

ANALISIS STRATEGI OPTIMASI MENGGUNAKAN TEORI PERMAINAN DAN MARKOV CHAIN TERHADAP PERSAINGAN E-WALLET**Ella Nuhurul Huda¹, Hamidah Nasution², Ismail Husein¹**¹Program Studi Matematika, Fakultas SAINTEK, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Indonesia²Program Studi Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Medan, IndonesiaEmail: ellanurul0199@gmail.com, hamidahnst@unimed.ac.id, husein_ismail@uinsu.ac.id**Abstrak**

Persaingan dunia digital semakin meningkat dengan pemanfaatannya dalam kegiatan masyarakat salah satunya adalah e-wallet. Penggunaannya yang cukup mudah dan efisien menyebabkan banyak masyarakat meminatinya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi persaingan e-wallet yang optimal menggunakan metode matematika yaitu Teori Permainan dan Rantai Markov. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan persaingan antara GoPay dan OVO menghasilkan strategi optimal yang sama yaitu promosi, keamanan dan praktis. Pada persaingan Dana dan OVO strategi optimal Dana adalah promosi dan keamanan. Sedangkan strategi OVO adalah keamanan dan praktis. Pada persaingan Dana dan GoPay strategi optimal Dana yaitu promosi, tempat, dan praktis. Sedangkan strategi GoPay adalah produk, promosi, dan tempat. Perpindahan merek menggunakan Markov Chain didapat probabilitas GoPay 0,486, OVO 0,303, dan Dana 0,212.

Kata Kunci: Teori Permainan, Rantai Markov, E-Wallet, Persaingan, Strategi Optimal, Perpindahan Merek.**Abstract**

Competition in the global digital is increasing with its use in community activities, one of which is e-wallet. Its use is quite easy and efficient, causing many people to be interested in it. The purpose of this research is to analyze the optimal e-wallet competitive strategy using mathematical methods is Game Theory and Markov Chain. The result of the research show that the competition between GoPay and OVO has the same optimal strategy are promotion, security, and practicality. In the competition between Dana and OVO, Dana's optimal strategy is promotion and security. While OVO's strategy is security and practicality. In the competition between Dana and GoPay, Dana's optimal strategy is promotion, place, and practice. While GoPay's strategy is product, promotion, and place. Switching brands using Markov Chain has a probability of GoPay 0.486, OVO 0.303, and Dana 0.212.

Keywords: Game Theory, Markov Chain, E-wallet, Competition, Optimal Strategy, Brand Switching.**PENDAHULUAN**

Perkembangan dalam penggunaan produk digital pada era globalisasi menuntut masyarakat Indonesia untuk turut andil menggunakannya dalam kegiatan sehari-hari (Anggraeni & Maulani, 2023). Adapun produk digital yang telah digunakan di Indonesia adalah e-commerce, e-learning, e-wallet, serta transportasi online. E-wallet merupakan dompet digital yang dapat digunakan masyarakat sebagai alat menyimpan uang menggunakan aplikasi pada smartphone (Fransisca &

Ningsih, 2023). E-wallet biasanya dapat digunakan untuk pembayaran pada e-commerce, transportasi online, tagihan, pengisian pulsa, dan lain sebagainya. Selain mempermudah masyarakat, e-wallet juga memberikan penawaran menarik dengan administrasi yang murah serta diskon dan cashback yang mampu menarik masyarakat dalam menggunakan e-wallet. Adapun e-wallet yang paling sering digunakan di Indonesia adalah Dana, OVO, GoPay, ShopeePay, dan LinkAja. Semakin banyaknya pengguna e-wallet maka semakin ketat pula persaingan e-wallet untuk meningkatkan pelayanannya. Persaingan dalam bisnis, diperlukan adanya strategi pemasaran sebagai alat untuk meningkatkan kualitas bisnis tersebut. Strategi pemasaran merupakan perencanaan terhadap pemasaran berdasarkan pasar sasarannya dalam menarik minat konsumen.

