



**Analisis Markov untuk Perpindahan Merk Kartu GSM
(Studi Kasus Mahasiswa FMIPA Universitas Tribuana Kalabahi)**

Jeni Marianti Loban

Universitas Tribuana Kalabahi

Email: yermialoban@yahoo.com, HP. 082144801780

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: 22 Januari 2022

Direvisi: 28 Januari 2022

Dipublikasikan: Februari 2022

e-ISSN: 2089-5364

p-ISSN: 2622-8327

DOI: 10.5281/zenodo.6090242

Abstract:

Markov chain method produces probabilistic information that can be used to assist decision making. In Markov analysis, an equilibrium state is a condition in which a variable in the system ultimately carries a transition probability in a stable or unchanged state. This study aims to determine the opportunities for consumers to move from GSM cellular card brands to other GSM cellular card brands and to predict the opportunities for consumers to move GSM cellular card brands among students in the future. The data used in this study is primary data collected through the distribution of questionnaires to students of the Mathematics and Natural Sciences Faculty, Tribuana Kalabahi University. The total sample in this study was 82 students. Based on the results of the study, it was found that the Simpati card brand was the card brand that was most widely used by FMIPA students in the future with a total of 94.6% of respondents. while the XL card brand has a 5.4% chance of moving in the future. and the US card brand has a 0% chance of moving in the future. The situation will be balanced for each card brand will remain in the 6th period.

Keywords: GSM prepaid card brand, Markov Chain

PENDAHULUAN

Di era global yang semakin canggih saat sangat berdampak bagi bidang teknologi, khususnya teknologi komunikasi saat ini. Salah satu bidang komunikasi yang saat ini adalah handphone. Pada tahun 1993, industry *Global System for Mobile*

Communication (GSM) mulai berkembang di Indonesia, yang ditandai dengan beberapa jaringan komunikasi seluler seperti Telkomsel, XL Axiata, IM3, Axis, dan Smartfren. Semua operator seluler terus berkembang dan berlomba-lomba untuk menjadi penyedia jaringan terbaik

semakin dengan banyaknya produk kartu seluler disertai dengan berbagai layanan yang menarik. Dengan demikian konsumen dapat memilih merk kartu GSM sesuai dengan keinginannya masing-masing. Dengan adanya berbagai pilihan merk maka dengan pasti konsumen dapat berpindah merk.

Menurut Langi (2011) metode rantai markov adalah salah satu cara untuk menyelesaikan masalah perpindahan merk. Metode rantai markov dikembangkan oleh seorang ahli Rusia yaitu A.A.Markov, pada tahun 1906. Metode ini dapat digunakan memperkirakan atau meramalkan perubahan-perubahan atau keadaan di waktu yang akan datang dalam variabel-variabel dinamis tersebut di waktu yang lalu. Tujuannya adalah untuk mengetahui besar peluang perpindahan suatu keadaan ke keadaan lainnya dengan memperhatikan keadaan sebelumnya, dan dapat menentukan suatu keadaan yang stabil setelah melewati beberapa proses atau langkah.

Metode Rantai Markov dengan proses stokastik waktu diskrit sering digunakan untuk menentukan besar peluang dan untuk memprediksi suatu keadaan dimasa mendatang.

Proses Stokastik

Suatu keadaan yang acak atau kumpulan dari variabel-variabel acak disebut dengan proses stokastik. Proses stokastik dilambangkan dengan symbol X_n , dimana $n \geq 0$, dengan indeks bilangan bulat positif. Proses stokastik dibagi menjadi dua bagian yaitu proses stokastik waktu diskrit dimana untuk nilai n dapat dihitung ($n=0,1,2,\dots$), sedangkan proses stokastik waktu kontinu dimana nilai n tidak dapat dihitung $n \geq 0$ (Ross, 2010)

Rantai Markov

Metode Rantai Markov pertama kali dikemukakan oleh A.A. Markov, seorang matematikawan terkenal dari Rusia. Metode Rantai Markov menjelaskan bahwa peristiwa yang akan datang terjadi bergantung pada peristiwa hari ini dan

bukan pada peristiwa sebelumnya (Lim dan Sarjono, 2012).

