

Analisis Rantai Markov Untuk Mengetahui Peluang Perpindahan Konsumen Merek Laptop Pada Mahasiswa Teknik Industri Universitas Indraprasta PGRI

F. A. Gifari¹, M. A. Maulana², S. Maulana³

Abstrak: Laptop merupakan barang kebutuhan mahasiswa dan para pekerja dan hampir seluruh lapisan masyarakat menggunakannya. Rantai Markov merupakan proses stokastik yang menggambarkan urutan barisan yang dimana memiliki kemungkinan probabilitas setiap kejadian hanya bergantung pada keadaan yang dicapai pada peristiwa sebelumnya. Permasalahannya dalam penelitian ini adalah bagaimana penggunaan rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan konsumen merek laptop di kalangan mahasiswa. Maka, diambil sampel dari 62 mahasiswa Teknik Industri UNINDRA. Hasil penelitian diperoleh *market share* jumlah perpindahan merek laptop pada pembelian pertama dan pembelian kedua kalinya didapatkan 9 merek laptop pada pembelian pertama untuk merek laptop HP dengan proporsi 13%, merek Lenovo dengan proporsi 29%, merek Asus dengan proporsi tertinggi sebesar 31%, merek Acer dengan proporsi 8%, merek Apple dengan proporsi 10%, merek Toshiba dengan proporsi 2%, merek Dell dengan proporsi 5%, merek Axioo dengan proporsi 2%, dan merek Vaio dengan proporsi 2%. Namun pada pembelian laptop untuk yang kedua kalinya didapat pengurangan merek menjadi 6 merek laptop, yaitu merek Laptop dengan proporsi yang berkurang menjadi 3%, merek Lenovo dengan proporsi yang berkurang menjadi 10%, merek Asus dengan proporsi yang berkurang menjadi 15%, merek Apple dengan proporsi yang naik sangat tinggi sebesar 52% dengan 32 pengguna, merek Dell dengan proporsi naik menjadi 8%, dan muncul merek baru yang tadinya tidak ada di pembelian pertama yaitu laptop dengan merek Samsung dengan proporsi 11%. Perpindahan itu terjadi dikarenakan adanya keperluan – keperluan seperti aspek – aspek yang dibutuhkan pengguna. Dari seluruh merek laptop bisa dilihat bahwa data yang didapat merek laptop Apple yang mendapat pangsa pasar besar, hal tersebut terjadi dikarenakan produk Apple memiliki kualitas yang sesuai dengan kebutuhan konsumen khususnya para responden.

Kata Kunci : Merek Laptop, Peluang Transisi, Pola Perpindahan, Rantai Markov

Abstract: Laptops are goods for students and workers and almost all levels of society use them. Markov chain is a stochastic process that describes a sequence in which the probability of each occurrence depends only on the state reached in the previous event. The problem in this study is how to use Markov chains to find out opportunities for switching laptop brand consumers among students. So, samples were taken from 62 Industrial Engineering students at UNINDRA. The results showed that the market share of the number of laptop brand switching on the first purchase and the second purchase obtained 9 laptop brands on the first purchase for the HP laptop brand with a proportion of 13%, the Lenovo brand with a proportion of 29%, the Asus brand with the highest proportion of 31%, the Acer brand with 8% proportion, Apple brand with 10% proportion, Toshiba brand with 2% proportion, Dell brand with 5% proportion, Axioo brand with 2% proportion, and Vaio brand with 2% proportion. However, when purchasing a laptop for the second time, the brand was reduced to 6 laptop brands, namely the Laptop brand with a reduced proportion of 3%, the Lenovo brand with a reduced proportion of 10%, the Asus brand with a reduced proportion of 15%, the Apple brand with a very high proportion of 52% with 32 users, a Dell brand with a proportion rising to 8%, and a new brand that was not present in the first purchase, namely a laptop with a Samsung brand with a proportion of 11%. The transfer occurs because of the needs - such as aspects - aspects that are needed by the user. From all laptop brands, it can be seen that the data obtained by the Apple laptop brand has a large market share, this is because Apple products have quality that suits the needs of consumers, especially the respondents.