Strategi bersaing yang optimal dapat diselesaikan menggunakan ilmu matematika yaitu Teori Permainan. Teori Permainan merupakan salah satu teori dalam operasi riset yang membahas mengenai permasalahan pemasaran atau persaingan dari suatu perusahaan ataupun objek yang diteliti (Sari, 2019). Jika Teori Permainan digunakan untuk mencari strategi optimal, maka dalam penelitian diperlukan juga melihat pergerakan pelanggan dalam berpindah menggunakan suatu produk atau merek agar dapat melakukan peningkatan strategi sehingga konsumen tetap tertarik menggunakan produk tersebut dan juga sebagai update kondisi pasar (Huda, 2022). Perhitungan mengenai perpindahan merek dapat dilakukan menggunakan metode Markov Chain dengan menghitung probabilitas transisinya dalam periode waktu tertentu. Markov Chain merupakan alat untuk memodelkan perubahan status bersyarat dengan model probabilitas transisi keadaannya (Laksanawati & Rofiroh, 2020). Besarnya perhitungan Markov Chain menandakan bahwa seberapa besar minat masyarakat untuk menggunakan produk tersebut. Penelitian ini menggunakan 3 e-wallet yang sering digunakan berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu Dana, OVO, dan GoPay dengan tujuan untuk menganalisis strategi persaingan berdasarkan strategi pemasaran e-wallet menggunakan Teori Permainan dan Markov Chain (Sayudin, Ningsih, Maulani, & Herdianto, 2023).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dengan populasinya adalah mahasiswa yang menggunakan e-wallet. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian survei dengan teknik pengumpulan data berdasarkan studi literatur dan penelitian lapangan (Maidiana, 2021). Sumber data yang digunakan adalah data primer menggunakan alat penelitian berupa kuesioner yang disebar kepada 100 responden.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Validitas Data

Suatu kuesioner dikatakan valid apabila hasil dari $r_{hitung} > r_{tabel}$. Adapun uji validitas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Validitas

No	Strategi	r Hitung	r Tabel	Valid/Invalid
1	Produk	0,833	0,361	Valid
2	Promosi	0,450	0,361	Valid
3	Harga	0,675	0,361	Valid
4	Tempat	0,634	0,361	Valid
5	Keamanan	0,817	0,361	Valid
6	Praktis	0,471	0,361	Valid

Hasil uji validitas kuesioner pada tabel dengan setiap atribut memiliki nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka hasil uji validitas kuesioner adalah valid.

Uji Reliabilitas Data

Suatu kuesioner dikatakan reliabel jika nilai $\alpha > 0,6$. Adapun hasil uji reliabilitas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Reliabilitas

No	Strategi	α	Keterangan
1	Produk	0,601	Reliabel
2	Promosi	0,746	Reliabel
3	Harga	0,672	Reliabel
4	Tempat	0,693	Reliabel
5	Keamanan	0,605	Reliabel
6	Praktis	0,746	Reliabel

Hasil uji reliabilitas kuesioner pada tabel dengan setiap atribut memiliki nilai $\alpha > 0,6$ maka hasil uji reliabilitas kuesioner adalah reliabel.

Pengolahan Data Teori Permainan

Terdapat tiga kombinasi persaingan berdasarkan objek penelitian yang digunakan yaitu persaingan GoPay dan OVO, persaingan Dana dan OVO, serta persaingan Dana dan GoPay. Kuesioner telah disebarkan pada penelitian ini kepada 100 responden dengan membandingkan *e-wallet* GoPay dan OVO, Dana dan OVO, Dana dan GoPay berdasarkan atribut yang ada sebagai berikut:

Tabel 3. Variabel Atribut

Atribut Permainan	Variabel yang Digunakan		
	GoPay	OVO	Dana
Produk	X_1	Y_1	Z_1
Promosi	X_2	Y_2	Z_2
Harga	X_3	Y_3	Z_3
Tempat	X_4	Y_4	Z_4
Keamanan	X_5	Y_5	Z_5
Praktis	X_6	Y_6	Z_6

Matriks *pay-off* yang diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Matriks Pay-Off GoPay dan OVO

		OVO					
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
GoPay	X_1	28	32	28	34	6	6
	X_2	24	28	20	24	-18	14
	X_3	14	18	36	12	6	14
	X_4	32	44	18	-6	-34	14
	X_5	28	20	12	32	16	20
	X_6	24	20	28	22	26	2

Tabel 5. Matriks Pay-Off Dana dan OVO

		OVO					
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
Dana	Z_1	28	32	4	26	-2	10
	Z_2	18	34	32	14	2	18
	Z_3	20	38	34	12	12	10
	Z_4	-10	40	26	2	8	4
	Z_5	18	30	0	12	10	20
	Z_6	2	36	8	8	-14	-2

Tabel 6. Matriks Pay-Off Dana dan GoPay

		Gopay					
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Dana	Z_1	2	32	8	-12	14	0
	Z_2	10	6	-20	18	6	20
	Z_3	16	24	2	12	34	30
	Z_4	8	40	18	-2	22	16
	Z_5	4	28	2	14	10	30
	Z_6	-14	16	18	36	28	24

Matriks *pay-off* yang didapat selanjutnya menyelesaikan perhitungan Teori Permainan menggunakan Strategi Murni, Strategi Campuran dan metode alternatif untuk mendapatkan *saddle point* (Natalia, Nababan, Gultom, & Syahputra, 2023). Metode alternatif yang digunakan pada penelitian ini adalah Program Linier.