Rantai markov termasuk dalam peristiwa proses stokastik waktu diskrit yang mana $\{X_n, n = 0,1,2, \dots\}$ apabila $P\{X_n + 1 = j | X_0 = i_0, X_1 = i_1, i_2, \dots, X_n - 1 = i_{n-1} = X_n = 1\}$ maka $P\{X_n + 1 = j | X_n = 1\}$. Artinya peluang terjadinya peristiwa pada hari ini hanya bergantung pada peristiwa kemarin, kejadian besok bergantung pada peristiwa hari ini. (Yerison dan Nasution, 2003).

Peluang Transisi Satu Langkah (P)

Untuk sebuah rantai markov $P\{X_n + 1 = j | X_n = i\} = P_{ij}$ dengan keadaan $\{n = 0,1,2, \dots\}$, maka nilai P_{ij} merupakan suatu peluang bahwa keadaan j akan terjadi ketika keadaan i telah terjadi (Ross, 2010). Misalkan P menyatakan matriks peluang transisi $m \times m$. matriks peluang transisi P dapat di tulis sebagai berikut:

$$P_{ij} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & \dots & m \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ m \end{matrix} & \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & \dots & P_{0m} \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{m0} & P_{m1} & \dots & \dots & P_{mm} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

System dalam state i adalah waktu n , jadi system akan melakukan proses ke suatu state j pada waktu $n + 1$. Ini berarti bahwa untuk setiap i .

$$\sum_{j=1}^m P\{X_n + 1 = j | X_n = i = 1\} \quad \text{maka} \quad \sum_{j=1}^m P_{ij} = 1 \text{ untuk } P_{ij} \geq 0.$$

Peluang Transisi n Langkah (Pⁿ)

Peluang transisi n -langkah P_{ij}^n merupakan peluang yang memiliki syarat bahwa keadaan j akan terjadi jika keadaan i telah terjadi setelah mengalami n langkah. (Hiler dan Lieberman, 2001) matriks peluang transisi n -langkah P_{ij}^n dapat di tulis sebagai berikut:

$$P_{ij}^n = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{State } 0 & 1 & 2 & \dots & m \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ m \end{matrix} & \begin{bmatrix} P_{00}^n & P_{01}^n & P_{02}^n & \dots & P_{0m}^n \\ P_{10}^n & P_{11}^n & P_{12}^n & \dots & P_{1m}^n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{m0}^n & P_{m1}^n & \dots & \dots & P_{mm}^n \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Matriks peluang transisi n -langkah pada Rantai Markov dapat diselesaikan menggunakan persamaan Chapman-Kolmogorof. Persamaan Chapman-Kolmogorof tersebut adalah $P_{ab}^n = \sum_{c=0}^{\infty} P_{ac}^m P_{cb}^{n-m}$ untuk semua $i=0,1,2, j=0,1,2, \dots$ dan $m=1,2, \dots, n-1; n=m+1, m+2, \dots$

Persamaan di atas menunjukkan bahwa suatu keadaan akan berada pada keadaan b jika peristiwa dimulai dari keadaan a kemudian menuju keadaan c setelah melewati m langkah, lalu ke keadaan b ketika melewati $n-m$ langkah. Oleh karena itu, $P_{ac}^m P_{cb}^{n-m}$ adalah peluang bersyarat dengan titik mulai dari $state a$, proses menuju ke $state c$ setelah ke m langkah dan kemudian ke $state b$ setelah $n-m$ langkah. Dengan demikian, penjumlahan peluang bersyarat terhadap semua c yang mungkin akan menghasilkan P_{ab}^n . Untuk semua $m = n-1$, maka $P_{ab}^n = \sum_{c=0}^{\infty} P_{ac}^{n-1} P_{cb}$. Untuk semua $state i$ dan j .

berdasarkan persamaan di atas maka dapat disimpulkan bahwa peluang perpindahan untuk n langkah dapat ditentukan dengan cara mengalikan peluang transisi satu langkah secara berulang. Untuk $n=2$ maka $P_{ab}^2 = \sum_{c=0}^{\infty} P_{ac} P_{cb}$ untuk semua $state a$ dan b , dimana P_{ab}^2 merupakan elemen dari matriks P^2 diperoleh dengan mengalikan matriks peluang transisi satu langkah dengan dirinya sendiri $P^2 = P \cdot P$. Dengan demikian cara yang sama, rumusan di atas untuk P_{ab}^n mengindikasikan bahwa matriks peluang transisi n -langkah adalah $P^{(n)} = P^{(n-1)} \cdot P$ (Hiller dan Lieberman, 2008).

