

DISTRIBUSI STASIONER RANTAI MARKOV PADA KASUS COVID-19 DESEMBER 2023

I Gede Eka Agung Agastya Punia^{1,2*}

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Mahasaraswati Denpasar, Denpasar

²Matematika, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan

*Email korespondensi: agastya@unmas.ac.id

ABSTRAK

Virus corona merupakan sebuah Kumpulan virus yang dapat menginfeksi sistem pernapasan. salah satu virus corona varian terbaru yang menyebabkan pandemi akhir-akhir ini adalah *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* (SARS-CoV-2). Penyakit ini memiliki beberapa gejala yang ringan seperti demam dan batuk dan dapat menyebabkan gejala berat seperti pneumonia, gagal napas, gagal ginjal bahkan kematian. Sepanjang November 2023, terdapat penambahan sekitar 7-40 kasus covid per hari dan secara nasional, akan tetapi pada Desember 2023 didapatkan peningkatan 100 kasus per hari. Penelitian ini akan menggunakan rantai Markov waktu diskrit sebagai rumus untuk menganalisa kumpulan data. Data akan diambil dari website infeksi emerging untuk melihat jumlah kasus covid yang meningkat akhir-akhir ini. Kemudian data tersebut akan dilakukan pengecekan apakah terjadi peningkatan atau penurunan dari hari ke hari dalam periode desember 2023. Hasil yang didapatkan bahwa prediksi dari jangka panjang kasus konfirmasi covid-19 akan menurun sebesar 30,8% dan prediksi jangka panjang kasus konfirmasi covid -19 akan meningkat sebesar 69,2%. Terdapat prediksi nilai jangka panjang yang sama untuk penderita covid-19 mengalami peningkatan dan penurunan kesembuhan yaitu 50%.

Kata kunci: Covid-19, Rantai Markov, Distribusi Stationer.

1 PENDAHULUAN

Virus corona merupakan sebuah Kumpulan virus yang dapat menginfeksi sistem pernapasan. salah satu virus corona varian terbaru yang menyebabkan pandemi akhir-akhir ini adalah *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* (SARS-CoV-2). SARS-CoV-2 Merupakan virus yang menyerang sistem pernafasian. Penyakit karena infeksi dari virus ini sering disebut *Coronavirus Disease 2019* (Covid 19). Gejala yang ditimbulkan dari virus ini dapat menyebabkan gangguan ringan pada sistem pernapasan, infeksi paru-paru yang berat dan dapat menyebabkan kematian karena gagal napas. SARS-CoV-2 dapat menyerang siapa saja baik bayi, anak-anak, orang dewasa, lansia, ibu hamil, maupun ibu menyusui. (Diah H, 2020). Penyakit ini memiliki beberapa gejala yang ringan seperti demam dan batuk dan dapat menyebabkan gejala berat seperti pneumonia, gagal napas, gagal ginjal bahkan kematian.

Sepanjang November 2023, terdapat penambahan sekitar 7-40 kasus covid per hari dan secara nasional, akan tetapi pada desember 2023 didapatkan peningkatan 100 kasus per hari. Peningkatan yang signifikan ditemukan mulai pada 12-desember-2023 dimana ditemukan 298 konfirmasi kasus dalam satu hari (Kemenkes, 2023). Salah satu penyebab peningkatan kasus covid adalah masuknya varian baru covid yaitu EG.5 atau Eris. (Girma A. 2023)

Untuk mengantisipasi peningkatan kasus coronavirus, maka diperlukan sebuah metode prediksi kasus covid. Terdapat banyak penelitian yang membahas mengenai model matematis mengenai kasus covid seperti SIR model dapat digunakan dalam MERS-COV (Adila, dkk,2018) ataupun

penggunaan proses stokastik untuk menganalisa kasus demam berdarah (Sianturi,2018). Pada penelitian ini, Prediksi untuk peningkatan covid-19 menggunakan rantai distribusi Markov. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis dari prediksi pasien terinfeksi/terkonfirmasi covid 19 dan pasien yang sembuh pada kasus covid 19 dalam jangka panjang.