Keywords: Queue, Laptops Brand, Transition Opportunities, Switching Patterns, Markov Chain

I. PENDAHULUAN

Persaingan dunia industri yang semakin pesat saat ini mendorong setiap perusahaan untuk mampu bersaing dengan mengedepankan produk berupa barang atau jasa yang ditawarkan. Pengadaan berbagai macam produk atau barang pada suatu pasar sangat mempengaruhi perilaku konsumen untuk mau mendatangi dan membeli barang yang terdapat dalam pasar elektronik tersebut. Keinginan konsumen untuk memenuhi kebutuhan sehari – hari menjadi satu alasan yang kuat untuk membeli produk atau barang yang dibutuhkan.

Seperti kita ketahui bahwa laptop merupakan barang

kebutuhan mahasiswa dan para pekerja dan hampir seluruh lapisan masyarakat menggunakannya. Industri teknologi di Indonesia bertumbuh dan berkembang mengikuti perkembangan zaman.

Usaha yang harus dilakukan supaya konsumen tidak beralih ke produk sejenis dengan merek lain, produsen harus mampu menciptakan produk dengan atribut - atribut yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen. Selain itu, produsen juga harus mampu menganalisa faktor – faktor yang menjadi sebab konsumen memilih merek tertentu. Dengan atribut – atribut dan faktor – faktor tersebut produsen akan mampu menciptakan citra baik pada produknya sehingga mampu memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen untuk menguasai pangsa pasar. Oleh karena itu, perlu adanya prediksi *market share* agar tingkat penjualan dapat optimal. Dengan adanya masalah tersebut maka dilakukan penelitian dengan menggunakan rantai markov yang diperkenalkan oleh matematikawan asal Rusia

Fikri Adli Gifari, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (fikriagifari06@gmail.com).

Mochammad Andhika Maulana, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (maul17474@gmail.com).

Sahrul Maulana, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (sahrulmaulana0704@gmail.com).

A. A Markov (1856 – 1922) untuk memprediksi *market share*.

Rantai Markov merupakan suatu teknik matematik yang biasa digunakan untuk memodelkan system dan proses bisnis. Teknik ini dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan – perubahan diwaktu yang akan datang dalam variable – variable dinamis berdasarkan perubahan variable – variable tersebut pada waktu lampau. Teknik ini dapat digunakan untuk menganalisis kejadian – kejadian di waktu – waktu mendatang (Subagyo, dkk, 1984). Tujuan dari artikel ini adalah untuk mengetahui persebaran merek laptop di kalangan mahasiswa, maka di ambil sampel dari mahasiswa Teknik Industri Universitas Indraprasata PGRI dan diolah dengan menggunakan analisis rantai markov. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kuesioner. Link kuesioner disebar ke beberapa kelas mahasiswa Teknik Industri untuk mendapatkan responden sebanyak mungkin

II. METODE DAN PROSEDUR

Andrei Andreevich Markov (2 Juni 1856 – 20 Juli 1922) merupakan seorang fisikawan Rusia yang mengemukakan rantai Markov pada 1906 – 1907 dalam usahanya menjelaskan gejala alam yang dikenal sebagai gerak Browns (*Brownian Motion*) secara matematik.

Rantai Markov (*Markov Chain*) merupakan proses acak dimana semua informasi tentang masa depan terkandung di dalam keadaan sekarang. Untuk lebih tepatnya, konsep dasar analisis Markov adalah *state* dari system atau *state* transisi, sifat dari proses ini adalah apabila diketahui proses berada dalam keadaan tertentu, maka peluang berkembangnya proses di masa mendatang hanya tergantung pada keadaan saat ini dan tidak tergantung pada keadaan sebelumnya.

Syarat – Syarat Rantai Markov

Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi untuk mendapatkan analisis rantai Markov ke dalam suatu kasus. Syarat – syarat tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Untuk keadaan awal dari system jumlah probabilitas transisinya sama dengan 1.
2. Kondisinya independen sepanjang waktu.
3. Probabilitas transisinya konstan sepanjang waktu.
4. Probabilitas – probabilitas tersebut berlaku untuk semua partisipan yang ada.

Konsep Dasar

Proses Stokastik sendiri merupakan suatu kejadian tertentu dari suatu rangkaian jika sebuah eksperimen tergantung dari beberapa kemungkinan kejadian.

