “Pemodelan Jumlah Kasus Baru Covid-19 di Masa Kenormalan Baru Menggunakan Metode Pencocokan Kurva” memiliki tujuan mengetahui laju pertumbuhan penderita pasien positif Covid-19 dalam bentuk model matematika berdasarkan data jumlah kasus baru setiap harinya pada masa new normal. Metode yang digunakan dalam penelitiannya yaitu metode pencocokan kurva yang meliputi metode interpolasi Lagrange, metode interpolasi Newton dan Fungsi Eksponensial. Metode pencocokan kurva tersebut akan menghasilkan fungsi hampiran yang mewakili dataset, dimana setelah itu fungsi hampiran tersebut di proyeksikan untuk peramalan jumlah kasus baru pada periode berikutnya. Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Hakimah dan Kurniawan ini adalah didapatkannya model terbaik yaitu polinom Langrange, polinom Newton derajat 3 dan polinom Newton derajat 4. Selanjutnya digunakan untuk memprediksi jumlah kasus baru Covid-19 untuk 14 periode ke depannya.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Rachmawati dan Miasary (2020) dan penelitian yang dilakukan oleh Hakimah dan Kurniawan (2020), model yang digunakan tidak dapat menjelaskan atau memberikan informasi secara bertahap karena tidak memiliki state.

Aritonang et al., (2020) melakukan penelitian mengenai peramalan kasus Covid-19 dengan judul “Analisis Pertambahan Pasien Covid-19 di Indonesia Menggunakan Metode Rantai Markov”. Berdasarkan judulnya, penelitian tersebut menggunakan metode rantai Markov untuk memodelkan jumlah penambahan pasien per hari yang terhitung sebanyak 74 hari. Banyak state yang digunakan dalam penelitian ini adalah 9 state dengan rentang jumlah pasien Covid-19 tiap state-nya relatif besar yaitu 90 data. Pada penelitian yang dilakukan Aritonang et al., peluang steady state digunakan untuk mengetahui peluang tetap untuk kasus Covid-19 di Indonesia ke depannya. Hasil dari

penelitian tersebut adalah didapatkannya prediksi peluang kenaikan pasien Covid-19 di Indonesia untuk tiap state yang telah ditentukan.

Penelitian yang berjudul “Model Markov untuk Prediksi Virus Corona Covid-19 di India- Studi Statistika” dilakukan oleh Arumugam dan Rajathi (2020). Penelitian ini memiliki tujuan untuk memprediksi besar peluang infeksi virus Covid-19 di berbagai negara bagian yang ada di India. Data yang digunakan merupakan data pasien Covid-19 yang berstatus aktif (positif), masa pemulihan dan meninggal. Banyak state yang digunakan pada penelitian tersebut berjumlah 9 state. Hasil dari penelitian yang dilakukan Arumugam dan Rajathi ini adalah nilai persentase besar peluang infeksi virus Covid-19 untuk masing-masing state atau keadaan berdasarkan banyak pasien tertentu.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Aritonang et al., (2020) serta Arumugam dan Rajathi (2020) prediksi atau peramalan yang dilakukan hanya untuk mengetahui berapa besar nilai peluang transisi untuk kondisi tetap atau steady state dan tidak dilakukannya prediksi peluang untuk beberapa periode ke depan.

Perbedaan dari penelitian “Analisis Kasus Covid-19 di Provinsi Nusa Tenggara Barat Menggunakan Metode Rantai Markov” dengan penelitian sebelumnya yaitu pada metode rantai Markov yang digunakan. Metode rantai Markov dapat menjelaskan keadaan pada tiap state-nya sehingga dalam melakukan prediksi akan didapatkan nilai atau hasil peluang untuk tiap keadaan.

Metode Analisis

1. Proses Pendahuluan Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang didapatkan dari *website* <https://www.corona.ntbprov.go.id/>. Data yang akan dianalisis merupakan data terkonfirmasi yang meliputi data pasien positif, pasien sembuh dan pasien meninggal dunia. Oleh karena data pasien positif tidak tersedia pada *website* tersebut maka digunakan data pasien masih isolasi. Masing-masing kelompok pasien lalu dihitung penambahan pasien perharinya dengan cara mengurangi jumlah pasien hari ke- n dengan hari ke- $(n - 1)$.