2 METODE

Penelitian ini akan menggunakan rantai Markov waktu diskrit sebagai rumus untuk menganalisis kumpulan data. Data akan diambil dari website infeksi emerging untuk melihat jumlah kasus covid yang meningkat akhir-akhir ini. Kemudian data tersebut akan dilakukan pengecekan apakah terjadi peningkatan atau penurunan dari hari ke hari dalam periode desember 2023. Penelitian akan memperoleh stasioneritas distribusi data yang diberikan, yang diperoleh jika kumpulan data tersebut memenuhi seluruh kondisi di atas.

Rantai Markov merupakan sebuah proses stokastik yang digunakan untuk menggambarkan urutan barisan yang mungkin dimana probabilitas pada setiap kejadian hanya bergantung kepada keadaan yang dicapai pada kejadian sebelumnya (Gangniuc P.A., 2017). Pada rantai Markov, proses stokastik pada satu *state* (*state* ke-*i*) akan berubah ke *state* lainnya (*state* ke *j*) dengan peluang tetap (P_{ij}) yang dinotasikan pada persamaan berikut (Subanar, 2022)

$$P\{X_{n+1} = j | X_n = i, X_{n-1} = i_{n-1}, \dots, X_1 = i_1, X_0 = i_0\} = P_{ij}$$

Penggunaan rantai Markov waktu diskrit dapat dijabarkan sebagai berikut. Misalkan $x(n), n = 0,1,2, \dots$ merupakan sebuah proses stokastik waktu diskret dengan parameter waktu adalah $n = 0,1,2, \dots$ dan space state $i = 0,1,2, \dots$ dengan kata lain $X_n = i$ menjelaskan proses pada saat waktu i dengan waktu n (Balana A, dkk, 1989). Jika probabilitas waktu di masa depan merupakan $(n+1)$ dalam state j merupakan hal yang dependen dengan kondisi sekarang di state i di waktu sekarang n , maka proses ini yang kita sebut dengan rantai Markov waktu diskret. (Azizah A, Dkk, 2019) Probabilitas ini dinotasikan dengan P_{ij} yang menggambarkan transisi probabilitas dari bagian i ke j . P_{ij} ini disebut juga sebagai probabilitas transisi (Osaki S, 2012)

Setelah ditemukan probabilitas transisi, Matrix Transisi P dibuat dengan cara mengumpulkan seluruh probabilitas transisi P_{ij} dari semua state i dan j menjadi matrix yang diformulasikan menjadi

$$P = [P_{ij}] = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & \dots \\ P_{10} & P_{11} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

Dimana $P_{ij} \geq 0; i, j \geq 0; \sum_{j=0}^n P_{ij} = 1; i = 0,1,2, \dots, n$

Sedangkan untuk besarnya peluang transisi dianalisis menggunakan persamaan (Purba, 2013)

$$P_{ij} = \frac{n_{ij}(N)}{n_i(tN)}$$

Dimana:

P_{ij} = Probabilitas transisi

$n_{ij}(N)$ = Jumlah state yang berpindah dari I ke j dalam periode N

$n_i(N)$ = Jumlah state i pada awal periode N.

State i disebut aperiodic jika dan hanya jika $d(i) = 1$ dimana $d(i)$ diformulasikan dengan

$$d(i) = \gcd\{n | n \geq 1, p_{ii}^n > 0\}.$$

Dengan kata lain $d(i)$ merupakan pembagi Persekutuan terbesar dari semua kemungkinan n yang membuat proses dalam keadaan i Kembali ke keadaan yang sama dengan i dengan n langkah. (Zeng L, dkk, 2020)