Sebuah rantai Markov merupakan urutan dari variable-variable acak $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ dengan sifat Markov yaitu, mengingat keadaan masa depan dengan masa lalu merupakan sebuah independen, dengan kata lain:

$$\Pr(X_{n+1} = \chi | X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n) = \Pr(X_{n+1} = \chi | X_n = x_n)$$

Markov Chain merupakan sebuah proses Markov dengan populasi diskrit (dapat dihitung) yang berada pada suatu *discrete state* dan diizinkan untuk berubah *state* pada *time discrete*. Berikut ini adalah beberapa macam dari bentuk rantai Markov:

- a. *Continuous Markov* memiliki indeks kontinu.
- b. Sisa rantai Markov homogen merupakan proses dimana $\Pr(X_{n+1} = x | X_n = y) = \Pr(X_n = x | X_{n-1} = y)$ untuk semua n . Probabilitas transisi tidak tergantung dari n
- c. Rantai Markov orde m di mana m adalah terbatas, $\Pr(X_n = x_n | X_{n-1} = x_{n-1}, X_{n-2} = x_{n-2}, \dots, X_1 = x_1) = \Pr(X_n = x_n | X_{n-1} = x_{n-1}, X_{n-2} = x_{n-2}, \dots, X_{n-m} = x_{n-m})$ for $n > m$.

Dengan kata lain, bahwa keadaan selanjutnya ditentukan dengan keadaan m selanjutnya.

- d. Sebuah aditif rantai Markov order m di mana m adalah terbatas. $\Pr(X_n = x_n | X_{n-1} = x_{n-1}, X_{n-2} = x_{n-2}, \dots, X_1 = x_1) = \sum f(x_n, x_{n-r}, r)$, untuk semua $n > m$.

Status – status yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam rantai Markov, antara lain sebagai berikut:

- a. *Reachable State*
Status j *reachable* dari status i apabila dalam rantai dapat terjadi transisi dari status i ke status j melalui sejumlah transisi berhingga; terdapat $n, 0 \leq n \leq \infty$, sehingga $P_{ij}^n > 0$
- b. *Irreducible Chain*
Jika dalam suatu rantai Markov setiap status *reachable* dari setiap status lainnya, rantai tersebut adalah *irreducible*.
- c. *Periodic State*
Suatu status i disebut *periodic* dengan peroda $d > 1$, jika $P_{ii}^n > 0$, hanya untuk $n = d, 2d, 3d, \dots$; sebaliknya jika $P_{ii}^n > 0$, hanya untuk $n = 1, 2, 3, \dots$ maka status tersebut *aperiodic*.
- d. *Probability of First Return*
Probabilitas kembali pertama kalinya ke status i terjadi dalam n transisi setelah meninggalkan i
 $f_i^{[n]} = P[X_n = i, X_k \neq i \text{ untuk } k = 1, 2, \dots, n-1 | X_0 = i]$
(Catatan: $f_i^{(0)}$ didefinisikan = 1 untuk semua i)
- e. *Probability of Ever Return*
Probabilitas akan kembali ke status i setelah sebelumnya meninggalkan i

$$f_i = \sum_{n=1}^{\infty} f_i^{(n)}$$

- f. *Transient State*
Jika probabilitas $f_i < 1$ maka status tersebut disebut *transient* karena setelah dari i melalui sejumlah

Tabel 1. Klasifikasi Proses Stokastik

Time State \	Continuous	Discrete
Continuous	Analog Signal	A to D converter
Discrete	Computer Availability Model	Round-Based network protocol model

transisi terdapat kemungkinan tidak dapat kembali ke i.

g. *Recurrent State*

Jika probabilitas $f_i = 1$ maka status disebut *recurrent* karena setelah dari i melalui sejumlah transisi selalu ada kemungkinan untuk kembali ke i.

h. *Mean Recurrent Time of State*

Jumlah step rata-rata untuk kembali ke status I untuk status *recurrent*

$$m_i = \sum_{n=1}^{\infty} n f_i^{(n)}$$

i. *Null Recurrent State*

Jika $m_i = \infty$ maka suatu *recurrent state* disebut *recurrent null*

j. *Positive Recurrent State*

Jika $m_i < \infty$ maka suatu *recurrent state* disebut *positive recurrent* atau *recurrent nonnull*

k. *Communicate State*

Ditulis dengan notasi $i \leftrightarrow j$, maka dua status i dan j, dikatakan berkomunikasi jika i *reachable* dari j dan juga *reachable* dari i.

l. *Ergodic*

Jika *irreducible*, *aperiodic*, dan seluruh status menjadi *positive recurrent*, maka rantai Markov disebut *ergodic*.