2. Penentuan Banyak State

Banyaknya *state* atau kejadian pada penelitian ini ditentukan dengan bantuan distribusi frekuensi yaitu dengan menentukan banyaknya kelas berdasarkan banyaknya data yang digunakan sehingga didapatkan banyak *state* pada penelitian ini adalah 7. Selanjutnya, dalam menentukan *range* atau interval pada tiap *state* digunakan juga distribusi frekuensi sehingga untuk masing-masing jenis pasien akan didapatkan *range* atau interval yang berbeda.

3. Matriks Peluang Transisi

Matriks peluang transisi yang akan dibangun yaitu sebanyak 3 buah berdasarkan banyaknya kelompok jenis pasien yang ada. Data yang telah dihitung penambahannya setiap hari kemudian ditentukan *state*-nya. Sebelum terbentuk matriks peluang transisi, ada matriks frekuensi transisi terlebih dahulu yang harus dibentuk. Matriks frekuensi transisi berisi jumlah banyaknya data untuk tiap perpindahan *state*. Data yang ditentukan *state*-nya kemudian ditentukan perpindahan *state*-nya dengan data setelahnya. Setelah didapatkan matriks frekuensi transisi, maka dapat dibentuk matriks peluang transisi dengan menghitung peluang tiap *state*-nya.

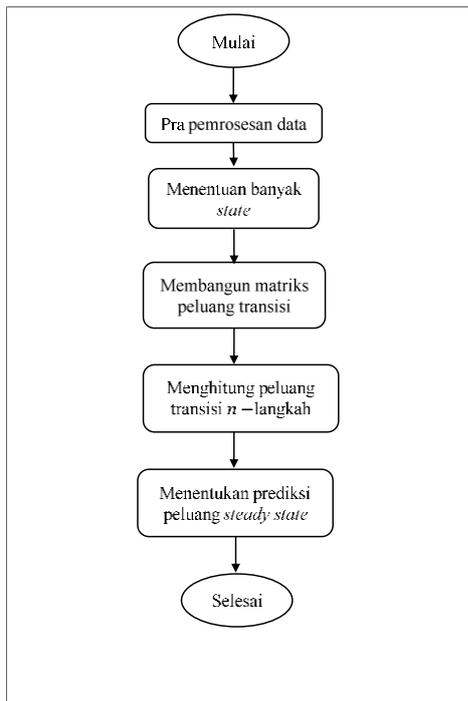
4. Matriks Peluang Transisi n –Langkah

Selanjutnya akan dicari nilai matriks transisi beberapa langkah dengan tujuan untuk mengetahui nilai peluang transisi pada beberapa periode selanjutnya. Berdasarkan matriks peluang transisi yang telah didapatkan sebelumnya maka dapat diketahui matriks peluang transisi n –langkah dengan cara mengalikan matriks peluang transisi awal dengan dirinya sendiri sehingga didapatkan matriks peluang transisi langkah 2, untuk mencari matriks peluang transisi langkah 3 yaitu dengan mengalikan matriks peluang transisi awal dengan matriks peluang transisi 2 langkah. Proses selanjutnya dilakukan seperti proses sebelumnya hingga didapatkan matriks peluang transisi yang *steady state*.

5. Peluang Steady State

Prediksi peluang kejadian untuk periode ke depan dapat dilihat dari matriks peluang transisi yang telah dibentuk. Berdasarkan matriks peluang transisi maka akan dicari nilai peluang *steady state* dengan cara mengalikan vektor keadaan awal dengan matriks peluang

transisi, setelah itu akan didapatkan persamaan yang akan dilakukan eliminasi sehingga didapatkan nilai peluang *steady state*. Nilai peluang *steady state* dapat diketahui sebagai nilai peluang kejadian tetap setiap *state* untuk periode ke depan. Oleh karena nilai peluang yang besar dianggap paling memungkinkan untuk terjadi, maka nilai peluang *steady state* terbesar akan menjadi prediksi peluang banyak pasien di masa mendatang pada keadaan *steady state*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data penambahan pasien Covid-19 di wilayah NTB selama 100 hari pada periode 14 Januari 2021 hingga 23 April 2021 yang diperoleh dari website <https://www.corona.ntbprov.go.id/>.