Sebuah state dapat membuat i recurrent jika dan hanya jika $\sum_{n=1}^{\infty} p_{ii}^n = \infty$. Kemudian sebuah state i dikatakan recurrent positif apabila $\mu_1 < \infty$, dimana μ_1 menunjukkan rata-rata waktu recurrent pada state i

Sehingga, Apabila pada semua state i dikatakan recurrent dan aperiodic maka

$$\lim_{n \rightarrow \infty} p_{ii}^n = \frac{1}{\mu_1}$$

Lalu, apabila dalam rantai Markov merupakan recurrent positif dan aperiodic, maka berlaku batas probabilitas π_j

$$\lim_{x \rightarrow \infty} p_{ij}^n = \pi_j > 0, (i, j = 0, 1, 2, \dots)$$

Dimana persamaan tersebut independent kepada awal state i , dimana $(\pi_j, j = 0, 1, 2, \dots)$ merupakan suatu solusi yang positif dan unik dari

$$\pi_j = \sum_{i=0}^{\infty} \pi_i P_{ij}, (j = 0, 1, 2, \dots)$$

$$\sum_{j=0}^{\infty} \pi_j = 1$$

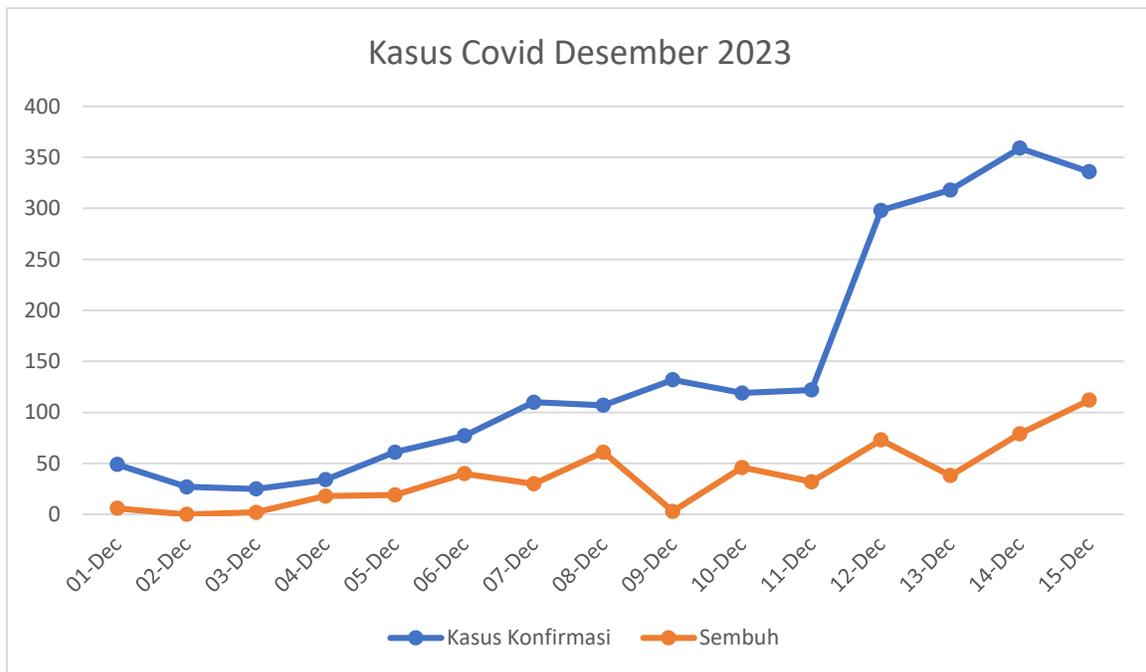
π_j merupakan distribusi stationer untuk state j (Osaki S, 2012). Distribusi stasioner menunjukkan kecenderungan probabilitas dalam waktu yang lama sehingga merupakan hal yang independent terhadap keadaan (state) awal

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengambil data covid 19 dari 1 Desember 2023 hingga 15 Desember 2023. Data yang diambil meliputi jumlah pasien yang terkonfirmasi Covid dan pasien yang sembuh dari Covid 19. Data akan ditunjukkan pada **Tabel 1** dan **Gambar 1**

