

**MATRIKS PELUANG TRANSISI RANTAI MARKOV
KASUS COVID-19 DI KOTA BATAM**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Matematika**

Oleh:

GABY WILANDA TEACHER

08011381722100



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**MATRIKS PELUANG TRANSISI RANTAI MARKOV
KASUS COVID-19 DI KOTA BATAM**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Matematika**

Oleh

**GABY WILANDA TEACHER
NIM. 08011381722100**

Pembimbing Pembantu

Dr. Ir. Herlina Hanum, M.Si
NIP. 19650108 199003 2 007

**Indralaya, Januari 2022
Pembimbing Utama**

Dr. Dian Cahyawati S., M.Si
NIP. 19730321 200012 2 001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika**



Dr. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 19580727 198603 1003

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Gaby Wilanda Teacher

NIM : 08011381722100

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis dengan benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Palembang, 22 Februari 2022

Penulis



Gaby Wilanda Teacher

NIM.08011381722100

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Gaby Wilanda Teacher
NIM : 08011381722100
Fakultas/Jurusan : MIPA/Matematika
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Matriks Peluang Transisi Rantai Markov Kasus Covid-19 di Kota Batam”. Dengan hak bebas *royalty* non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Palembang, 22 Februari 2022

Yang menyatakan,



Gaby Wilanda Teacher

NIM. 08011381722100

LEMBAR PERSEMBAHAN

MOTTO

“Barang siapa bertaqwa kepada Allah maka Dia akan menjadikan jalan keluar baginya, dan memberinya rezeki dari jalan yang tidak ia sangka, dan barang siapa yang bertawaqal kepada Allah maka cukuplah Allah baginya, Sesungguhnya Allah melaksanakan kehendak-Nya, Dia telah menjadikan untuk setiap sesuatu kadarnya.”

(Q.S Ath-Thalaq: 2-3)

“Dan balaslah kejahatan itu dengan kebaikan”

(Q.S Ar-Ra’d: 22)

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

- ◆ ALLAH SWT**
- ◆ Nenek tersayang**
- ◆ Kedua Orang tua tersayang**
- ◆ Saudaraku**
- ◆ Dosenku**
- ◆ Teman Seperjuangan**
- ◆ Almamaterku**

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah *rabbi'l'amin*, puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayahnya dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Matriks Peluang Transisi Rantai Markov Kasus Covid-19 di Kota Batam**”.

Pada kesempatan baik ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kedua Orang tua yang penulis hormati yaitu Bapak **Eddy S** dan Ibu **Wita Kusmiati** yang selalu memberikan kasih sayang, mendidik, menasehati, semangat serta doa yang selalu dipanjatkan pada Allah kepada penulis. Penyelesaian skripsi ini mendapat bantuan dari berbagai pihak yang terkait. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Ibu **Dian Cahyawati Sukanda, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama dan Sekertaris Jurusan Matematika yang telah meluangkan waktu, memberikan perhatian, arahan, motivasi, kritik dan saran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Ibu **Dr. Ir. Herlina Hanum, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Pembantu yang juga meluangkan waktunya, membimbing, memberikan kritik serta saran kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

4. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan kritik serta saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu **Dr. Yulia Resti, M.Si** dan Ibu **Anita Desiani, M.Kom** selaku Ketua dan Sekretaris yang membantu pada pelaksanaan seminar dan sidang sarjana.
6. Ibu **Novi Rustiana Dewi, S.Si., M.Si** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran, motivasi dan memberikan bantuan kepada penulis.
7. Seluruh **Staf Dosen Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya** yang telah membantu selama proses perkuliahan.
8. Bapak **Irwansyah** selaku admin dan Ibu **Hamidah** selaku tata usaha Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah membantu selama proses perkuliahan.
9. Nenekku **Maisyah** dan Adikku **Widi Respita Sari** yang senantiasa memberikan nasehat, doa serta semangat kepada penulis.
10. Sahabat- sahabatku **Hanifah, Rahmi, Dewi, Aulia** yang selalu menemani, memberikan semangat, motivasi, dan doa kepada penulis.
11. Para sahabat seperjuanganku **Fretti, Reni I, Siti, Reni Destriyanti, Azizah, Septi, Rizma, Rina, Nadya, Melda, Diyaz dan Sari** yang selalu ada selama masa perkuliahan, memberikan semangat, saran, bantuan, dukungan dan doa kepada penulis.
12. Teman-teman seperjuangan **Angkatan 2017** atas kebersamaan dalam menuntut ilmu di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.

