

ANALISIS PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI MAHASISWA FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS UDAYANA MENGGUNAKAN RANTAI MARKOV

Wirya Chandra Adiwijaya¹, Ni Putu Amaylia Pradnyandari², Fauziah Nurhasna Ningsih³, Maruli Simatupang⁴, Made Ayu Dwi Octavanny^{5§}

¹Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Udayana [Email: wiryachandra662@gmail.com]

²Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Udayana [Email: niputuamaylia183@gmail.com]

³Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Udayana [Email: fauziahningsih73@gmail.com]

⁴Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Udayana [Email: marudisimatupang@gmail.com]

⁵Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Udayana [Email: octavanny@unud.ac.id]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

Student mobility on university campuses often depends on multiple transportation options that may shift over time. This study analyzes the dynamics of transportation mode choices among undergraduate students of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences at Udayana University using a discrete-time Markov chain approach. The research aims to identify weekly transition patterns among four transportation modes, namely private vehicles, public transportation, online transportation, and walking, and to estimate their long-term usage probabilities. Primary data were obtained through a structured questionnaire distributed to 114 students selected using proportional simple random sampling. The observed transition frequencies were used to construct a one-step transition matrix, whose stochastic properties were then assessed to ensure ergodicity before computing the steady-state distribution to identify the long-run behavioral tendencies. The results indicate that private vehicles remain the dominant mode of transportation both in the current period and in long-term projections, with a steady-state probability of 77.05 percent, while the other modes contribute relatively small proportions. These findings suggest a strong reliance on private transportation among students and highlight the need for improved mobility planning, strengthened alternative transportation options, and the development of more sustainable mobility strategies within the campus environment.

Keywords: *transportation mode choice, Markov chain, transition matrix, steady-state distribution, student mobility*

1. PENDAHULUAN

Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana memiliki populasi besar dengan mobilitas tinggi, sehingga terdapat urgensi untuk melakukan kajian terhadap preferensi penggunaan moda transportasi. Berdasarkan hasil penelitian, pilihan mahasiswa terhadap moda transportasi terbagi menjadi empat kategori, yaitu kendaraan pribadi, angkutan umum, layanan transportasi online, dan berjalan kaki. Hasil survei menunjukkan bahwa mahasiswa cenderung mengalami perubahan dalam pemilihan moda transportasi dari satu minggu ke minggu selanjutnya, sehingga pendekatan matematis diperlukan untuk mendeskripsikan dinamika perpindahan moda transportasi secara terstruktur. Metode rantai Markov

merupakan pendekatan yang tepat untuk mengkaji perubahan preferensi moda transportasi karena metode ini mampu memodelkan probabilitas transisi dari satu kondisi ke kondisi lain. Model rantai Markov mampu memberikan proyeksi probabilitas untuk setiap moda transportasi melalui matriks probabilitas transisi yang disusun berdasarkan data perpindahan moda.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Arpan dan Dewi (2018) tentang perpindahan brand ojek online di Lampung dengan rantai Markov menunjukkan adanya kecenderungan perpindahan konsumen antar merek transportasi online (Gojek, Grab, dst.). Hasil penelitian mengindikasikan bahwa tingkat loyalitas konsumen Gojek relatif rendah,

ditunjukkan oleh probabilitas perpindahan yang cukup tinggi (60%) dan attrition rate sebesar 15%, sehingga persaingan antar penyedia transportasi online di Kota Bandar Lampung berlangsung cukup dinamis. Dengan demikian, penerapan rantai Markov juga dapat digunakan untuk memahami tren mobilitas mahasiswa terkait pemilihan moda transportasi dalam jangkauan yang lebih luas dari lingkup transportasi online.

Kajian ini diarahkan pada cara mahasiswa FMIPA Universitas Udayana dalam menentukan moda transportasi untuk keperluan mobilitas sehari-hari. Penentuan preferensi moda transportasi yang digunakan mahasiswa tidak tetap, karena disesuaikan dengan tujuan dan kebutuhan mahasiswa. Oleh karena itu, transisi moda transportasi akan dianalisis menggunakan rantai Markov, serta hasil model rantai Markov dimanfaatkan untuk menggambarkan perpindahan moda transportasi dari satu periode ke periode berikutnya berdasarkan peluang transisi yang terbentuk dari data empiris.