Tabel 1. Jumlah Kasus Covid 19 Periode 1 – 15 Desember 2023 (Kemenkes, 2023)

Tanggal	Kasus Konfirmasi	Sembuh
1/12	49	6
2/12	27	0
3/12	25	2
4/12	34	18
5/12	61	19
6/12	77	40
7/12	110	30
8/12	107	61
9/12	132	3
10/12	119	46
11/12	122	32
12/12	298	73
13/12	318	38
14/12	359	79
15/12	336	112



Gambar 1. Jumlah Kasus Covid 19 Periode 1 – 15 Desember 2023 (Kemenkes, 2023)

Berdasarkan kasus diatas maka dilakukan Analisa rantai Markov pada kasus konfirmasi dan kasus sembuh untuk melihat prediksi kedepan. *State space* dari penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu 0

untuk kasus yang berkurang dari hari yang sebelumnya, 1 untuk kasus covid yang bertambah dengan kasus sebelumnya. Pergerakan space state dapat masuk dalam salah satu kategori berikut

- a. $0 \rightarrow 0$ berarti jumlah kasus berkurang ke jumlah kasus berkurang
- b. $0 \rightarrow 1$ berarti jumlah kasus berkurang ke jumlah kasus bertambah
- c. $1 \rightarrow 0$ berarti jumlah kasus bertambah ke jumlah kasus berkurang
- d. $1 \rightarrow 1$ berarti jumlah kasus bertambah ke jumlah kasus bertambah

Dari hasil pergerakan *space state* tersebut karena data tersebut bersifat aperiodic dan recurrent positif maka dapat dilakukan perhitungan distribusi stasioner untuk menganalisis perubahan *state* pada kasus

3.1. Distribusi stasioner rantai Markov pada Kasus Konfirmasi

Pada Kasus Konfirmasi didapatkan perubahan *state* sebagai berikut

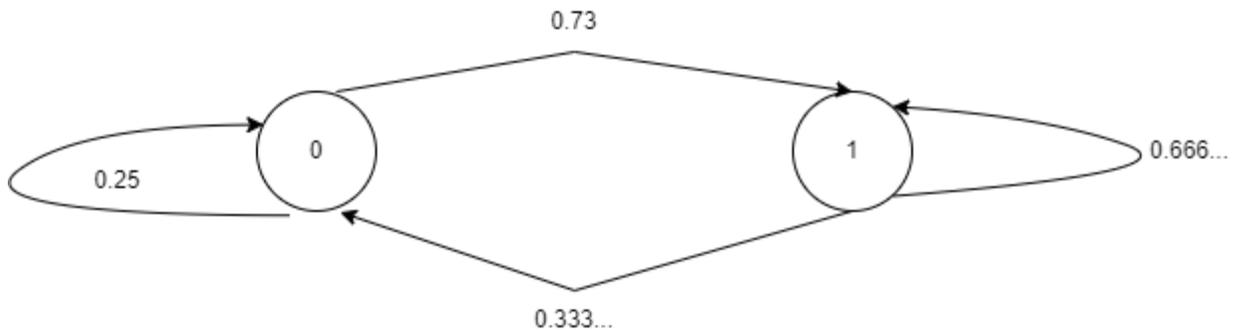
$$n_0 = 4$$

$$n_1 = 9$$

Berdasarkan data dan kasus maka kita dapat membuat transisi probabilitas sebagai berikut

$0 \rightarrow 0 = 1$	$1 \rightarrow 0 = 3$
$0 \rightarrow 1 = 3$	$1 \rightarrow 1 = 6$
$P_{00} = \frac{1}{4}$	$P_{10} = \frac{3}{9}$
$P_{01} = \frac{3}{4}$	$P_{11} = \frac{6}{9}$

Dan dapat dibentuk *state transition diagram* dapat dilihat di **Gambar 2**.