13. Semua pihak yang tidak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak keterbatasan ilmu dan kemampuan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu bagi pembaca.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Batam, Oktober 2021

Penulis

MARKOV CHAIN TRANSITION PROBABILITY MATRIX FOR COVID-19 CASES IN BATAM CITY

By:

Gaby Wilanda Teacher
08011381722100

ABSTRACT

This study aims to analyze, determine matrix-step transition probability, and determine the transition probability at conditions steady state for asymptomatic cases and suspected cases Covid-19 in Batam City. The Method using discrete time Markov Chain analysis. The data analyzed was obtained from daily Covid-19 positive case data from Press Release Lawan Corona Batam from January 1, 2021 to June 30, 2021. The results of the Markov Chain analysis with three states namely stagnant state, decrease state and increase state with 3×3 dimension in asymptomatic cases and suspected cases. The Markov Chain Classification of these two cases is ergodic, so that the transition probability can be determined for conditions *steady state*. The transition probability of conditions steady state or when stationary in asymptomatic cases for stagnant state, decrease state and increase state is 0,067; 0,483; and 0,450. The transition probability of conditions steady state or when stationary in suspect cases for stagnant state, decrease state and increase state is 0,107; 0,408; and 0,485. These results of asymptomatic cases tend to decrease, while suspect cases tend to increase.

Keywords: *Asymptomatic, Covid-19, Markov Chain, Suspect.*

MATRIKS PELUANG TRANSISI RANTAI MARKOV KASUS COVID-19 DI KOTA BATAM

Oleh:

Gaby Wilanda Teacher
08011381722100

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis, menentukan matriks peluang transisi satu langkah, dan menentukan peluang transisi kondisi *steady state* untuk kasus asimtomatik dan kasus suspek Covid-19 di Kota Batam. Menggunakan metode analisis Rantai Markov waktu diskrit. Data yang dianalisis diperoleh dari *Press Release* Lawan Corona Batam yaitu kasus positif Covid-19 harian mulai tanggal 1 Januari 2021 sampai 30 Juni 2021. Hasil analisis Rantai Markov untuk tiga *state* yaitu *state* tetap, *state* turun dan *state* naik membentuk matriks peluang transisi berukuran 3×3 untuk kasus asimptomatik dan kasus suspek. Klasifikasi Rantai Markov dari kedua kasus ini bersifat *ergodic*, sehingga dapat ditentukan peluang transisi untuk kondisi *steady state*. Peluang transisi pada kondisi *steady state* atau waktu stasioner untuk kasus asimptomatik berturut-turut pada *state* tetap, *state* turun dan *state* naik adalah 0,067; 0,483; dan 0,450. Peluang transisi pada kondisi *steady state* atau waktu stasioner untuk kasus suspek berturut-turut pada *state* tetap, *state* turun dan *state* naik adalah 0,107; 0,408; dan 0,485. Hasil ini menunjukkan kasus asimptomatik cenderung mengalami penurunan, sedangkan kasus suspek cenderung mengalami kenaikan.

Kata Kunci: *Asimptomatik, Covid-19, Rantai Markov, Suspek.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Proses Stokastik	6
2.2 Rantai Markov	6
2.3 Matriks Peluang Transisi	7
2.4 Peluang Transisi n -Langkah	8
2.5 Klasifikasi <i>State</i>	8