Metode Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan terdiri atas beberapa tahap, yaitu tahap identifikasi dan perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian serta tahap analisis data

a. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada identifikasi dan perumusan masalah peneliti menentukan topik penelitian serta masalah yang akan diteliti berdasarkan kondisi yang ada pada pengguna laptop mahasiswa Universitas Indraprasta PGRI. Kemudian merumuskan masalah dengan cara analisis rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan konsumen merek laptop pada mahasiswa Universitas Indraprasta PGRI

b. Penentuan Tujuan Penelitian

Pada tahap ini ditentukan tujuan atau arah dari penelitian yang dilakukan berhubungan dengan permasalahan yang telah diangkat, yaitu mengetahui jumlah peluang perpindahan konsumen merek laptop

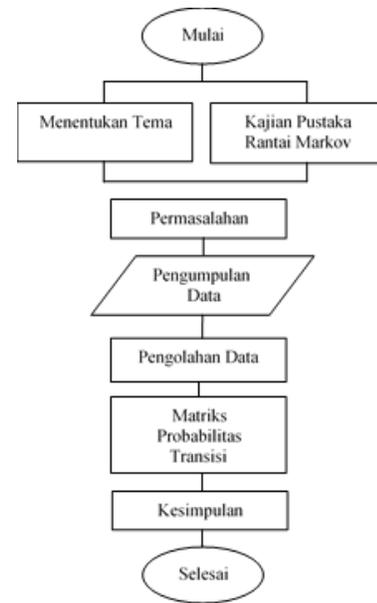
c. Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data yang diperoleh langsung dari sampel sebagai subjek penelitian dengan menggunakan instrument pengumpulan data berupa kuesioner.

d. Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisis data yang merupakan proses perhitungan secara deskriptif dengan menggunakan perumusan yang telah ditentukan sebagai penganalisis data yang sesuai dengan masalah yang sudah ada.

Berikut *Flowchart* prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:



Gambar 2 . *Flowchart* Penelitian

Matrikz Probabilitas Transisi Rantai Markov Diskrit

Rantai Markov diskrit merupakan sebuah proses markov yang ruang statenya merupakan suatu bilangan yang dapat dihitung. Bilang indeks rantai Markov sendiri adalah $T = 0, 1, 2, \dots$ dan ruang *state* dari rantai Markov dinyatakan dengan bilangan bulat yang tidak negative $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$, dan $X_n = i$ yang menyatakan bahwa X_n berada pada *state* i. (Howard. M, 1984)

Berikut bentuk formal sifat dari Markov:

$$P[X_{t+1} = j | X_0 = i_0, \dots, X_{t-1} = i_{t-1}, X_t = i] = P[X_{t+1} = j | X_t = i]$$

Berdasarkan sifat Markov di atas dapat di artikan serupa dengan keadaan probabilitas bersyarat dari kejadian yang akan datang bila diketahui kejadian sebelumnya. Probabilitas bersyarat $P[X_{t+1} = j | X_t = i]$ disebut probabilitas transisi apabila untuk setiap *i dan j*, sebagai berikut:

$$P[X_{t+1} = j | X_t = i] = [P[X_t = j | X_0 = i]$$

Untuk semua $t = 0, 1, 2, 3, \dots, n$ maka probabilitas transisi satu langkah disebut dengan stasioner dan diberi tanda dengan P_{ij} .

Untuk probabilitas bersyarat diberi tanda atau notasi $P_{ij}^{(n)}$ disebut probabilitas transisi *n* langkah, yang disebut dengan probabilitas bersyarat, yang dimulai pada tingkat keadaan *i* dan menjadi tingkat keadaan *j* setelah *n* langkah. Karena $P_{ij}^{(n)}$ merupakan peluang bersyarat maka harus memenuhi kondisi:

$$0 \leq P_{ij} \leq 1 \text{ untuk semua } i \text{ dan } j$$

$$\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$$

Jika sebuah rantai Markov memiliki n keadaan yang mungkin bisa disebut 1, 2, 3, ..., n . Maka, probabilitas system itu merupakan dalam keadaan i yang kemudian system itu bergerak pada keadaan j pada pengamatan berikutnya yang ditandai dengan P_{ij} dan system disebut dengan kemungkinan peralihan atau *transition probability* dari keadaan i ke keadaan j . Untuk matriks $P = [P_{ij}]$ disebut dengan matriks transisi dari Rantai Markov (Howard Anton, 1988).