Gambar 2. *State Transition Diagram* untuk jumlah kasus konfirmasi covid-19

Maka matrix probabilitas transisi adalah

$$P = \begin{bmatrix} \frac{1}{4} & \frac{3}{9} \\ \frac{3}{4} & \frac{6}{9} \end{bmatrix}$$

Bentuk dari rantai Markov ini adalah aperiodic dan recurrent positif sehingga persamaan distribusi stasioner dapat digunakan untuk menganalisa kasus konfirmasi Covid 19 yakni

$$\pi = [\pi_0, \pi_1] = \left[\frac{4}{13}, \frac{9}{13}\right]$$

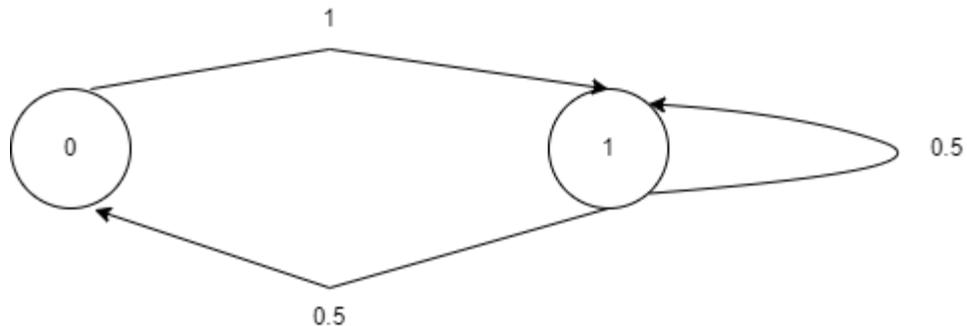
Berdasarkan dari hasil diatas maka berdasarkan kasus konfirmasi dari tanggal 1 Desember 2023 sampai 15 Desember 2023, Probabilitas kasus covid akan menurun adalah $\frac{4}{13} \approx 30,8\%$ dan probabilitas kasus covid akan meningkat adalah $\frac{9}{13} \approx 69.2\%$. Hasil ini dapat mengalami perubahan apabila terjadi perubahan pola kasus Covid-19

3.2. Distribusi stasioner rantai Markov pada kasus sembuh

Pada kasus sembuh didapatkan perubahan *state* sebagai berikut

$$\begin{aligned} n_0 &= 5 \\ n_1 &= 8 \\ 0 \rightarrow 0 &= 0 & 1 \rightarrow 0 &= 4 \\ 0 \rightarrow 1 &= 5 & 1 \rightarrow 1 &= 4 \\ P_{00} &= 0 & P_{10} &= \frac{4}{8} \\ P_{01} &= \frac{5}{5} & P_{11} &= \frac{4}{8} \end{aligned}$$

Dan dapat dibentuk *state transition diagram* dapat dilihat di **Gambar 3**



Gambar 3. *State Transition Diagram* untuk jumlah kasus sembuh covid-19

Maka matrix probabilitas transisi adalah

$$P = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{2} \\ 1 & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$$

Sama seperti di perhitungan kasus konfirmasi, Rantai Markov berbentuk aperiodic dan recurrent positif sehingga persamaan distribusi stasioner dapat digunakan untuk menganalisa kasus kesembuhan covid 19

$$\pi = [\pi_0, \pi_1] = \left[\frac{1}{2}, \frac{1}{2} \right]$$

Berdasarkan dari hasil diatas maka berdasarkan kasus sembuh dari tanggal 1 Desember 2023 sampai 15 Desember 2023, Probabilitas penderita covid yang sembuh akan menurun adalah $\frac{1}{2} = 50\%$ dan probabilitas penderita covid yang sembuh akan meningkat adalah $\frac{1}{2} = 50\%$. Hasil ini dapat mengalami perubahan pola dalam menangani pasien covid seperti terjadi perubahan jumlah fasilitas kesehatan untuk merawat covid dan tingkat kepatuhan penderita dalam meminimum obat selama terapi