Variabel Penelitian

Pada penelitian ini, analisis data yang dilakukan adalah pada data penambahan pasien Covid-19 dengan tiga jenis pasien yang difokuskan yaitu pasien positif, pasien sembuh dan pasien meninggal. Pada penelitian ini untuk mengetahui banyak *state* yang digunakan sebelumnya dihitung banyak kelas serta interval kelasnya dengan distribusi frekuensi berdasarkan banyaknya data

penelitian. Perhitungan banyak kelas serta interval kelas dapat dilihat pada Lampiran 2. Berdasarkan perhitungan, didapatkan banyak kelas pada masing-masing jenis pasien sama yaitu ada 7 *state* namun *range* yang digunakan berbeda untuk tiap jenis pasien. Adapun *state* atau yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. *State* untuk pasien positif

| State | Klasifikasi | Interval |
|-------|----------------|------------|
| S_1 | Sangat Sedikit | 0 - 23 |
| S_2 | Lebih Sedikit | 24 - 47 |
| S_3 | Sedikit | 48 - 71 |
| S_4 | Sedang | 72 - 95 |
| S_5 | Banyak | 96 - 119 |
| S_6 | Lebih Banyak | 120 - 143 |
| S_7 | Sangat Banyak | ≥ 144 |

b. *State* untuk pasien sembuh

| State | Klasifikasi | Interval |
|-------|----------------|------------|
| S_1 | Sangat Sedikit | 0 - 22 |
| S_2 | Lebih Sedikit | 23 - 45 |
| S_3 | Sedikit | 46 - 68 |
| S_4 | Sedang | 69 - 91 |
| S_5 | Banyak | 92 - 114 |
| S_6 | Lebih Banyak | 115 - 137 |
| S_7 | Sangat Banyak | ≥ 138 |

c. *State* untuk pasien meninggal

| State | Klasifikasi | Interval |
|-------|----------------|-----------|
| S_1 | Sangat Sedikit | 0 - 1 |
| S_2 | Lebih Sedikit | 2 - 3 |
| S_3 | Sedikit | 4 - 5 |
| S_4 | Sedang | 6 - 7 |
| S_5 | Banyak | 8 - 9 |
| S_6 | Lebih Banyak | 10 - 11 |
| S_7 | Sangat Banyak | ≥ 12 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Data Jumlah Pasien Covid-19

Berdasarkan data penambahan per harinya dapat ditentukan jumlah *state* serta jangkauannya dengan menggunakan distribusi frekuensi dan didapatkan perbedaan jangkauan data untuk pasien positif, sembuh serta meninggal sehingga memiliki batasan keadaan yang berbeda seperti pada tabel berikut.

Tabel 1. Batasan Keadaan Pasien Positif

| Range penambahan pasien | State ke | Banyak kasus |
|-------------------------|----------|--------------|
| 0 – 23 | 1 | 24 |
| 24 – 47 | 2 | 33 |
| 48 – 71 | 3 | 20 |
| 72 – 95 | 4 | 8 |
| 96 – 119 | 5 | 4 |
| 120 – 143 | 6 | 6 |
| ≥ 144 | 7 | 5 |

Tabel 2. Batasan Keadaan Pasien Sembuh

| Range penambahan pasien | State ke | Banyak kasus |
|-------------------------|----------|--------------|
| 0 – 22 | 1 | 2 |
| 23 – 45 | 2 | 38 |
| 46 – 68 | 3 | 40 |
| 69 – 91 | 4 | 14 |
| 92 – 114 | 5 | 4 |
| 115 – 137 | 6 | 1 |
| ≥ 138 | 7 | 1 |

Tabel 3. Batasan Keadaan Pasien Meninggal

| Range penambahan pasien | State ke | Banyak kasus |
|-------------------------|----------|--------------|
| 0 – 1 | 1 | 41 |
| 2 – 3 | 2 | 39 |
| 4 – 5 | 3 | 16 |
| 6 – 7 | 4 | 2 |
| 8 – 9 | 5 | 2 |
| 10 – 11 | 6 | 0 |
| ≥ 12 | 7 | 0 |