2.6	Vektor Keadaan.....	11
2.7	Peluang <i>Steady State</i>	11
2.8	Limit Peluang Rantai Markov	12
2.9	COVID-19	13
2.10	Gambaran Umum Kota Batam dan Karakteristik Data COVID-19 ..	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		18
3.1	Waktu dan Tempat.....	18
3.2	Alat.....	18
3.3	Metode Penelitian	18
3.2.1	Sumber Data	18
3.2.2	Variabel Penelitian	18
3.4	Analisis Data	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Deskripsi Data Covid-19 Kota Batam	21
4.2	Penerapan Analisis Proses Stokastik Rantai Markov	24
4.2.1	Rantai Markov Kasus Asimptomatik	24
4.2.2	Rantai Markov Kasus Suspek.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....		50
LAMPIRAN		53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Klasifikasi Covid-19 Berdasarkan Jenis Kelamin	21
Tabel 4.2 Klasifikasi Covid-19 Berdasarkan Usia	22
Tabel 4.3 Klasifikasi Covid-19 Berdasarkan Pekerjaan	22
Tabel 4.4 Klasifikasi Covid-19 Berdasarkan Kecamatan	23
Tabel 4.5 Data Kasus Asimtomatik	24
Tabel 4.6 Frekuensi Kasus Asimptomatik Berdasarkan Perubahan <i>State</i>	25
Tabel 4.7 Peluang Transisi Kasus Asimptomatik	26
Tabel 4.8 Data Kasus Suspek	36
Tabel 4.9 Frekuensi Kasus Suspek Berdasarkan Perubahan <i>State</i>	36
Tabel 4.10 Peluang Transisi Kasus Suspek	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1 Diagram Transisi Kasus Asimtomatik	27
Gambar 4.2 Diagram Transisi Kasus Suspek	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Kasus Covid-19 Kota Batam.....	53
Lampiran 2. <i>Syntax</i> Program R Studio Kasus Asimptomatik	56
Lampiran 3. <i>Syntax</i> Program R Studio Kasus Suspek	59
Lampiran 4. Data Klasifikasi Kasus Covid-19 Kota Batam.....	62
Lampiran 5. Klasifikasi Kasus Covid-19 Kota Batam.....	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses stokastik merupakan proses yang dilakukan untuk menghasilkan model stokastik dari sekumpulan kejadian yang berubah dari waktu ke waktu. Rantai Markov adalah metode yang memenuhi karakteristik Rantai Markov dalam memodelkan proses stokastik. Karakteristik Rantai Markov yaitu kejadian dari suatu pengamatan hanya tergantung pada kejadian di masa akan datang dan tidak tergantung pada kejadian sebelumnya. Rantai Markov waktu diskrit merupakan Rantai Markov dengan parameter waktu diskrit. Rantai Markov terdefinisi oleh sebuah matriks peluang transisi. Matriks peluang transisi merupakan suatu matriks perubahan peluang dari *state i* menuju *state j* dengan *state* merupakan keadaan. Proses Markov akan menuju kondisi *steady state* artinya setelah proses berjalan selama beberapa periode, peluang yang dihasilkan konstan disebut peluang *steady state* (Ross, 2010).

Aplikasi Rantai Markov diterapkan untuk memodelkan barisan observasi dan menganalisis perubahan yang akan terjadi pada masa akan datang (Rofiroh dan Salim., 2020). Menurut Aritonang dkk (2020) salah satu penerapan Rantai Markov yaitu model penularan virus. Beberapa penelitian terkait itu adalah virus *citrus tristeza* pada tanaman, ebola dan virus H1N1. Penelitian – penelitian tersebut, menggunakan model Rantai Markov dengan waktu yang kontinu.

Covid-19 atau Pneumonia Coronavirus Disease 19 merupakan penyakit pernapasan akut ditandai dengan gagal paru – paru dan pneumonia yang disebabkan oleh SARS-CoV-2 yang bersifat menular (Fatoni dan Rakhmatullah, 2021). Virus menyebar secara langsung atau tidak langsung melalui percikan yang dikeluarkan saat bersin, batuk atau berbicara dan memiliki karakteristik kecepatan penyebaran yang tinggi. Penyebaran Covid-19 di Indonesia mulai bulan Maret 2020. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menetapkan pandemi Wabah Covid-19 pertama kali berada di Kota Wuhan, China pada 1 Desember 2019 (World Health Organization, 2020).

Menurut keputusan Menteri Kesehatan No. Hk.01.07/Menkes/413/2020 perubahan definisi kasus Covid-19 sebelumnya adalah Orang Dalam Pemantauan, Pasien Dalam Pengawasan, Orang Tanpa Gejala menjadi kasus suspek merupakan orang dengan keluhan batuk pilek, demam dan sakit tenggorokan yang pernah melakukan perjalanan ke wilayah transmisi atau kontak langsung penderita Covid-19, kasus *probable*, kasus konfirmasi yaitu asimtomatik menunjukkan tidak ada gejala dan simptomatik menunjukkan adanya gejala, kontak erat, pelaku perjalanan, *discarded*, selesai isolasi dan kematian (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Penerapan konsep bidang matematika dan statistika tentang kasus Covid-19 di berbagai daerah sangat banyak dan telah dipublikasi. Beberapa penelitian antara lain Martina dkk, (2020) tentang analisis kenaikan pasien Covid-19 di Indonesia dengan Rantai Markov yang dilakukan pada tanggal 11 Maret 2020 sampai 24 April 2020 terdiri dari pasien sembuh, pasien positif dan pasien meninggal dengan enam