Oleh Karena itu, matriks peluang transisi n -langkah P^n dapat diperoleh dengan menghitung pangkat ke n dari matriks transisi satu langkah P .

Klasifikasi State Accessible

$State b$ dikatakan bisa di akses dari $state a$ jika $P_{ab}^n \geq 0$ untuk beberapa $n \geq 0$ (Hiller dan Lieberman, 2008). Biasanya, suatu $state$ dapat di akses apabila terdapat nilai n dimana $P_{ab}^n \geq 0$ untuk semua a dan b .

Communicate

Jika $state b$ bisa di akses dari $state a$ dan $state a$ bisa di akses dari $state b$ maka $state a$ dan $state b$ dikatakan berkomunikasi dan di notasikan dengan $a \leftrightarrow b$. Konsep komunikasi dapat dibagi menjadi tiga sifat yaitu sebagai berikut :

- Jika $state a$ berkomunikasi dengan dirinya sendiri ($a \leftrightarrow b$) apabila $P_{aa}^0 = P\{X_0 = a | X_0 = a\} = 1$
- Jika $state a$ berkomunikasi dengan $state b$ maka ($a \leftrightarrow b$) maka $state b$ juga berkomunikasi dengan $state a$.
- Jika $state a$ berkomunikasi dengan $state b$ dan $state b$ berkomunikasi dengan $state c$ maka $state a$ juga berkomunikasi dengan $state c$.

Sebagai hasil dari ketiga sifat komunikasi tersebut, $state$ dapat dibagi menjadi satu kelas atau lebih sehingga $state$ tersebut dapat berkomunikasi satu sama lain dalam kelas yang sama. Jika hanya terdapat satu kelas, yaitu semua $state$ berkomunikasi, maka Rantai Markov disebut *irreducible*. (Hiller dan Lieberman, 2008)

Reccurent dan Transient State

Suatu keadaan jika setelah memasuki $state$ akan tetap dan tidak berpindah ke keadaan lain dikatakan *reccurent state* (berulang). Sedangkan keadaan a disebut *transient state* (sementara) jika setelah memasuki $state a$, keadaan tidak pernah kembali ke keadaan a lagi (Hillier dan Lieberman, 2001)

Untuk keadaan yang dimulai dari keadaan i dan tidak pernah kembali ke i didefinisikan sebagai berikut:

$$f_{aa} = \sum_{n=1}^{\infty} f_{aa}^n = f_{aa}^1 + f_{aa}^2 + \dots$$

Jika $f_{aa} = 1$ maka disebut recurrent, dan apabila $f_{aa} < 1$ maka disebut transient.

Absorbing State

$State a$ dikatakan *absorbing* (menyerap) jika $P_{aa} = 1$ absorbing state merupakan suatu keadaan dimana suatu peristiwa ketika memasuki peristiwa a maka keadaan tersebut tidak akan berpindah ke keadaan lain. (Winston, 2004).

Sifat Periode

Periode $d(a)$ merupakan FPB (factor persekutuan terbesar) atau GCD (*greatest common divisor*) dari seluruh $n = 1, 2, \dots$ dimana $P_{aa}^n > 0$.

$$d(a) = \gcd\{n \geq 1 \mid p_{aa}^n > 0\}$$

- Jika $d(a) = 1$, maka *state i* disebut aperiodik
- Jika $d(a) > 1$, maka *state a* disebut periodic

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Fakultas MIPA Universitas Tribuana Kalabahi tahun 2021. Yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa Fakultas MIPA yang berjumlah 489 orang, dan yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah bagian dari populasi yang berjumlah 83 orang.

Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus atau penelitian terapan dengan metode survei. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh secara langsung berupa jawaban responden secara langsung dan tertutup yang diperoleh dari pengisian kuesioner oleh mahasiswa S1 Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tribuana Kalabahi. Teknik analisis data yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

- Melakukan penyebaran kuesioner
- Input data yang di peroleh dari kuesioner
- Deskripsi data
- Membuat table perpindahan merk
- Membuat table perolehan dan kehilangan konsumen
- Membuat tabel jumlah pengguna dari setiap merk
- Menentukan nilai peluang dari setiap keadaan (dalam hal ini keadaan atau state adalah merk kartu prabayar GSM)
- Menentukan klasifikasi state
- Menentukan steady state suatu keadaan