Di samping itu, kajian ini tidak hanya menekankan pada transisi jangka pendek, melainkan kecenderungan pada transisi jangka panjang. Oleh karena itu, distribusi jangka panjang dari model rantai Markov digunakan untuk memberikan petunjuk mengenai moda transportasi yang memiliki probabilitas tertinggi untuk menjadi pilihan dominan mahasiswa. Hasil distribusi yang diperoleh akan digunakan untuk mengetahui moda transportasi paling dominan dalam mobilitas mahasiswa di masa mendatang serta pengaruh hasil analisis terhadap perancangan fasilitas transportasi.

Kajian ditekankan pada upaya memahami kecenderungan mahasiswa dalam menentukan moda transportasi serta dinamika perubahan yang berlangsung. Pendekatan rantai Markov diterapkan sebagai instrumen untuk mengkaji perubahan pemilihan moda transportasi secara berkala dan keterkaitan antar moda transportasi melalui probabilitas transisi yang diperoleh. Melalui pemetaan rantai Markov, kajian ini menyajikan gambaran mengenai moda transportasi yang cenderung dominan dalam jangka panjang berdasarkan perilaku nyata mahasiswa. Selain itu, kajian ini diarahkan untuk menyelidiki moda transportasi yang cenderung menjadi pilihan dalam jangka panjang melalui perhitungan distribusi jangka panjang dari model rantai Markov.

Analisis pemilihan moda transportasi mahasiswa dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa asumsi utama terkait karakteristik rantai Markov. Model ini mengasumsikan bahwa proses pemilihan moda bersifat ergodik, yang berarti setiap state atau kategori transportasi bersifat recurrent, aperiodik, dan saling

berkomunikasi satu sama lain. Sifat aperiodik diasumsikan karena mahasiswa memiliki probabilitas untuk tetap menggunakan moda yang sama pada periode berikutnya sehingga waktu kembali ke state semula tidak memiliki pola kelipatan tertentu. Selain itu, matriks transisi yang disusun diasumsikan bersifat irreducible, yang menunjukkan bahwa setiap moda transportasi saling terhubung dan memungkinkan adanya perpindahan dari satu moda ke moda lainnya melalui peluang transisi tertentu.

Selain itu, pada penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil. Ruang lingkup penelitian terbatas pada mahasiswa Fakultas MIPA Universitas Udayana dengan jumlah sampel sebanyak 114 responden. Pengumpulan data dilakukan secara primer melalui kuesioner yang dilaksanakan selama satu bulan pada November 2025 di kawasan kampus Jimbaran. Keterbatasan lainnya terletak pada pendekatan transisi yang hanya mencakup perubahan antar moda tanpa mempertimbangkan faktor eksternal secara mendalam seperti alasan biaya atau kenyamanan yang mendasari perpindahan tersebut. Kemudian, mengingat data yang digunakan belum bersifat longitudinal secara luas, hasil proyeksi jangka panjang ini sangat bergantung pada konsistensi pola perilaku mahasiswa yang teramati selama periode penelitian tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama satu bulan pada November 2025 dan dilaksanakan di kawasan FMIPA kampus Jimbaran Universitas Udayana. Data yang digunakan bersifat data primer dan diperoleh dengan cara menyebarkan kuisisioner yang kemudian dikumpulkan dan ditabulasi berdasarkan perpindahan moda transportasi antara minggu sebelumnya dan minggu setelahnya. Moda transportasi yang digunakan peneliti dalam kuisisioner sebagai state pada rantai Markov adalah kendaraan pribadi (K), kendaraan umum (U), kendaraan online (O), dan jalan kaki (J).

Peneliti menggunakan rumus berikut untuk menentukan jumlah sampel.

$$n = \frac{N}{(1 + Ne^2)} \quad (2.1)$$

Dengan:

N = populasi

n = jumlah minimal sampel

e = margin kesalahan (10%)

Jumlah sampel ditentukan dengan rumus Slovin pada Persamaan (2.1). Hasil kuisisioner memberikan sampel sebanyak 114 responden.

Tahapan analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan jumlah sampel minimal.
2. Mengumpulkan data.
3. Membuat tabel perpindahan moda transportasi.
4. Menentukan peluang dari setiap keadaan.
5. Membentuk matriks dari peluang transisi (P).
6. Melakukan uji *state ergodic*.
7. Memprediksi moda transportasi yang dominan digunakan mahasiswa dalam jangka panjang dengan menentukan distribusi peluang jangka panjang.