Berdasarkan **Tabel 1** dapat diketahui bahwa dalam kurun waktu 14 Januari 2021 hingga 23 April 2021 data terbanyak yang dikelompokkan untuk penambahan pasien positif perhari ada pada *interval* data 24 hingga 47 atau disebut *state* lebih sedikit dengan jumlah data sebanyak 33 data. Sehingga dapat diketahui bahwa dalam kurun waktu tersebut, kasus penambahan pasien positif perhari berada dalam *range* lebih sedikit dan terjadi sebanyak 33 kali. Dalam kasus parah atau

mencapai *state* sangat banyak, hanya terjadi sebanyak 5 kali.

2. Analisis Perpindahan *State* Pasien Covid-19

Penambahan jumlah pasien dari hari ke hari mengalami perubahan yang tidak menentu, ada yang tetap pada *state* semula dan ada juga yang berpindah ke *state* yang lain. Perpindahan data penambahan jumlah pasien Covid-19 perhari yang terjadi di Provinsi Nusa Tenggara Barat meliputi data pasien positif, sembuh serta meninggal dapat dilihat sebagai berikut

Tabel 4. Perpindahan Data Pasien Positif

| State sebelum | State setelah | | | | | | | JDP sebelum |
|---------------|---------------|----|----|----|---|---|---|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 17 | 16 | 2 | 0 | 1 | 0 | 37 |
| 3 | 1 | 17 | 14 | 7 | 1 | 0 | 0 | 40 |
| 4 | 0 | 2 | 6 | 4 | 2 | 0 | 0 | 14 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| JDP setelah | 2 | 38 | 39 | 14 | 4 | 1 | 1 | 99 |

Tabel 5. Perpindahan Data Pasien Positif

| State sebelum | State setelah | | | | | | | JDP sebelum |
|---------------|---------------|----|----|---|---|---|---|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1 | 8 | 12 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 24 |
| 2 | 6 | 9 | 8 | 3 | 1 | 2 | 3 | 32 |
| 3 | 5 | 5 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 20 |
| 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 8 |
| 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| 6 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| JDP setelah | 23 | 33 | 20 | 8 | 4 | 6 | 5 | 99 |

Tabel 6. Perpindahan Data Pasien Positif

| State sebelum | State setelahnya | | | | | | | JDP sebelum |
|---------------|------------------|----|----|---|---|---|---|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1 | 18 | 14 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 41 |
| 2 | 15 | 15 | 6 | 0 | 2 | 0 | 0 | 38 |
| 3 | 7 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JDP setelah | 41 | 38 | 16 | 2 | 2 | 0 | 0 | 99 |

Data yang disajikan di atas merupakan data frekuensi pasien Covid-19 meliputi pasien positif, sembuh dan meninggal dimana berdasarkan tabel tersebut akan dibentuk matriks frekuensi transisi atau matriks yang berisi banyak perpindahan data penambahan kasus pasien Covid-19 dalam kurun waktu yang telah ditentukan. Pada kasus pasien positif, tidak ada data yang berawal dari *state* 1 kembali ke *state* 1 dan banyak data yang berawal dari *state* 1 lalu berpindah ke *state* 2 didapatkan sebanyak 1 data. Pada kasus pasien sembuh didapatkan data dari *state* 1 kembali ke *state* 1 ada sebanyak 8 data dan perpindahan dari *state* 1 ke *state* 2 didapatkan sebanyak 12 data. Data penambahan pasien yang berpindah pada kasus pasien meninggal dengan data yang berawal dari *state* 1 lalu kembali ke *state* 1 ada sejumlah 18 data dan ada sebanyak 14 data yang berpindah dari *state* 1 ke *state* 3.