HASIL PEMBAHASAN

Deskripsi Data

Adapun data yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu data primer yang diperoleh dari penyebaran kuesioner yang merupakan jawaban langsung dari responden yang bersifat tertutup oleh Mahasiswa S1 Fakultas MIPA Universitas Tribuana Kalabahi yang menggunakan kartu GSM (kuesioner terlampir). Pada penelitian ini peneliti memperoleh jumlah seluruh mahasiswa aktif FMIPA adalah 489 mahasiswa dari setiap program studi yaitu prodi Matematika berjumlah 72 orang, prodi Kimia berjumlah 55 orang, dan prodi Teknik Informatika berjumlah 362 orang. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan teknik *Cluster Random Sampling*. Menurut Margono (2004:127) *cluster random sampling* digunakan bilamana populasi tidak terdiri dari individu, melainkan terdiri dari kelompok-kelompok individu atau cluster. Cluster yang dimaksud dalam penelitian ini adalah Matematika, Kimia, dan Teknik Informatika.

Ukuran sampel dapat ditentukan dengan menggunakan rumus Taro Yaname dan Slovin. Mengacu pada pendapat Riduwan dan Engkos (2011:49) bahwa teknik pengambilan sampel menggunakan rumus Taro Yaname dan Slovin apabila populasi sudah diketahui. Rumus tersebut adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{N \cdot e^2 + 1}$$
$$n = \frac{N}{N \cdot e^2 + 1} = \frac{489}{489 \cdot (0,1)^2 + 1} = 83,02 = 83 \text{ orang}$$

Jumlah anggota sampel cluster dilakukan dengan cara pengambilan sampel secara *random cluster sampling*. Menggunakan rumus alokasi *proportional*:

$n_i = \frac{N_i}{N} \cdot n$ Maka anggota sampel dari masing-masing cluster sebagai berikut:

$$\text{Matematika} = \frac{72}{489} \cdot 83 = 12,2$$

$$= 12 \text{ orang}$$

$$\text{Kimia} = \frac{55}{489} \cdot 83 = 9,33$$

$$= 10 \text{ orang}$$

$$\text{Teknik Informatika} = \frac{362}{489} \cdot 83 = 61,4$$

$$= 61 \text{ orang}$$

Berdasarkan hasil pengisian kuesioner terdapat adanya perpindahan merk kartu prabayar GSM yang dapat dilihat pada tabel 1 seperti berikut:

Tabel 1 Perpindahan Merk Kartu GSM

Dari Merek	Merek kartu	Ke Merek			Responden Sebelumnya
		Simpati	AS	XL	
	Simpati	47	0	2	49
	AS	17	5	0	22
	XL	8	0	4	12
Responden Saat Ini		72	5	6	83

Tabel 1 menunjukkan bahwa responden yang tetap menggunakan merk kartu Simpati berjumlah 47 orang. Konsumen yang berpindah dari merk kartu Simpati ke merk kartu AS berjumlah 0. Responden yang berpindah dari merk kartu Simpati ke merk kartu XL berjumlah 2 orang. Responden yang berpindah dari merk kartu AS ke merk kartu Simpati berjumlah 17 orang. Responden yang tetap menggunakan merk kartu AS berjumlah 5 orang. Responden yang berpindah dari merk kartu AS ke merk kartu XL berjumlah 0. Responden yang berpindah dari merk kartu XL ke merk kartu Simpati berjumlah 8 orang. Responden yang berpindah dari merk kartu XL ke merk kartu AS berjumlah 0. Dan responden yang tetap menggunakan merk kartu XL berjumlah 4 orang. Berdasarkan data pada tabel 1 dapat dibuat tabel tentang data perolehan dan kehilangan konsumen pengguna merk GSM. Data tersebut dapat ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 2 Perolehan dan Kehilangan Konsumen

No	Merek Kartu	Jumlah Responden Sebelumnya	Perolehan	Kehilangan	Jumlah Responden Saat Ini
1	Simpati	49	25	2	72
2	AS	22	0	17	5
3	XL	12	2	8	6

Tabel 2 menunjukkan bahwa merk kartu Simpati yang digunakan sebelumnya berjumlah 49 responden, dan saat ini berjumlah 72 reponden. Perolehan yang dimiliki oleh merk kartu Simpati dari merk kartu lainnya berjumlah 25, namun 2 responden berpindah ke merk kartu GSM lainnya. Kemudian merk kartu AS yang digunakan saat ini berjumlah 5 responden dan sebelumnya berjumlah 22 responden. Merk kartu AS tidak memperoleh responden dari merk kartu GSM lainnya akan tetapi 17 responden berpindah ke merk kartu GSM lainnya. Sedangkan merk kartu XL yang digunakan saat ini berjumlah 6 responden dan sebelumnya berjumlah 12 responden. Merk kartu XL memperoleh responden dari merk kartu GSM lainnya berjumlah 2 orang namun 8 responden berpindah ke merk kartu GSM lainnya. Berdasarkan tabel 4.2 maka diperoleh responden yang saat ini yang menggunakan merk kartu GSM seperti pada table berikut:

Table 3 Merk Kartu GSM dan Jumlah Pengguna Pada Bulan Mei 2021.