2.1 Uji State Ergodic

Suatu *state* dikatakan *state ergodic* apabila *state* memiliki sifat *recurrent*, aperiodik, dan *communicate*. Apabila suatu rantai Markov memiliki sifat-sifat tersebut, maka rantai Markov dapat dianalisis lebih lanjut distribusi stasioner jangka panjang. Matriks Transisi pada subbab 3.1 telah dibuktikan bersifat *irreducible* sehingga hal ini menunjukkan bahwa setiap *state* saling berkomunikasi satu sama lain. Selanjutnya, sifat *irreducible* menunjukkan bahwa seluruh *state* bersifat *recurrent* sehingga suatu *state* akan kembali lagi ke *state* yang sama.

Definisi 3.3 *State i* dikatakan memiliki periode $d(i)$, jika $d(i)$ memiliki Faktor Persekutuan Terbesar (FPB) dari seluruh $n = 1, 2, \dots$ dengan $P_{ii}^{(n)} > 0$.

- (i) Jika $d(i) = 1$, maka *state i* disebut aperiodik.
- (ii) Jika $d(i) > 1$, maka *state i* disebut periodik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan sampel minimal dengan rumus Slovin beserta rincian jumlah responden per program studi FMIPA Universitas Udayana angkatan 2023 sampai 2025 dapat diamati pada Tabel 1 serta rincian penggunaan moda transportasi tiap program studi pada gambar 2.

Tabel 1. Moda Transportasi yang Digunakan oleh Mahasiswa FMIPA Universitas Udayana angkatan 2023-2025

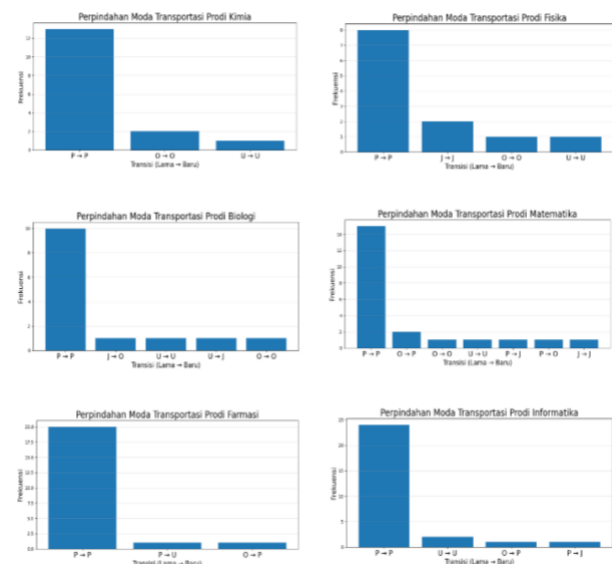
No	Program Studi	Sampel Minimal	Jumlah Mahasiswa
1	Kimia	13	16
2	Fisika	10	12
3	Biologi	11	14
4	Matematika	20	22
5	Farmasi	15	22
6	Informatika	26	28

Jumlah		114
--------	--	-----

Tabel 1 menyatakan bahwa mayoritas responden berasal dari program studi Informatika sebanyak 28 responden (24,6%) kemudian diikuti oleh program studi lain, yaitu farmasi dan matematika sebanyak 22 responden (19,3%), kimia sebanyak 16 responden (14%), biologi sebanyak 14 responden (12,3%), dan fisika sebanyak 12 responden (10,5%).

Tabel 2. Perpindahan Moda Transportasi Mahasiswa FMIPA Universitas Udayana Angkatan 2023-2025

Dari Moda Transportasi	Moda Transportasi	Ke Moda Transportasi				Responden sebelumnya
		Kendaraan Pribadi	Transportasi Umum	Transportasi Online (ojek online, dsb)	Jalan kaki	
Dari Moda Transportasi	Kendaraan Pribadi	90	1	1	2	94
	Transportasi Umum	0	6	0	1	7
	Transportasi Online (ojek online, dsb)	4	0	5	0	9
	Jalan kaki	0	0	1	3	4
Responden saat ini		94	7	7	6	114