$$P^n = [P_{ij}]^n = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1j} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{i1} & P_{i2} & P_{i3} & \dots & P_{ij} \end{bmatrix}$$

merupakan jumlah suatu keadaan dalam proses P_{ij} dan kemungkinan transisi dari keadaan saat i ke keadaan j . Jika saat ini berada pada keadaan i maka barik i dari matriks di atas berisi angka-angka $P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}$ merupakan kemungkinan berubah ke suatu keadaan berikutnya. Maka, angka tersebut melambangkan kemungkinan, maka semuanya merupakan bilangan non negative dan tidak lebih dari satu dan jumlah dari P_{ij} 1, secara matematis sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$$

Pada setiap langkah system bergerak dari keadaan (*state*) di dalam keadaannya yang sama atau keadaan yang lain. $P(X_j|X_i)$ adalah besarnya probabilitas pada keadaan X_j dengan syarat keadaan sebelumnya adalah X_i .

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n P_{ij} &= P_{i1} + P_{i2} + \dots + P_{in} \\ &= P\{X_k = 1|X_{k-1} = i\} + P\{X_k = 2|X_{k-1} = i\} + \dots \\ &\quad + P\{X_k = n|X_{k-1} = i\} \\ &= P\{P(X_k = 1) \cup (X_k = 2) \cup \dots \cup (X_k = n)|X_{k-1} = i\} \\ &= P\{X_k \in S|X_{k-1} = i\} \\ &= 1. \end{aligned}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data menggunakan rantai Markov. Pengolahan data yang dilakukan pada artikel ini menggunakan bantuan *Microsoft Excel*.

Pada artikel ini akan lebih fokus kepada peluang perpindahan konsumen merek laptop dan mengetahui pangsa pasar merek laptop apa saja yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa.

Proses Markov:

Penentuan State

Penentuan *state* dalam kasus ini, yakni periode waktu pertama dan periode waktu kedua. Periode waktu pertama diperoleh dari merek laptop apa yang dipilih untuk dibeli pertama kali, sedangkan periode waktu kedua diperoleh dari merek laptop apa yang dipilih untuk dibeli kedua kalinya, antara merek laptop yang sama atau merek laptop yang berbeda dari merek sebelumnya.

Tabel 1 Merek Laptop dan Jumlah Pengguna Periode Pertama

No	Merek Laptop	Jumlah Pengguna Awal	Proporsi (%)
1	Hp	8	13%
2	Lenovo	18	29%
3	Asus	19	31%
4	Acer	5	8%
5	Apple	6	10%
6	Toshiba	1	2%
7	Dell	3	5%
8	Axioo	1	2%
9	Vaio	1	2%
Jumlah		62	100%

Untuk merek laptop dan jumlah pengguna pada periode pertama didapat 9 merek laptop yang dipilih oleh 62 responden. Dengan jumlah pengguna awal terbesar ada pada laptop merek Asus dengan 19 responden dan proporsi 31%.

Tabel 2 Merek Laptop dan Jumlah Pengguna Periode Kedua

No	Merek Laptop	Jumlah Pengguna Saat Ini	Proporsi (%)
1	Hp	3	5%
2	Lenovo	6	10%
3	Asus	9	15%
4	Apple	32	52%
5	Dell	5	8%
6	Samsung	7	11%
Jumlah		62	100%

Untuk merek laptop dan jumlah pengguna pada periode kedua terjadi pengurangan merek laptop yang dipilih menjadi 6 merek. Ada beberapa merek laptop yang tidak terpilih lagi seperti Acer, Toshiba, Axioo, dan Vaio, namun ada merek yang diperiode sebelumnya tidak ada, tapi ada di periode ke dua, yaitu Samsung. Pada periode kedua ini merek laptop Apple merupakan merek yang paling tinggi penggunaannya dengan 32 pengguna dan memiliki proporsi 52%.