3. Matriks Peluang Transisi Rantai Markov (P)

Jika diasumsikan bahwa perpindahan data penambahan pasien stabil, maka dapat dibentuk matriks peluang transisi rantai markov untuk masing-masing kasus pasien dan didapatkan hasil

Matriks $P_{positif}$ berisi peluang perpindahan data penambahan pasien untuk tiap *state* pada kasus pasien positif Covid-19. Diketahui bahwa peluang perpindahan data dari *state* 1 lalu kembali ke *state* 1 adalah 0 dimana berarti tidak ada kasus penambahan pasien yang berawal dari *state* 1 lalu kembali ke *state* 1, untuk perpindahan data dari *state* 1 ke *state* 2 memiliki peluang sebesar 0,5 yang diperoleh dari $\frac{1}{2}$ dimana 1 merupakan jumlah perpindahan data dari *state* 1 ke *state* 2 dan 2 merupakan jumlah seluruh data yang pernah berada sebelumnya di *state* 1. Peluang perpindahan tertinggi memiliki nilai 0,45946 dimana nilai tersebut merupakan peluang perpindahan dari *state* 2 ke *state* 2 yang menyatakan bahwa peluang tertinggi untuk penambahan pasien akan berada pada *state* 2 atau *state* lebih sedikit.

Pada kasus pasien sembuh, peluang perpindahan tertinggi bernilai 0,5 yaitu peluang perpindahan dari *state* 1 ke *state* 2 dan perpindahan dari *state* 4 ke *state* 2. Maka, pada pasien sembuh peluang penambahan pasien

sembuh relatif berada pada klasifikasi lebih sedikit dan sedang. Pada kasus pasien meninggal, didapatkan bahwa peluang perpindahan tertinggi bernilai 0,5 merupakan perpindahan data dari *state* 4 ke *state* 1, dari *state* 4 ke *state* 2, dari *state* 5 ke *state* 2 dan *state* 5 ke *state* 3.

4. Peluang Transisi n –langkah

Matriks peluang transisi n –langkah digunakan untuk memprediksi nilai peluang transisi pasien Covid-19 sehingga dapat diketahui pada iterasi atau langkah berapa terjadinya steady state dengan menggunakan matriks peluang transisi. Matriks peluang n –langkah dapat dicari dengan bantuan persamaan Chapman-Kolmogorov sebagai berikut.

$$P_{pasien}^1 = P_{pasien}^1 \quad (1)$$

$$P_{pasien}^2 = P_{pasien}^1 \cdot P_{pasien}^1 \quad (2)$$

$$P_{pasien}^3 = P_{pasien}^1 \cdot P_{pasien}^2 \quad (3)$$

⋮

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

Keadaan *steady state* untuk pasien Covid-19 diperoleh dengan iterasi persamaan diatas. Iterasi n –langkah mencapai kondisi *steady state* apabila matriks peluang transisi langkah sebelumnya memiliki nilai yang konvergen (untuk 5 digit angka di belakang koma) terhadap matriks peluang transisi langkah menuju tak hingga. Kondisi tersebut pada kasus pasien positif Covid-19 terjadi pada langkah ke-14. Pada Langkah ke-14 dapat diketahui bahwa peluang transisi terbesar berada pada *state* 3 yaitu sebesar 39,496%. Maka berdasarkan hasil perhitungan, peluang transisi n –langkah pada kasus pasien positif Covid-19 diketahui berada dalam keadaan *steady state* pada periode ke-14 yang dihitung setelah hari terakhir pengambilan data sehingga dapat diketahui bahwa nilai peluangnya mulai berada pada keadaan *steady state* pada tanggal 7 Mei 2021. Memiliki arti bahwa mulai tanggal 7 Mei 2021 peluang penambahan pasien positif akan bernilai 39,496% pada interval data penambahan pasien 48 hingga 71 pasien dan pada hari setelahnya akan memiliki nilai peluang yang sama.

Matriks peluang transisi n –langkah sehingga iterasi *steady state* untuk kasus pasien sembuh serta pasien meninggal diperoleh dengan cara yang sama dengan formula *steady state* pasien positif. Pada kasus pasien sembuh, didapatkan bahwa matriks peluang transisi sudah mencapai *steady state* pada langkah ke-9. Berdasarkan hasil perhitungan peluang transisi n –langkah pada kasus pasien sembuh Covid-19 diketahui berada dalam keadaan *steady state* pada periode ke-9 tepatnya pada tanggal 2 Mei 2021. Maka dapat diketahui bahwa mulai tanggal 2 Mei 2021 peluang penambahan pasien sembuh akan bernilai 33,088% pada interval data penambahan pasien 23 hingga 45 pasien atau pada klasifikasi lebih sedikit dan pada hari setelahnya akan memiliki nilai peluang yang sama.