No	Merek kartu	Jumlah konsumen	Persentase (%)
1	Simpati	72	86,75
2	AS	5	6,02
3	XL	6	7,23
Jumlah		83	100

Dari data tabel 3 dapat diketahui bahwa penggunaan GSM pada mahasiswa FMIPA Untrib didominasi oleh merk kartu Simpati dengan proporsi sebesar 88.42%. kemudian diikuti dengan merk kartu XL dengan proporsi sebesar 6.32%. dan yang terakhir adalah merk kartu AS dengan proporsi 5.26%.

Peluang Transisi (P)

Peluang transisi konsumen dapat diperoleh dengan menggunakan data pada tabel 1. data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk matriks berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 47 & 0 & 2 \\ 17 & 5 & 0 \\ 8 & 0 & 4 \end{bmatrix}$$
 Nilai peluang dari matriks tersebut dapat di hitung menggunakan rumus peluang (probabilitas) yaitu $P(E) = \frac{X}{N}$ dimana P : Probabilitas, E : Event (kejadian), X : Jumlah kejadian yang diinginkan (peristiwa), N : Keseluruhan kejadian yang mungkin terjadi, maka nilai dari setiap peluang dapat diperoleh dengan cara $P_{00} = \frac{47}{49} = 0,96, P_{01} = \frac{0}{49} = 0, P_{02} = \frac{2}{49} = 0,04, P_{10} = \frac{17}{22} = 0,78, P_{11} = \frac{5}{22} = 0,22, P_{12} = \frac{0}{22} = 0, P_{20} = \frac{8}{12} = 0,7, P_{21} = \frac{0}{12} = 0, P_{22} = \frac{4}{12} = 0,3$. Dengan demikian, nilai dari peluang transisi dari ketiga keadaan merk kartu GSM pada mahasiswa FMIPA UNTRIB sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0.96 & 0 & 0.04 \\ 0.78 & 0.22 & 0 \\ 0.7 & 0 & 0.3 \end{bmatrix}$$

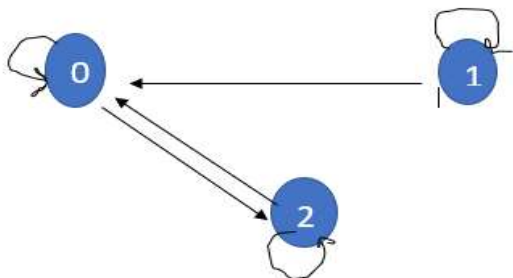
Nilai peluang setiap keadaan adalah 0 dan 1, sehingga matriks P adalah matriks yang nilai peluangnya bernilai positif dan jumlah barisnya adalah 1.

Klasifikasi State

Berdasarkan matriks peluang transisi yang diperoleh maka dapat ditentukan klasifikasi state sebagai berikut:

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.96 & 0 & 0.04 \\ 0.78 & 0.22 & 0 \\ 0.7 & 0 & 0.3 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Dengan perpindahan konsumen sebagai berikut:



Gambar 1. Perpindahan konsumen

Accessible (dicapai)

State yang dapat diakses dari gambar diatas adalah state 0 dapat diakses oleh state 2 dan sebaliknya, kemudian state 0 dapat

diakses oleh state 1 karena nilai dari $P_{ii}^j \geq 0$.

Komunikate (komunikasi)

State i dan state j dikatakan saling berkomunikasi (\leftrightarrow) apabila state i dapat dicapai oleh state j dan state j dapat dicapai oleh state i . berdasarkan gambar maka state 0 dan state 2 dapat dikatakan saling berkomunikasi.