Strategi Murni

Penggunaan Strategi Murni dengan mencari nilai terkecil pada setiap baris dan mencari nilai terbesar pada setiap kolom (Anggraini & Putra, 2017). Kemudian dari nilai baris (maksimin) yang didapat tentukan nilai terbesarnya, dan dari nilai setiap kolom (minimaks) tentukan nilai terkecilnya.

Tabel 7. Penyelesaian Strategi Murni GoPay dan OVO

		OVO						Maks- imin
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	
GoPay	X_1	28	32	28	34	6	6	6
	X_2	24	28	20	24	-18	14	-18
	X_3	14	18	36	12	6	14	6
	X_4	32	44	18	-6	-34	14	-34
	X_5	28	20	12	32	16	20	12
	X_6	24	20	28	22	26	2	2
Minimaks		32	44	36	34	26	20	

Tabel 8. Penyelesaian Strategi Murni Dana dan OVO

		OVO						Maks- imin
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	
Dana	Z_1	28	32	4	26	-2	10	-2
	Z_2	18	34	32	14	2	18	2
	Z_3	20	38	34	12	12	10	10
	Z_4	-10	40	26	2	8	4	-10
	Z_5	18	30	0	12	10	20	0
	Z_6	2	36	8	8	-14	-2	-14
Minimaks		28	40	34	26	12	20	

Tabel 9. Penyelesaian Strategi Murni Dana dan GoPay

		GoPay						Maks- imin
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	
Dana	Z_1	2	32	8	-12	14	0	-12
	Z_2	10	6	-20	18	6	20	-20
	Z_3	16	24	2	12	34	30	2
	Z_4	8	40	18	-2	22	16	-2
	Z_5	4	28	2	14	10	30	2
	Z_6	-14	16	18	36	28	24	-14
Minimaks		16	40	18	36	34	30	

Ketiga persaingan tidak ada menghasilkan *saddle point*, maka dilakukan penyelesaian dengan Strategi Campuran.

Strategi Campuran

Strategi Campuran dilakukan dengan mereduksi baris dan kolom dengan Prinsip Dominasi, kemudian menentukan nilai maksimin dan minimaksnya dengan Strategi Murni (Sitio & Zahedi, 2023). Sehingga berdasarkan langkah-langkah tersebut diperoleh hasil akhir Strategi Campuran sebagai berikut:

a. Strategi Campuran GoPay dan OVO

Tabel 10. Penyelesaian Strategi Campuran GoPay dan OVO

		OVO			Maksimin
		Y_3	Y_5	Y_6	
GoPay	X_3	36	6	14	6
	X_5	12	16	20	12
	Minimaks	36	16	20	

b. Strategi Campuran Dana dan OVO

Tabel 11. Penyelesaian Strategi Campuran Dana dan OVO

		GoPay			Maksimin
		Y_3	Y_5	Y_6	
Dana	Z_2	32	2	18	2
	Z_3	34	12	10	10
	Z_5	0	10	20	0
Minimaks		34	12	20	

c. Strategi Campuran Dana dan GoPay

Tabel 12. Penyelesaian Strategi Campuran Dana dan GoPay

		GoPay		Maksimin
		X_1	X_3	
Dana	Z_3	16	2	2
	Z_6	-14	18	-14
Minimaks		16	18	

Matriks *pay-off* hasil Strategi Campuran ketiga persaingan tersebut belum mendapatkan *saddle point* juga, maka perhitungan Teori Permainan dilanjutkan dengan metode alternatif. Metode alternatif yang digunakan pada penelitian ini ialah Program Linier.