Berdasarkan hasil perhitungan peluang transisi n –langkah pada kasus pasien meninggal Covid-19 diketahui berada dalam keadaan *steady state* pada periode ke-13 sehingga dapat diketahui bahwa nilai peluangnya berada pada keadaan *steady state* pada tanggal 6 Mei 2021. Maka dapat diketahui bahwa mulai tanggal 6 Mei 2021 peluang penambahan pasien meninggal akan bernilai 41,412%, pada interval data penambahan pasien 0 hingga 1 pasien atau pada klasifikasi sangat sedikit dan pada hari setelahnya akan memiliki nilai peluang yang sama.

5. Peluang *Steady State*

Matriks peluang transisi selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan nilai peluang *steady state* atau nilai peluang kejadian tetap untuk setiap *state*. Penyelesaian untuk mencari nilai *steady state* menggunakan eliminasi Gauss Jordan dengan mengalikan vektor awal dengan matriks peluang transisi selanjutnya akan didapatkan persamaan dan dilakukan eliminasi untuk mendapatkan nilai peluang *steady state* dengan menambahkan persamaan berikut untuk mendapatkan solusi.

$$\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 + \pi_5 + \pi_6 + \pi_7 = 1 \quad (5)$$

Setelah dilakukan eliminasi Gauss Jordan maka akan didapatkan hasil peluang tetap untuk masing-masing *state* pada kasus pasien positif sebagai berikut.

Tabel 7. Peluang *Steady State* Pasien Positif

| State | Nilai Peluang |
|---------|---------------|
| π_1 | 0,02027 |
| π_2 | 0,38464 |
| π_3 | 0,39496 |
| π_4 | 0,13980 |
| π_5 | 0,03979 |
| π_6 | 0,01040 |
| π_7 | 0,01014 |

Berdasarkan **Tabel 7** dapat diketahui pada keadaan *steady state*, pasien positif memiliki nilai prediksi peluang penambahan jumlah pasien untuk periode ke depan yaitu 39,496% pada interval data 47 hingga 69 pasien. Hal tersebut memberi informasi bahwa pertambahan pasien positif untuk periode tetap berada pada klasifikasi sedikit.

Nilai peluang *steady state* untuk pasien sembuh dan meninggal menggunakan langkah yang sama, diperoleh hasil sebagai berikut.

Peluang tetap pasien sembuh untuk periode ke depan memiliki nilai prediksi peluang sebesar 33,088% pada interval data 23 hingga 44 pasien. Nilai peluang tertinggi berada pada rentang penambahan pasien lebih sedikit yang menyatakan bahwa prediksi penambahan pasien sembuh cenderung sedikit berdasarkan rentang pasien tersebut untuk kedepannya.

Pada kasus pasien meninggal, didapatkan nilai prediksi peluang penambahan jumlah pasien tetap untuk periode ke depan yaitu 41,414% pada interval data 0 hingga 1 pasien. Nilai prediksi peluang tertinggi untuk pasien meninggal berada pada klasifikasi sangat sedikit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang didapatkan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Pada keadaan *steady state*, untuk kasus pasien positif, nilai peluang tertinggi adalah saat berada pada klasifikasi sedikit (interval data 48 hingga 71 pasien) dengan peluang 0,39496. Pada kasus pasien sembuh, nilai peluang tertinggi yakni berada pada klasifikasi lebih sedikit (interval data 23 hingga 45 pasien) dengan peluang sebesar 0,33088,

sedangkan pada kasus pasien meninggal nilai peluang tertinggi berada pada *state* sangat sedikit (interval data 0 hingga 1 pasien) yaitu sebesar 0,41414.