state. Penelitian Aritonang dkk, (2020) tanggal 19 Maret 2020 sampai 31 Mei 2020 berlaku kebijakan PSBB hasil menunjukkan terdapat kenaikan kasus positif Covid-19 sebesar 349,64 orang. Penelitian Achmad et al. (2021) menggunakan distribusi stasioner Rantai Markov untuk memperoleh probabilitas jangka panjang terdiri dari tiga *state* yaitu naik, turun dan tetap pada periode Maret sampai November 2020 di Indonesia. Penelitian Akbar et al. (2021) menerapkan Model VARIX dengan data tidak stasioner untuk memperoleh hubungan antara angka positif Covid-19 dan laju pertumbuhan populasi pada periode April 2020. Penelitian Suryaningrat dkk, (2021) menerapkan model Rantai Markov waktu diskrit menunjukkan hasil prediksi tanggal 10 Mei 2020 diperkirakan akan tetap tinggi sebelum Covid-19 mereda.

Penyebaran virus Covid-19 telah memasuki semua wilayah di Indonesia termasuk Kota Batam yang terkena dampak penyebaran virus ini. Batam merupakan kota wisata terletak di jalur pelayaran Internasional dan memiliki letak strategis sehingga menjadi pintu masuk kunjungan wisatawan mancanegara (Sihombing, 2021). Bandar Udara menjadi pintu masuk dan tempat ramai yang rentan terjadinya penularan virus. Salah satu faktor yaitu adanya pergerakan manusia dari satu tempat ke tempat lainnya yang mengakibatkan penyebaran Covid-19 secara cepat (Siregar dkk, 2021).

Sejak 2 April 2020 pemerintah mengeluarkan larangan sementara bagi orang asing masuk ke wilayah NKRI. Hal ini mengakibatkan adanya penurunan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Batam dari tahun sebelumnya (Siregar dkk, 2021). Pada tanggal 19 Maret 2020 Walikota Batam

mengkonfirmasi kasus Covid-19 pertama di Kota Batam (Corona Batam, 2021). Kota Batam menjadi satu-satunya wilayah transmisi lokal di Kepulauan Riau mencapai 667 kasus, 32 kasus kematian dan 378 pasien yang dinyatakan sembuh hingga tanggal 31 Agustus 2020 (Siregar dkk, 2021).

Berdasarkan banyaknya kasus Covid-19 dengan kriteria asimtomatik dan suspek di Kota Batam, diperlukan langkah penanganan untuk mengurangi penambahan atau penyebaran kasus Covid-19. Salah satu upaya penanganan atau peran serta dapat dilakukan adalah memprediksi peluang transisi kasus konfirmasi Covid-19. Hasil prediksi diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai tambahan informasi untuk menentukan kebijakan yang berkaitan dengan penurunan kasus di Kota Batam. Penelitian ini menganalisis kasus Covid-19 dengan tujuan untuk menentukan matriks peluang transisi dan mendapatkan peluang transisi kasus positif Covid-19 hingga kondisi *steady state* atau saat waktu stasioner berdasarkan konsep proses stokastik Rantai Markov.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk matriks peluang transisi kasus terkonfirmasi positif Covid-19 di Kota Batam pada kriteria asimtomatik dan suspek?
2. Klasifikasi *state* Rantai Markov apa saja yang dipenuhi oleh data kasus terkonfirmasi positif Covid-19 di Kota Batam pada kriteria asimtomatik dan suspek?

3. Berapa peluang transisi kondisi *steady state* atau waktu stasioner untuk kasus terkonfirmasi positif Covid-19 pada kriteria asimtomatik dan suspek?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada data kasus positif Covid-19 di Kota Batam dengan kriteria asimtomatik dan suspek dari bulan Januari 2021 sampai Juni 2021 yang diperoleh dari website resmi Kota Batam yaitu *Press Release* Lawan Corona (<https://lawancorona.batam.go.id>).

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian adalah :