Program Linier

Langkah awal penyelesaian Teori Permainan menggunakan Program Linier yaitu dengan memodifikasi bilangan negatif yang terdapat pada matriks *pay-off*. Persaingan GoPay dan OVO, nilai terkecilnya adalah -34 yang berbentuk negatif maka bilangan ditambah dengan konstanta k yaitu 34 agar nilai pada matriks *pay-off* ≥ 0 . Pada persaingan Dana dan OVO konstanta senilai 14, persaingan Dana dan GoPay konstanta senilai 20.

Tabel 13. Matriks Modifikasi GoPay dan OVO

		OVO					
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
GoPay	X_1	62	66	62	68	40	40
	X_2	58	62	54	58	16	48
	X_3	48	52	70	46	40	48
	X_4	66	78	52	28	0	48
	X_5	62	54	46	66	50	54
	X_6	58	54	62	56	60	36

Tabel 14. Matriks Modifikasi Dana dan OVO

		OVO					
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
Dana	Z_1	42	46	18	40	12	24

	Z ₂	32	48	46	28	16	32
	Z ₃	34	52	48	26	26	24
	Z ₄	4	54	40	16	22	18
	Z ₅	32	44	14	26	24	34
	Z ₆	16	50	22	22	0	12

Tabel 15. Matriks Modifikasi Dana dan GoPay

		Gopay					
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Dana	Z ₁	22	52	28	8	34	20
	Z ₂	30	26	0	38	26	40
	Z ₃	36	44	22	32	54	50
	Z ₄	28	60	38	18	42	36
	Z ₅	24	48	22	34	30	50
	Z ₆	6	36	38	56	48	44

Selanjutnya diselesaikan menggunakan penyelesaian simpleks minimum dan maksimum. Hasil akhir yang diperoleh menggunakan QM 5.2 ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Tabel 16. Penyelesaian Teori Permainan Menggunakan Program Linear

Pesaing-an	Pemain ke-	E-Wallet	Probabilitas Strategi						Nilai Permainan
			Pro-duk	Pro-mosi	Har-ga	Tem-pat	Keam-anan	Prak-tis	
1	I	GoPay	-	0,09	-	-	0,754	0,156	16,66
	II	OVO	-	0,246	-	-	0,345	0,41	
2	I	Dana	-	0,834	-	-	0,167	-	11,67
	II	OVO	-	-	-	-	0,834	0,167	
3	I	Dana	-	0,522	-	0,364	-	0,114	9,65
	II	GoPay	0,387	0,389	-	0,224	-	-	

Pada persaingan pertama yaitu persaingan antara GoPay dan OVO didapatkan hasil bahwa strategi optimal GoPay adalah promosi, keamanan, dan praktis. Sedangkan strategi optimal OVO adalah promosi, keamanan, dan praktis. Adapun nilai permainan dalam persaingan ini ialah 16,66. Hal tersebut menunjukkan bahwa memaksimalkan kemenangan GoPay pada nilai 16,66 dan meminimumkan kekalahan OVO pada nilai -16,66. Maka apabila keduanya dijumlahkan akan menghasilkan nol, dikarenakan Teori Permainan yang digunakan adalah permainan dua jumlah pemain nol.

Pada persaingan kedua yaitu antara Dana dan OVO didapatkan hasil bahwa strategi optimal Dana adalah promosi dan keamanan (Farahdiba, 2020). Sedangkan strategi optimal OVO adalah keamanan dan praktis. Nilai permainan pada persaingan ini adalah 11,67. Hal tersebut menunjukkan Dana akan memaksimalkan kemenangannya pada nilai 11,67 dan OVO akan meminimumkan kealahannya pada nilai -11,67.

Pada persaingan ketiga yaitu persaingan antara Dana dan GoPay, hasil yang didapat ialah strategi optimal Dana yaitu promosi, tempat dan praktis, sedangkan strategi optimal GoPay yaitu produk, promosi, dan tempat. Nilai permainan yang diperoleh ialah 9,65. Hal tersebut menunjukkan untuk memaksimalkan kemenangan Dana dengan nilai 9,65 dan untuk meminimumkan kekalahan GoPay dengan nilai -9,65.