Saran

Berdasarkan hasil, pembahasan serta kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah:

1. Bagi peneliti selanjutnya agar dapat mencari nilai peramalan jumlah kasus pasien berdasarkan matriks peluang transisi rantai Markov. Selain itu, oleh karena prediksi dengan menggunakan metode rantai Markov akurat untuk peramalan jangka pendek, maka penulis menyarankan agar mencoba menggunakan metode lain untuk memprediksi kasus Covid-19.
2. Pada penelitian ini didapatkan nilai peluang pasien positif tertinggi berada pada klasifikasi sedikit dan nilai peluang tertinggi berada pada klasifikasi lebih sedikit. Adapun untuk memperbesar peluang pada klasifikasi sangat sedikit untuk pasien positif serta klasifikasi sangat banyak pada pasien sembuh, saran bagi pemerintah yaitu untuk terus meningkatkan program 3T (*testing, tracing, treatment*) serta memastikan vaksinasi telah menyentuh unit kecil suatu pemerintahan yaitu Lingkungan. Selain itu, untuk pasien meninggal agar nilai peluang berada pada klasifikasi sangat sedikit semakin besar, maka saran dari peneliti adalah menggalakkan program 3T tersebut agar pasien yang terkonfirmasi positif mendapatkan perawatan yang seharusnya sehingga dapat menekan angka kematian.

DAFTAR PUSTAKA

Agusta Vira, Dodi Devianto & Hazmira Yoza, Hubungan Antara Konvergen Hampir Pasti, Konvergen dalam Peluang dan Konvergen dalam Sebaran, *Jurnal Matematika UNAND*, 2(2): 10-16.

Aidi, M. N., 2008, Penggunaan Rantai Markov untuk Analisis Spasial Serta Modifikasinya dari Sistem Tertutup ke

Sistem Terbuka, *Forum Statistika dan Komputasi*, 13(1): 23–33.

Anton, Howard dan Chris Rorres, 2014, *Elementary Linear Algebra*, Willey & Sons, Inc, Canada

Ariansyah, K., 2018, Proyeksi Jumlah Pelanggan Telepon Bergerak Seluler di Indonesia Projection of the Number of Cellular Mobile Telephone Subscribers in Indonesia, *Buletin Pos dan Telekomunikasi*, 12(2): 151-161.

Aritonang, K., Tan, A., Ricardo, C., Surjadi, D., Fransiscus, H., Pratiwi, L., Nainggolan, M., Sudharma, S., & Herawati, Y., 2020, Analisis Pertambahan Pasien COVID-19 di Indonesia Menggunakan Metode Rantai Markov, *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(2): 69–76.

Arumugam, R., & Rajathi, M., 2020, A Markov Model for Prediction of Corona Virus COVID-19 in India- A Statistical Study, *Journal of Xidian University*, 14(1001): 1422–1426.

Aswi, A., & Sukarna, S., 2006, *Analisis Deret Waktu (Teori dan Aplikasi)*, Andira Publisher, Makasar.

Gujarati, D., & Porter D.C., 1995, *Dasar-dasar Ekonometrika*, Erlangga, Jakarta.

Gross, D., James, J.F.S., Thompson, & Harris, C.M., 2008, *Fundamental of Queuing Theory*, John Willey & Sons, Inc, Canada.

Hakimah, M., & Kurniawan, M., 2020, Pemodelan Jumlah Kasus Baru Covid-19 di Masa Kenormalan Baru Menggunakan Metode Pencocokan Kurva, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VIII*, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

Han, Y., 2020, The transmission and diagnosis of 2019 novel coronavirus infection disease (COVID - 19): A Chinese perspective, *J Med Virol*, 1–6.

Hillier, F.S., & Lieberman, G.J., 2001, *Introduction to Operation Research*, McGraw-Hill, New York.

Iskandar, A., Possumah, B. T., & Aqbar, K., 2020, Peran Ekonomi dan Keuangan Sosial Islam Saat Pandemi Covid-19,