1. Memperoleh bentuk matriks peluang transisi kasus positif Covid-19 di Kota Batam pada kriteria asimtomatik dan suspek.
2. Mengidentifikasi klasifikasi Rantai Markov dari kasus positif Covid-19 di Kota Batam pada kriteria asimtomatik dan suspek.
3. Mendapatkan nilai peluang transisi kondisi *steady state* atau waktu stasioner kasus positif Covid-19 pada kriteria asimtomatik dan suspek.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah bahan referensi penerapan konsep dan teori dalam proses stokastik khususnya tentang Rantai Markov waktu diskrit.
2. Memberikan alternatif pertimbangan kepada Gugus Lawan Corona Kota Batam terkait usaha yang dilakukan selama pandemi dalam mencegah penyebaran Covid-19.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, A. L. H., Mahrudinda, & Ruchjana, B. N. (2021). Stationary distribution Markov chain for Covid-19 pandemic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1722, 012084.
- Akbar, M. F., Octaviany, E., Toharudin, T., & Ruchjana, B. N. (2021). The application of vector autoregressive integrated with exogenous variable to model the relationship between covid-19 positive numbers with population growth rate. *Journal of Physics: Conference Series*, 1722, 012081.
- Anisa, A., Jaya, A. K., & Sunarti, S. (2018). Analisis hidden markov model untuk segmentasi barisan dna. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 13(1), 55–65.
- Aritonang, K. dkk. (2020). Analisis penambahan pasien covid-19 di indonesia menggunakan metode Rantai Markov. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(2), p69–76.
- Bakri, N. J. (2018). *Analisis persaingan industri televisi berbayar menggunakan Rantai Markov*. Skripsi Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, Makassar.
- Chen, N. *et al.* (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The Lancet*, 395(10223). 507–513.
- Corona Batam, L. (2021). *Press release gugus tugas covid-19 Kota Batam*.
- Fatoni, A. Z. & Rakhmatullah, R. (2021). Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) pada Pneumonia COVID-19. *Journal of Anaesthesia and Pain*, 2(1). 11–24.
- Firdaniza, Gusriani, N., & Suryamah, E. (2016). Distribusi stasioner rantai markov untuk prediksi curah hujan di wilayah Jawa Barat. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 1(11), 1035–1050.
- Giawa, F., 2020. *Penggunaan rantai markov orde dua untuk menganalisis penjualan dan persaingan dua merek air mineral dalam kemasan botol selama masa pandemi COVID-19 di Kota Medan*. Skripsi Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan.
- Hakimah, M., Kurniawan, M. & Muhima, R. R. (2020). Pemodelan jumlah kasus baru covid-19 di masa kenormalan baru menggunakan metode pencocokan kurva. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VIII 2020*. 361–368.

- Hiller, F. S. & Lieberman, G. J. (2001). *Introduction To Operations Research*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Ihsan, H., & Sanusi, W. (2019). *Peramalan pola curah hujan di Kota Makassar menggunakan model rantai markov*. 2(1), 19–30.
- Kementerian Kesehatan RI. (2020). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MenKes/413/2020 Tentang Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Corona Virus Disease 2019 (Covid-19)*.
- Kintama, A. Y. (2020). *Bimbingan skripsi daring selama pademi covid-19 pada mahasiswa pgsd uwks : hambatan dan solusi*. Skripsi Jurusan Pendidikan Guru dan Sekolah Dasar Fakultas Bahasa dan Sains. Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Surabaya.
- Makmun, A. & Hazhiyah, S. F. (2020). Tinjauan terkait pengembangan vaksin covid 19. *Molucca Medica*, 13. 52–59.
- Martina, A., Muhtarulloh, F., Awalludin, A. S., & Cahyandari, R. (2020). Membangun matriks peluang transisi markov multivariat dan analisisnya pada data covid-19 di Indonesia. 1–9.
- Rofiroh, F. D. N. F. & Salim. (2020). Aplikasi rantai markov pada prediksi hari bersalju di beberapa Kota Amerika Serikat. 2(2). 131–141.
- Ross, S. M. 2010. *Introduction to Probability Models*, 10nd ed. Los Angeles: Elsevier Inc.
- Sihombing, D. A. (2021). *Analisis niat kunjungan kembali wisatawan domestik ke kota batam*. 04(2), 143–156.
- Siregar, P. A., Ashar, Y. K., & Sakilla, M. (2021). *Manajemen surveilans Covid-19 di wilayah kerja Bandar Udara Internasional Hang Nadim. The Covid-19 surveillance management process at Hang Nadim International Airport*. 6(2), 73–81.
- Sumampouw, J. O. (2020). Pelaksanaan protokol kesehatan corona virus disease 2019 oleh masyarakat di Kabupaten Minahasa Tenggara. *Pelaksanaan Protokol Kesehatan Corona Virus Disease 2019 Oleh Masyarakat Di Kabupaten Minahasa Tenggara*, 1(3), 80–86.
- Suryaningrat, W., Munandar, D., Maryati, A., Abdullah, A. S., & Ruchjana, B. N. (2021). Posted prediction in social media base on Markov chain model: twitter dataset with covid-19 trends. *Journal of Physics: Conference Series*, 1722, 012001.
- Taylor, H. M., & Karlin, S. (1998). *An Introduction To Stochastic Modeling*. 3rd ed. San Diego: Academic Press.

World Health Organization. (2020). Covid-19 Situation Report. *World Health Organization*, 31(2), 61–66.