Pengolahan Data Markov Chain

Pengolahan data *Merkov Chain* yang dilakukan pertama kali adalah dengan menentukan *state* yang digunakan. *State* dapat juga dikatakan sebagai objek penelitian (Rusindiyanto, 2012). Pada kasus ini berkaitan dengan persaingan suatu merek yaitu *e-wallet* diambil tiga *e-wallet* yang

paling unggul untuk mencari perpindahan merek yang terjadi diantara ketiganya. Sehingga *state* yang digunakan adalah:

Tabel 17. Penentuan *State*

<i>State ke-i</i>	Nama <i>E-Wallet</i>
<i>State 1</i>	GoPay
<i>State 2</i>	OVO
<i>State 3</i>	Dana

Rekapitulasi data penelitian yang diperoleh adalah sebagai berikut:

• **Tabel 18. Rekapitulasi Data *Markov Chain***

	GoPay	OVO	Dana	Jumlah Pengguna
GoPay	17	5	4	26
OVO	10	13	5	28
Dana	13	15	18	46
			Jumlah	100

Menyusun Matriks Probabilitas Transisi

Tabel 19. Matriks Probabilitas Transisi

	GoPay	OVO	Dana	Jumlah
GoPay	0,654	0,192	0,154	1
OVO	0,357	0,464	0,179	1
Dana	0,283	0,326	0,391	1

Menentukan Peluang *Steady State*

Langkah selanjutnya dalam penggunaan *Markov Chain* adalah menentukan peluang *steady state* dalam suatu matriks probabilitas transisi (Aliyuwaningsih, Sumarjaya, & Srinadi, 2018). Adapun dalam penyelesaiannya, dibutuhkan variabel tambahan yaitu sehingga persamaan menjadi:

$$\pi_1 = 0,654\pi_1 + 0,357\pi_2 + 0,283\pi_3$$

$$\pi_2 = 0,192\pi_1 + 0,464\pi_2 + 0,326\pi_3$$

$$\pi_3 = 0,154\pi_1 + 0,179\pi_2 + 0,391\pi_3$$

$$\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 = 1$$

Apabila persamaan diruas kanan dipindahkan ke ruas kiri maka:

$$0,346\pi_1 - 0,357\pi_2 - 0,283\pi_3 = 0$$

$$0,192\pi_1 - 0,536\pi_2 + 0,326\pi_3 = 0$$

$$0,154\pi_1 + 0,179\pi_2 - 0,609\pi_3 = 0$$

$$\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 = 1$$

Untuk mencari nilai peluang *steady state* maka dilakukan perkalian matriks untuk mendapatkan peluang *steady state*-nya.

$$\pi = \begin{bmatrix} 0,346 & -0,357 & -0,283 \\ 0,192 & -0,536 & 0,326 \\ 0,154 & 0,179 & -0,609 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Dikarenakan hasil ruas kanan berupa angka 0, maka dibutuhkan variabel tambahan untuk menggantikan salah satu persamaan.

$$\pi = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0,192 & -0,536 & 0,326 \\ 0,154 & 0,179 & -0,609 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Kemudian perkalian dilakukan dengan memindahkan matriks yang tidak berbentuk variabel ke ruas kanan, yang menyebabkan matriks tersebut menjadi invers.

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0,192 & -0,536 & 0,326 \\ 0,154 & 0,179 & -0,609 \end{bmatrix}^{-1}$$

Sebelum melakukan tahap selanjutnya, invers matriks diselesaikan terlebih dahulu dengan rumus:

$$A^{-1} = \frac{1}{\text{Det}(A)} \text{Adj}(A)$$

Maka diperoleh determinan matriks:

$$\text{Det}(A) = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0,192 & -0,536 & 0,326 \\ 0,154 & 0,179 & -0,609 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0,192 & -0,536 \\ 0,154 & 0,179 \end{vmatrix}$$

$$\text{Det}(A) = 0,326 + 0,05 + 0,034 - (-0,083 + 0,058 - 0,117)$$

$$\text{Det}(A) = 0,552$$

Selanjutnya menghitung $\text{Adj}(A)$:

$$\text{Adj}(A) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0,192 & -0,536 & 0,326 \\ 0,154 & 0,179 & -0,609 \end{bmatrix}$$

$$\text{Adj}(A) = \begin{bmatrix} 0,268 & 0,788 & 0,862 \\ 0,167 & -0,763 & 0,134 \\ 0,117 & -0,025 & -0,728 \end{bmatrix}$$

Sehingga diperoleh nilai peluang *steady state* ialah:

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \end{bmatrix} = \frac{1}{0,552} \times \begin{bmatrix} 0,268 & 0,788 & 0,862 \\ 0,167 & -0,763 & 0,134 \\ 0,117 & -0,025 & -0,728 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \end{bmatrix} = \frac{1}{0,552} \times \begin{bmatrix} 0,268 \\ 0,167 \\ 0,117 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,486 \\ 0,303 \\ 0,212 \end{bmatrix}$$