- Jurnal Sosial & Budaya Syari-I, 7(7): 625–638.
- Kariadinata, R., & Abdurahman, M., 2012, *Dasar-Dasar Statistik Pendidikan*, CV Pustaka Setia, Bandung.
- Kemenkes, 2020a, *Tentang Coronavirus*, [https://www.kemendes.go.id/resources/download/info-terkini/COVID-19/TENTANG NOVEL CORONAVIRUS.pdf](https://www.kemendes.go.id/resources/download/info-terkini/COVID-19/TENTANG_NOVEL_CORONAVIRUS.pdf).
- Kemenkes, 2020b, *Situasi Terkini Perkembangan Coronavirus Disease (COVID-19)*, <https://infeksiemerging.kemendes.go.id/situasi-infeksi-emerging/situasi-terkini-perkembangan-coronavirus-disease-covid-19-2-maret-2020>
- Kemnaker, 2020, *Menaker Ida Fauziyah Minta Pengusaha Jadikan PHK Sebagai Langkah Terakhir*, <https://kemnaker.go.id/news/detail/menaker-ida-fauziyah-minta-pengusaha-jadikan-phk-sebagai-langkah-terakhir>
- Kuncoro, M., 2011, *Metode Kuantitatif Teori dan Aplikasi untuk Bisnis & Ekonomi*, UPP STIM YKPN, Yogyakarta.
- Kurnianingtyas, L. Y., & Nugroho, M. A., 2012, *Implementasi Strategi Pembelajaran Kooperatif Teknik Jigsaw untuk Meningkatkan Keaktifan Belajar Akuntansi Pada Siswa ISWA Kelas X Akuntansi 3 SMK NEGERI 7 YOGYAKARTA Tahun Ajaran 2011/2012*, *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 10(1): 66–77.
- Kurniawansyah, H., Amrullah, Salahuddin, M., Muslim, & Nurhidayati, S., 2020, *Konsep Kebijakan Strategis dalam Menangani Eksternalitas Ekonomi dari COVID - 19 Pada Masyarakat Rentan di Indonesia*, *Indonesian Journal of Social Sciences and Humanities*, 1(2): 130–139.
- Massalesse, J., 2016, *Penerapan Teorema Perron-Frobenius pada Penentuan Distribusi Stasioner Rantai Markov*, *Jurnal Matematika Statistika & Komputasi*, 13(1): 85–90.
- Miftahuddin, Maulidawani, Setiawan, I., Ilhamsyah, Y., & Fadhli, 2020, *Rainfall analysis in the Indian Ocean by using 6-States Markov Chain Model*, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 429.
- Pfeifer, P., Carraway, R., 2000, *Modelling Customer Relationship as Markov Chain*, *Journal of Interactive Marketing*, 14(2): 43–55.
- Rachmawati, A. K., & Miasary, S. D., 2020, *Peramalan Penyebaran Jumlah Kasus Virus Covid-19 Provinsi Jawa Tengah dengan Metode Arima, Zeta-Math Journal*, 6(1): 4–9.
- Rahmi dan Mulia Suryani, 2018, *Program Linear*, Deepublish, Yogyakarta.
- Rijali, A., 2018, *Analisis Data Kualitatif*, *Jurnal Alhadharah*, 17(33): 81–95.
- Ross, Sheldon M., 2010, *Introduction to Probability Models Tenth Edition*, Elsevier Inc, Los Angeles.
- Rosyadi, Alfiani Athma Putri, 2018, *Statistika Pendidikan*, UMM Press, Malang.
- Santosa, Purbayu Budi & Hamdani, Muliawan, 2007, *Statistika Deskriptif dalam Bidang Ekonomi dan Niaga*, Penerbit Erlangga, Semarang.
- Suara NTB, 2020, *Gubernur NTB Larang Satuan Pendidikan Laksanakan KBM Tatap Muka*, <https://www.suarantb.com/gubernur-ntb-larang-satuan-pendidikan-laksanakan-kbm-tatap-muka/>
- Sudjana, 1989, *Metode Statistika*, BPFE, Yogyakarta.
- Suhandi, A., & Pamela, I. S., 2020, *Dampak Musim Libur Covid-19 Belajar dari Rumah Terhadap Psikologi Anak Sekolah Dasar*, *Jurnal Gentala Pendidikan Dasar*, 5(2): 207–218.
- Suhartono, D., 2019, *Markov Chain*, Binus University, Malang.
- Sugiyono, 2009, *Metode Kuantitatif Teori dan Aplikasi dan R&D*, Alfabeta, Bandung.
- Supranto, J., 2000, *Statistik dan Teori Aplikasi Edisi Keenam*, Erlangga, Jakarta.
- WHO, 2020a, *Coronavirus disease (COVID-19)*, <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>
- WHO, 2020b, *Health Emergencies*, <https://www.who.int/data/gho/data/major-the-mes/health-emergencies>

WHO, 2020c, Situation Reports.
<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>