Gambar 1. Histogram Perpindahan Moda Transportasi Mahasiswa FMIPA Universitas Udayana Angkatan 2023-2025

Tabel 3. Peluang Transisi Perpindahan Moda Transportasi FMIPA Universitas Udayana Angkatan 2023-2025

Dari Moda Transportasi	Ke Moda Transportasi			
	Kendaraan Pribadi	Transportasi Umum	Transportasi Online (ojek online, dsb)	Jalan kaki
Kendaraan Pribadi	90 94	1 94	1 94	2 94
Transportasi Umum	0	6 7	0	1 7
Transportasi Online (ojek online, dsb)	4 9	0	5 9	0
Jalan kaki	0	0	1 4	3 4
Total masing-masing Moda Transportasi	94 114	7 114	7 114	6 114

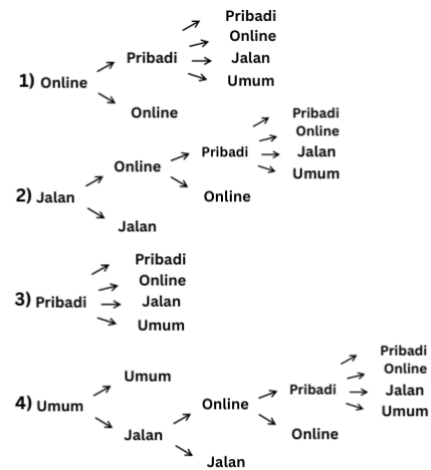
Tabel 3 menunjukkan bahwa responden dengan moda transportasi awal menggunakan kendaraan pribadi sebanyak 94 orang mengalami perpindahan moda transportasi ke transportasi *online*, sehingga tersisa 90 orang yang tetap menggunakan kendaraan pribadi. Adapun responden dengan moda transportasi awal yaitu jalan kaki berjumlah 4 orang mengalami perpindahan moda transportasi ke transportasi *online*, sehingga tersisa 3 orang yang tetap berjalan kaki. Persebaran perpindahan moda transportasi dapat dilihat pada tabel perpindahan moda transportasi.

3.1 Matriks Transisi Satu Langkah

Matriks peluang transisi P diperoleh berdasarkan tabel 3 digambarkan sebagai berikut.

$$P = \begin{bmatrix} \frac{90}{94} & \frac{1}{94} & \frac{1}{94} & \frac{2}{94} \\ 0 & \frac{6}{7} & 0 & \frac{1}{7} \\ \frac{4}{9} & 0 & \frac{5}{9} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{4} & \frac{3}{4} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Selanjutnya akan dibuktikan bahwa matriks P *irreducible*. Berdasarkan matriks peluang transisi P tersebut, diperoleh skema sebagai berikut.



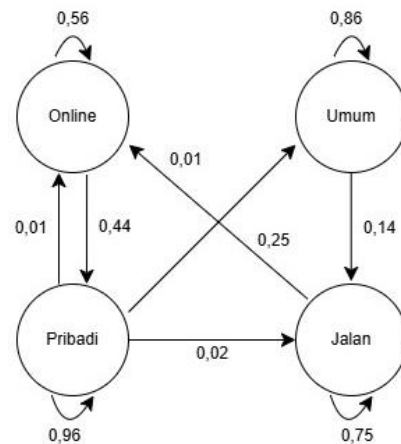
Gambar 2. Skema Perpindahan Moda Transportasi Mahasiswa FMIPA Universitas Udayana Angkatan 2023-2025

Hasil analisis menunjukkan bahwa responden mengalami perpindahan antar seluruh moda transportasi, baik dari kendaraan pribadi ke moda lain maupun sebaliknya. Setiap moda transportasi memiliki keterhubungan satu sama lain melalui peluang transisi tertentu, sehingga matriks peluang transisi P yang terbentuk bersifat *irreducible*.

$$P = \begin{bmatrix} + & + & + & + \\ + & + & + & + \\ + & + & + & + \\ + & + & + & + \end{bmatrix}$$

3.2 Diagram State

Berdasarkan matriks peluang transisi pada sub bab 3.1, diagram *state* yang diperoleh sebagai berikut.