Maka peluang *steady state* yang diperoleh dapat disimpulkan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 20. Peluang Steady State

Variabel	<i>E-Wallet</i>	Peluang <i>Steady State</i>
π_1	GoPay	0,486
π_2	OVO	0,303
π_3	Dana	0,212

Probabilitas Transisi pada Periode Waktu

Probabilitas Transisi hingga pada periode waktu tertentu juga dapat menghasilkan peluang *steady state* (Saputra, Kurniasari, & Wamiliana, 2018). Suatu probabilitas transisi akan menghasilkan nilai yang sama terus menerus menandakan bahwa probabilitas tersebut sudah mencapai *steady state* (Libing, 2021). Berikut penyelesaiannya dengan menggunakan bentuk perkalian matriks.

$$(P)^n x = [x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_n] \times \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} \end{bmatrix}$$

$$(P)^1 x = [1 \quad 0 \quad 0] \times \begin{bmatrix} 0,654 & 0,192 & 0,154 \\ 0,357 & 0,464 & 0,179 \\ 0,283 & 0,326 & 0,391 \end{bmatrix} = [0,654 \quad 0,192 \quad 0,154]$$

$$(P)^2 x = [0,654 \quad 0,192 \quad 0,154] \times \begin{bmatrix} 0,654 & 0,192 & 0,154 \\ 0,357 & 0,464 & 0,179 \\ 0,283 & 0,326 & 0,391 \end{bmatrix} = [0,541 \quad 0,265 \quad 0,195]$$

$$(P)^3 x = [0,541 \quad 0,265 \quad 0,195] \times \begin{bmatrix} 0,654 & 0,192 & 0,154 \\ 0,357 & 0,464 & 0,179 \\ 0,283 & 0,326 & 0,391 \end{bmatrix} = [0,504 \quad 0,291 \quad 0,206]$$

$$\vdots$$

$$(P)^9 x = [0,486 \quad 0,303 \quad 0,212] \times \begin{bmatrix} 0,654 & 0,192 & 0,154 \\ 0,357 & 0,464 & 0,179 \\ 0,283 & 0,326 & 0,391 \end{bmatrix} = [0,486 \quad 0,303 \quad 0,212]$$

Perhitungan probabilitas menggunakan *software* QM 5.2 diperoleh sebagai berikut:

Tabel 21. Rekapitulasi Probabilitas Transisi pada Periode Waktu Ke-10

Periode Ke-	GoPay	OVO	Dana
1	0,654	0,192	0,154
2	0,54	0,265	0,195
3	0,503	0,29	0,207
4	0,491	0,299	0,21
5	0,487	0,301	0,211
6	0,486	0,302	0,212
7	0,486	0,303	0,212
8	0,486	0,303	0,212
9	0,486	0,303	0,212
10	0,486	0,303	0,212

Hasil tabel diatas menunjukkan bahwa probabilitas transisi GoPay ialah 0,486, probabilitas transisi OVO ialah 0,303, dan probabilitas transisi Dana ialah 0,212.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa: Teori Permainan memperoleh strategi optimal terhadap persaingan *e-wallet* sebagai berikut:

a. Persaingan antara GoPay dan OVO

Strategi optimal GoPay adalah promosi, keamanan, dan praktis. Keunggulan strategi GoPay adalah keamanan dengan probabilitas 0,754. Strategi optimal OVO adalah promosi, keamanan, dan praktis. Keunggulan strategi OVO adalah praktis dengan probabilitas 0,41. Nilai permainan yang dihasilkan keduanya yaitu 16,66.

b. Persaingan antara Dana dan OVO

Strategi optimal Dana adalah promosi dan keamanan. Keunggulan strategi Dana adalah promosi dengan probabilitas 0,834. Sedangkan strategi optimal OVO adalah keamanan dan praktis. Keunggulan strategi OVO adalah keamanan pada probabilitas 0,834. Nilai permainan pada persaingan keduanya yaitu 11,67.

c. Persaingan antara Dana dan GoPay

Strategi optimal Dana adalah promosi, tempat, dan praktis. Keunggulan strategi Dana adalah promosi dengan probabilitas 0,522. Strategi optimal GoPay adalah produk, promosi, dan tempat. Keunggulan strategi GoPay adalah produk dan promosi dengan probabilitas 0,387 dan 0,389. Nilai permainan yang dihasilkan pada persaingan keduanya yaitu 9,65.