Recurrent dan Transient (berulang dan sementara)

state i dikatakan recurrent (berulang) jika setelah memasuki state i , proses akan kembali lagi state i . Sedangkan state i dikatakan transient apabila jika setelah memasuki state i maka proses tidak pernah kembali lagi ke state i lagi. State i dikatakan recurrent jika $f_{ii} = 1$ dan transient jika $f_{ii} < 1$. Dari gambar 1 dapat ditunjukkan recurrent dan transient sebagai berikut:

- Keadaan 0

$$\begin{aligned}
 f_{ii} &= \sum_{n=1}^{\infty} f_{ii}^n = f_{00}^1 + f_{00}^2 + f_{00}^3 + f_{00}^4 + \dots \\
 &= 0,96 + (0,04 \cdot 0,7) \\
 &\quad + (0,04 \cdot 0,3 \cdot 0,7) \\
 &\quad + (0,04 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,7) + \dots \\
 &= 0,99892 < 1
 \end{aligned}$$

State 0 dikatakan recurrent karena $f_{ii} < 1$ artinya bahwa ada responden yang setelah menggunakan merk kartu Simpati pasti akan kembali menggunakan merk kartu Simpati.

Absorbing State

Berdasarkan matriks peluang transisi P dapat diketahui bahwa tidak ada keadaan yang absorbing, karena $P_{ii} \neq 1$.

Sifat Perodesitas

Sifat perodesitas dari suatu keadaan dapat dilihat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 d(i) &= \gcd\{n \geq 1 | P_{ii}^n > 0\} \\
 n &\geq 1, P_{ii}^n > 0 \\
 n &= 1, P_{00}^1 = 0,96 > 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
n = 2, P_{00}^2 &= 0,0287 > 0 \\
n = 3, P_{00}^3 &= 0,00847 > 0 \\
d(0) &= \gcd\{n \geq 0, P_{ii}^n > 0\} \\
&= \gcd\{1,2,3, \dots\} = 1
\end{aligned}$$

Periode *state* 0 yaitu $d(0) = 1$ artinya *state* 0 dikatakan aperiodik. Sedangkan *state* 1 dan *state* 2 tidak dapat ditentukan periodenya karena diantara kedua *state* tersebut tidak ada yang saling berkomunikasi.

Prediksi keadaan Yang Akan Datang (P^n)

Suatu keadaan akan seimbang dapat diketahui dengan cara mengalikan matriks peluang transisi dengan dirinya sendiri sebanyak n -langkah (P^n) dengan menggunakan rumus $P = P^{n-1} \cdot P$. Dengan demikian maka dapat dilakukan perhitungan matriks peluang transisi

$$\text{sebagai berikut: } P = \begin{bmatrix} 0.96 & 0 & 0.04 \\ 0.78 & 0.22 & 0 \\ 0.7 & 0 & 0.3 \end{bmatrix}$$

$$P^2 = \begin{bmatrix} 0.96 & 0 & 0.04 \\ 0.78 & 0.22 & 0 \\ 0.7 & 0 & 0.3 \end{bmatrix}$$

$$\times \begin{bmatrix} 0.96 & 0 & 0.04 \\ 0.78 & 0.22 & 0 \\ 0.7 & 0 & 0.3 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0.950 & 0 & 0.050 \\ 0.920 & 0.049 & 0.031 \\ 0.882 & 0 & 0.118 \end{bmatrix}$$

$$P^3 = P^{3-1} \cdot P = \begin{bmatrix} 0.950 & 0 & 0.050 \\ 0.920 & 0.049 & 0.031 \\ 0.882 & 0 & 0.118 \end{bmatrix}$$

$$\times \begin{bmatrix} 0.96 & 0 & 0.04 \\ 0.78 & 0.22 & 0 \\ 0.7 & 0 & 0.3 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0.947 & 0 & 0.053 \\ 0.943 & 0.010 & 0.047 \\ 0.929 & 0 & 0.071 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
P^6 &= P^{6-1} \cdot P = \begin{bmatrix} 0.946 & 0 & 0.054 \\ 0.946 & 0 & 0.054 \\ 0.945 & 0 & 0.055 \end{bmatrix} \\
&\times \begin{bmatrix} 0.97 & 0 & 0.03 \\ 0.78 & 0.22 & 0 \\ 0.7 & 0 & 0.3 \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} 0.946 & 0 & 0.054 \\ 0.946 & 0 & 0.054 \\ 0.946 & 0 & 0.054 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan matriks peluang transisi, dapat diketahui bahwa elemen dari setiap kolom memiliki nilai yang sama hingga periode selanjutnya. Kemudian, dibulatkan angka desimalnya sehingga jumlah dari setiap baris harus bernilai 1. Maka diperoleh matriks peluang transisi sebagai berikut:

$$P^6 = \begin{bmatrix} 0.946 & 0 & 0.054 \\ 0.946 & 0 & 0.054 \\ 0.946 & 0 & 0.054 \end{bmatrix}$$