Gambar 3. Diagram *State* Perpindahan Moda Transportasi Mahasiswa FMIPA Universitas Udayana Angkatan 2023-2025

3.3 Uji *State Ergodic*

Berdasarkan gambar 2, diperoleh bahwa proses *state* kembali ke *state* tersebut melalui perpindahan

dengan jumlah langkah berbeda. Hal ini berarti terdapat $n = 1$, sehingga $P_{ii}^{(1)} > 0$. Oleh karena itu proses *state i* untuk kembali ke dirinya sendiri tidak memiliki pola kelipatan tertentu, sehingga Faktor Persekutuan Terbesar waktu kembali *state i* adalah satu ($d(i) = 1$). Oleh Dengan demikian, *state i* bersifat aperiodik. Seluruh *state* bersifat *irreducible*, *recurrent*, dan aperiodik, sehingga disimpulkan bahwa rantai markov tersebut merupakan rantai markov ergodik.

3.4 Perhitungan Distribusi Jangka Panjang

Distribusi jangka panjang sebuah matriks transisi diperoleh dengan menentukan vektor peluang stasioner π yang memenuhi persamaan sistem persamaan linear (SPL) $\pi_i = \sum_{k=0}^N \pi_k S_{ki}$ dan $\sum_i \pi_i = 1$.

Dari matriks peluang transisi diperoleh SPL

$$\pi_K = \frac{90}{94}\pi_K + \frac{4}{9}\pi_O \quad (3.2)$$

$$\pi_U = \frac{1}{94}\pi_K + \frac{6}{7}\pi_U \quad (3.3)$$

$$\pi_O = \frac{1}{94}\pi_K + \frac{5}{9}\pi_O + \frac{1}{4}\pi_J \quad (3.4)$$

$$\pi_J = \frac{2}{94}\pi_K + \frac{1}{7}\pi_U + \frac{3}{4}\pi_J \quad (3.5)$$

$$\pi_K + \pi_U + \pi_O + \pi_J = 1 \quad (3.6)$$

Solusi dari sistem persamaan (3.2) – (3.6) tersebut adalah

$$\begin{aligned} \pi &= \{\pi_K, \pi_U, \pi_O, \pi_J\} \\ &= \{77,05\%; 5,74\%; 7,38\%; 9,84\%\} \end{aligned} \quad (3.7)$$

Berdasarkan hasil tersebut dapat diperhatikan bahwa moda transportasi yang paling sering digunakan dalam jangka panjang adalah kendaraan pribadi sebanyak 77,05% pengguna, diikuti oleh jalan kaki dan kendaraan *online* masing-masing sebanyak 9,84% dan 7,38%, serta moda transportasi yang paling jarang digunakan yaitu kendaraan umum sebanyak 5,74% pengguna.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemilihan moda transportasi mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana angkatan 2023–2025 menggunakan rantai Markov, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Mahasiswa FMIPA Universitas Udayana menggunakan empat jenis moda transportasi, yaitu kendaraan pribadi, transportasi umum, transportasi *online*, dan jalan kaki. Dari data perpindahan moda transportasi diketahui bahwa terdapat perubahan

pilihan moda antara periode sebelumnya dengan saat ini.

Melalui analisis matriks transisi, diperoleh peluang perpindahan moda transportasi dari satu keadaan ke keadaan lainnya. Matriks transisi yang diperoleh bersifat *irreducible* sehingga dapat dihitung distribusi peluang jangka panjangnya.