Markov Chain memperoleh perpindahan merek dengan probabilitas transisi pada periode ke-7 untuk GoPay senilai 0,486, OVO senilai 0,303, dan Dana senilai 0,212. Sehingga dapat diartikan bahwa perpindahan merek konsumen Dana lebih kecil dari OVO dan perpindahan merek OVO lebih kecil dari GoPay.

BIBLIOGRAFI

- Aliyuwaningsih, Nurma, Sumarjaya, I. Wayan, & Srinadi, I. Gusti Ayu Made. (2018). Analisis Perpindahan Penggunaan Merek Simcard dengan Pendekatan Rantai Markov. *Matematika*, 48, 27.
- Anggraeni, Riska, & Maulani, Isma Elan. (2023). Pengaruh Teknologi Informasi Terhadap Perkembangan Bisnis Modern. *Jurnal Sosial Dan Teknologi*, 3(2), 94–98.
- Anggraini, Dian, & Putra, Nugraha Wisnu. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Teori Permainan Untuk Menentukan Strategi Pemasaran (Studi Kasus: Persaingan Alfamart dan Indomaret). *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 1(1), 81–87.
- Farahdiba, Erfi Syahniah. (2020). Analisis faktor-faktor yang memengaruhi minat pengguna *E-wallet (electronic wallet)* sebagai alat transaksi terhadap mahasiswa di Yogyakarta (Studi Kasus: Mahasiswa Pengguna Layanan *E-Wallet OVO* di Yogyakarta).
- Fransisca, Vika, & Ningsih, Widia. (2023). The Advancement of Technology and its Impact on Social Life in Indonesia. *Devotion Journal of Community Service*, 4(3), 860–864.
- Huda, Ella Nuhul. (2022). Analisis Strategi Optimasi Menggunakan Teori Permainan dan *Markov Chain* Terhadap Persaingan *E-Wallet* di Kota Medan. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
- Laksanawati, Ellysa Kusuma, & Rofiroh, Rofiroh. (2020). Perbandingan Metode Problem Based Learning dengan Metode Konvensional terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Self Efficacy Matematis Mahasiswa pada Mata Kuliah Matematika Teknik. *Jurnal Pendidikan Matematika (JUPITEK)*, 3(2), 81–87.
- Libing, Simeih B. (2021). ANALISIS RANTAI MARKOV UNTUK MEMPREDIKSI STATUS PASIEN DI RUMAH SAKIT DAERAH KALABAHU TAHUN 2021. Repositori Universitas Tribuana Kalabahi.
- Maidiana, Maidiana. (2021). Penelitian survey. *ALACRITY: Journal of Education*, 20–29.
- Natalia, Desy Denada, Nababan, Esther Sorta Mauli, Gultom, Parapat, & Syahputra, Muhammad

- Romi. (2023). Teori Permainan untuk Mengkaji Strategi Pelanggan Optimal pada Traveloka dan Tiket. com. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 11(1), 59–66.
- Rusindiyanto, Mr. (2012). Prediksi Pangsa Pasar Produk Deterjen Merek Rinso Dengan Metode Markov Chain Guna Menentukan Strategi Pemasaran. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(2).
- Saputra, Dimas Rahmat, Kurniasari, Dian, & Wamiliana, Wamiliana. (2018). Beberapa Penggunaan Rantai Markov Pada Saat Kondisi Stabil (Steady State). *Prosiding Seminar Nasional METODE KUANTITATIF 2018, 1*, 1–277. Jurusan Matematika FMIPA Unila.
- Sari, Maya Macia. (2019). Faktor-Faktor Profitabilitas Di Sektor Perusahaan Industri Manufaktur Indonesia (Studi Kasus: Sub Sektor Rokok). *Jumant*, 11(2), 61–68.
- Sayudin, Sayudin, Ningsih, Widia, Maulani, Isma Elan, & Herdianto, Tedi. (2023). Analysis of Product Marketing Strategies in Small and Medium Industries. *American Journal of Economic and Management Business (AJEMB)*, 2(3), 94–98.
- Sitio, Nanda Febri Yani, & Zahedi, Zahedi. (2023). Penentuan Strategi Pemasaran Optimum dengan Teori Permainan pada Marketplace (Studi Kasus: Persaingan Shopee dan Lazada). *FARABI: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(1), 50–57.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.