Dari hasil perhitungan diketahui nilai peluang transisi dari setiap merk kartu akan seimbang (*steady state*) saat langkah ke 6 atau pada bulan November 2021. Pada matriks P^6 dapat artikan bahwa peluang konsumen oleh mahasiswa FMIPA UNTRIB dalam suatu kurun waktu yang panjang akan tetap menggunakan merk kartu Simpati sebesar 94,6%, sedangkan peluang konsumen yang tetap menggunakan merk kartu AS sebesar 0%, dan peluang konsumen yang tetap menggunakan merk kartu XL adalah 5,4%.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka peneliti dapat menarik kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Peluang perpindahan merk kartu GSM pada mahasiswa Fakultas MIPA dapat dilihat pada matriks peluang transisi di bawah ini.

$$P = \begin{bmatrix} 0.96 & 0 & 0.04 \\ 0.78 & 0.22 & 0 \\ 0.7 & 0 & 0.3 \end{bmatrix}$$

Keterangan:

0 = konsumen Simpati

1 = konsumen AS

2 = konsumen XL

- b. Prediksi peluang perpindahan pada masing-masing merk kartu internet GSM prabayar di kalangan mahasiswa S1 Matematika FMIPA UNTRIB, pada masa yang akan datang mengalami keadaan seimbang saat langkah ke 6 atau pada bulan November 2021. Artinya, Matriks peluang transisi P^6 menunjukkan bahwa merk kartu Simpati adalah merk kartu yang paling banyak digunakan oleh responden 94.6%. Kemudian XL diurutan kedua yang jumlah respondennya 5.4%, dan AS berada pada urutan ketiga dengan jumlah responden 0%.
- c. Lagunsiang, Jhoni. *Menjadi Guru Profesional di Era Digital*, Jakarta: Rossi, 2017
- d. Bloom, Benyamin S. *Taxonomy Of Education Objectives, Cognitive Domain*. New York:Logman, 1981.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Global System for Mobile Communication*. (2015).
- Cucuk Nur Rosyidi, dkk, ‘ ‘ *Analisis Loyalitas Merk Pada Produk Sepeda Motor Menggunakan Rantai Markov Rantai Markov*’ ’INASEA `13 no. 1 (April 2012)
- Brzezniak and Zastarwniak. *Basic Stochastic Processes*. Springer, London. (2002).
- Dewi Erna Wati. *Analisis Perpindahan Kartu Prabayar GSM Dengan Rantai Markov* (studi kasus: Mahasiswa UNDIP, Semarang) *jurnal program studi Matematika, FMIPA, UNDIP*, Semarang. (2010).
- Hillier, F. S dan G. J. Lieberman. *Introduction to Operations Researc*. (2008).
- Ikshan Kadafi, dkk. *Aplikasi Rantai Markov Untuk Menentukan Peluang*

Transisi Curah Hujan. Jurnal Program Studi Matematika, Fakultas MIPA. Uiversitas Bengkulu. (2017).

- Langi, Yohanes. *Penentuan klasifikasi state/dfte pada Rantai Markov. Jurnal Ilmiah Sains. Program QS for Windows.* *Jurnal Ekonomi Universitas Bina Nusantara*, Jakarta. (2011).
- Mulyono, S. *Riset Operasi*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta. (2007).
- Sugiyono. *Metodologi Penelitian Administrasi. Edisi Kedua. Bandung: CVAlfa Beta*. (1999).
- Togi H Simanungkalit. *Analisis Perpindahan Merk Kartu Prabayar GSM Dengan Menggunakan Rantai Markov. Jurnal program studi Matematika, FMIPA, USU*. (2015).
- Yerison dan Nasution. *Diktat Pengantar Stokastik*. FMIPA. Universita Negeri Padang. Padang. (2003).
- YuliInda Pertiwi, Sigit Nugroho, dan Dian Agustina. *Analisis Rantai Markov Untuk Memepengaruhi Peluang Perpindahan Merk Kartu Internet GSM Prabayar (studi kasus: program studi Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam)* *Jurnal prodi matematika*, (2015).