Hasil perhitungan distribusi jangka panjang atau *steady-state* menunjukkan bahwa moda transportasi kendaraan pribadi memiliki peluang tertinggi untuk digunakan dalam jangka panjang sebesar 77,05%, diikuti oleh transportasi umum, transportasi *online*, dan jalan kaki dengan peluang yang jauh lebih kecil.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa mahasiswa FMIPA Universitas Udayana cenderung akan terus menggunakan kendaraan pribadi sebagai moda transportasi utama mereka pada masa mendatang. Temuan ini menunjukkan perlunya perhatian terhadap fasilitas pendukung seperti area parkir, keamanan kendaraan, serta alternatif transportasi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah responden yang lebih besar serta mencakup mahasiswa dari berbagai fakultas atau perguruan tinggi guna meningkatkan representativitas hasil penelitian. Pengumpulan data secara longitudinal juga perlu dilakukan agar probabilitas transisi yang diperoleh mampu menggambarkan perubahan pola mobilitas mahasiswa dari waktu ke waktu. Selain itu, pengembangan penelitian dengan mengikutsertakan faktor-faktor yang memengaruhi perpindahan moda transportasi serta penerapan model rantai Markov yang lebih kompleks diharapkan dapat menghasilkan analisis yang lebih komprehensif dan mendukung perencanaan transportasi kampus yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Lestari, L. (2020). *Penerapan rantai Markov dalam menganalisis persaingan bisnis situs belanja online* (Skripsi). Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Repositori UIN Sumatera Utara. http://repository.uinsu.ac.id/10707/1/Skripsi_Lia_Lestari_.pdf
- Masuku, F. N., Langi, Y. A. R., & Mongi, C. E. (2018). Analisis rantai Markov untuk memprediksi perpindahan konsumen maskapai penerbangan rute Manado–Jakarta. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(2), 1–5. <https://doi.org/10.35799/jis.18.2.2018.20495>
- Novianti, D., Syaripuddin, & Nasution, Y. N. (2015). Aplikasi rantai Markov dalam memprediksi pangsa pasar (market share) pengguna handphone (Studi kasus: Pengguna handphone pada kalangan

- mahasiswa Program Studi Statistika FMIPA UNMUL tahun 2014). *Jurnal Eksponensial*, 6(1). <https://pdfcoffee.com/1-jurnal-diana-novianti-edit-1doc-pdf-free.html>
- Sitindaon, G. W. B. (2010). *Analisa perpindahan merek handphone dengan menggunakan rantai Markov (Studi kasus mahasiswa S-1 FMIPA USU) (Skripsi)*. Universitas Sumatera Utara. <https://repository.usu.ac.id/handle/123456789/75290>
- Dewi, K. R. (2017). *Model Markov chain dalam menganalisa perpindahan merek pada konsumen sepatu (Studi kasus pada mahasiswa Jurusan Matematika Universitas Brawijaya) (Skripsi)*. Universitas Brawijaya. <https://repository.ub.ac.id/155299/1/KALINA%2520RATNA%2520DEWI.pdf>
- Allo, D. G., Hatidja, D., & Paendong, M. (2013). Analisis rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan merek kartu seluler pra bayar GSM (Studi kasus mahasiswa Fakultas Pertanian Unsrat Manado). *Jurnal MIPA*, 2(1), 17. <https://doi.org/10.35799/jm.2.1.2013.745>
- Arpan, Y., & Dewi, P. C. (2018). Analisis brand switching pada pengguna transportasi online Gojek dengan metode Markov chain di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Valid*, 15(2), 151–162. <https://journal.stieamm.ac.id/valid/article/download/72/50/109>
- Gifari, F. A., Maulana, M. A., & Maulana, S. (2022). Analisis rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan konsumen merek laptop pada mahasiswa Teknik Industri Universitas Indraprasta PGRI. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 3(1). <https://id.scribd.com/document/960294864/6528-12597-1-PB>
- Papoulis, A. (1992). Probabilitas, variabel random, dan proses stokastik (Edisi ke-2, terj.). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Taylor, H. M., & Karlin, S. (1975). A first course in stochastic processes. New York, NY: Academic Press.
- Taylor, H. M., & Karlin, S. (1994). An introduction to stochastic modelling (Rev. ed.). San Diego, CA: Academic Press.
- Mejlbro, L. (2009a). Stochastic processes I: Probability examples. Leif Mejlbro & Ventus Publishing ApS.
- Mejlbro, L. (2009b). Stochastic processes II: Probability examples. Leif Mejlbro & Ventus Publishing ApS. <https://librarvku.ac.ke/wp-content/downloads/2011/08/Bookboon/Mathematics/stochastic-processes-2.pdf>
- Casteren, J. A. V. (2015a). Advanced stochastic processes: Part I (2nd ed.). <https://bookboon.com/en/advanced-stochastic-processes-part-i-ebook>
- Casteren, J. A. V. (2015b). Advanced stochastic processes: Part II (2nd ed.). <http://thuvienso.bvu.edu.vn/bitstream/TVDHBRVT/15693/1/Advanced-stochastic-processes-Part-II.pdf>
- Latifah, S., & Astuti, Y. P. (2021). Penerapan Rantai Markov Dalam Menganalisis Persaingan Jasa Pengiriman Barang (Ekspedisi). *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 9(3), 458–465. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v9n3.p458-465>