4 KESIMPULAN

Pada pembahasan dari makalah ini, seluruh kasus harian Covid-19 dari 1 Desember 2023 sampai 15 Desember 2023 dilakukan Analisis dengan distribusi stationer menggunakan rantai Markov dengan tujuan melihat kecenderungan kasus harian baik dari konfirmasi maupun yang sembuh. Dari hasil analisis yang dilakukan dari 1 Desember 2023 sampai 15 Desember 2023 dapat ditarik kesimpulan bahwa prediksi dari jangka panjang kasus konfirmasi covid-19 akan menurun sebesar 30,8% dan prediksi jangka panjang kasus konfirmasi covid -19 akan meningkat sebesar 69,2%. Terdapat nilai prediksi jangka panjang yang sama untuk penderita covid-19 mengalami peningkatan dan penurunan kesembuhan yaitu 50%. Melihat prediksi jangka Panjang dimana kasus Covid-19 akan meningkat maka diharapkan dari penelitian ini pemerintah atau kementerian kesehatan untuk mempersiapkan ketersediaan fasilitas Kesehatan dalam menghadapi lonjakan Covid-19 di akhir tahun ini.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal

- Aldila D, Padma H, Khotimah K, Desjwiandra B, and Tasman H (2018). *Analyzing The Mers Disease Control Strategy Through An Optimal Control Problem. International Journal Applied Mathematics Computer Science* 28 0013
- Azizah A, Welastika R, Falah A N, Ruchjana B N, and Abdullah A S (2019) *An Application of Markov Chain for Predicting Rainfall Data at West Java using Data Mining Approach IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 303 012026
- Balana A R, Gross D, and Soland R M. (1989) *Optimal Provisioning for Single-Echelon Repairable Item Inventory Control in a Time-Varying Environment IIE Transactions*, vol.21, no.3, pp.202-212.
- Diah H., Dwi RH, Fathiyah I., Erlina B., Heidi A. (2020). Penyakit Virus Corona 2019. *J Respir Indo.* 2020; 40(2): 119-29
- Girma A.(2023) *The Many Mutations of the COVID-19 Variant: Current Perspectives on EG.5/Eris. Environ Health Insights.* 2023 Dec 9;17:11786302231217805. doi: 10.1177/11786302231217805. PMID: 38084254; PMCID: PMC10710748.
- Sianturi P. (2018). *Model Epidemik Stokastik Penyebaran Demam Berdarah Dengue di Jawa Barat.* Prosiding Seminar Hasil-Hasil PPM IPB 1

Purba KF, Sihombing L & Salmiah. (2013). *Estimasi Pangsa Pasar dari Berbagai Jenis Produk Mie Instan dengan Menggunakan Rantai Markov di Kota Medan*. Journal of Agriculture and Agribusiness Socioeconomics. 2(1): 15357.

Zeng L, Gao J, Lv L, Zhang R, Tong L, Zhang X, Huang Z, and Zhang Z. (2020). *Markov-chain based probabilistic approach to optimize sensor network against deliberately released pollutants in buildings with ventilation systems*. Building and Environment <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106534>.

Buku

Gagniuc, Paul A. (2017). *Markov Chains: From Theory to Implementation and Experimentation*. USA, NJ: John Wiley & Sons. ISBN 978-1-119-38755-8.

Subanar (2022). *Pengantar Probabilitas*. Universitas Terbuka. ISBN 978-623-480-598-7

Osaki S. (2012). *Applied Stochastic System Modeling*. Springer Berlin Heidelberg. ISBN 9783642846816, 3642846815

Website

Kemenkes. 2023. *InfeksiEmerging: Media Informasi Resmi Terkini Penyakit Infeksi Emerging*. https://infeksiemerging.kemkes.go.id/dashboard/covid-19?start_date=2023-12-01&end_date=2023-12-16