Tabel 3 Jumlah Penambahan dan Pengurangan Perpindahan Merek Laptop

No	Merek Laptop	Jumlah Pengguna Awal	Penambahan	Pengurangan	Jumlah Pengguna Saat Ini
1	Hp	8	0	5	3
2	Lenovo	18	3	15	6
3	Asus	19	6	16	9
4	Acer	5	0	5	0
5	Apple	6	29	3	32
6	Toshiba	1	0	1	0
7	Dell	3	3	2	5
8	Axioo	1	0	1	0
9	Vaio	1	0	1	0
10	Samsung	0	7	0	7

Setelah didapatkan data merek – merek laptop serta data jumlah penambahan dan pengurangan perpindahan merek laptop. Maka langkah selanjutnya dibuat pola perpindahan merek laptop untuk mengetahui pola perpindahan merek laptop yang digunakan dan memiliki peminat, berikut polanya:

Tabel 4 Pola Perpindahan Merek Laptop

Merek Laptop	Ke Merek									Jumlah Pengguna	
	Hp	Lenovo	Asus	Acer	Apple	Toshiba	Dell	Asion	Vaio		Samsung
Hp	3	0	1	0	3	0	0	0	0	1	8
Lenovo	0	3	2	0	10	0	2	0	0	1	18
Asus	0	2	3	0	10	0	1	0	0	3	19
Acer	0	1	1	0	3	0	0	0	0	0	5
Apple	0	0	0	0	3	0	1	0	0	2	6
Toshiba	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Dell	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	3
Asion	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Vaio	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Samsung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah Pengguna Saat Ini	3	6	9	0	32	0	5	0	0	7	62

Setelah didapat pola perpindahan merek laptopnya, maka bisa dilanjutkan untuk mendapatkan peluang transisi sebagai berikut:

Tabel 5 Peluang Transisi

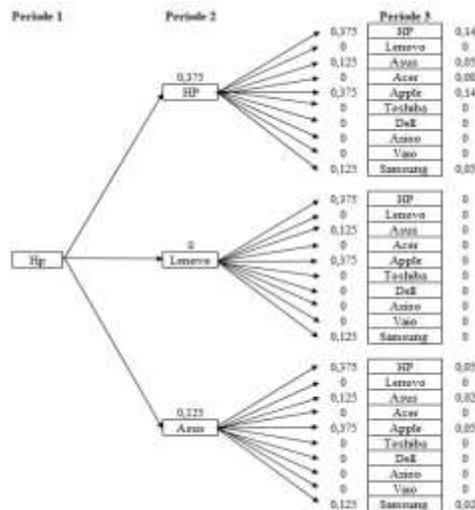
Merek Laptop	Ke Merek									
	Hp	Lenovo	Asus	Acer	Apple	Toshiba	Dell	Asion	Vaio	Samsung
Hp	0,375	0	0,125	0	0,375	0	0	0	0	0,125
Lenovo	0	0,1667	0,1111	0	0,5556	0	0,1111	0	0	0,0556
Asus	0	0,1025	0,1579	0	0,5281	0	0,0528	0	0	0,1579
Acer	0	0,2	0,2	0	0,8	0	0	0	0	0
Apple	0	0	0	0	0,5	0	0,1667	0	0	0,3333
Toshiba	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Dell	0	0	0,3333	0	0,3333	0	0,3333	0	0	0
Asion	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Vaio	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Samsung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dari tabel peluang transisi di atas maka didapat bentuk matriks probabilitas transisi, sebagai berikut:

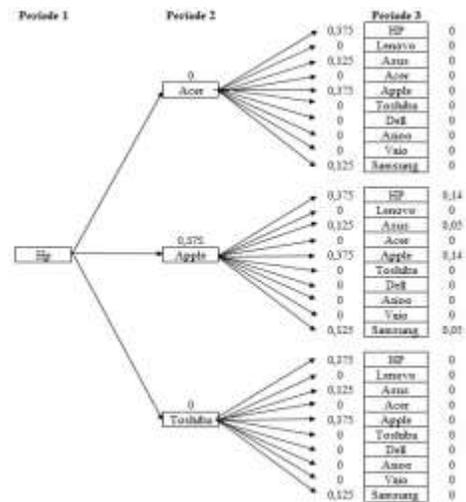
0,375	0,000	0,125	0,000	0,375	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,125
0,000	0,167	0,111	0,000	0,556	0,000	0,111	0,000	0,000	0,000	0,056
0,000	0,105	0,158	0,000	0,526	0,000	0,053	0,000	0,000	0,000	0,158
0,000	0,200	0,200	0,000	0,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,000	0,167	0,000	0,000	0,000	0,333
0,000	0,000	0,000	0,000	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,333	0,000	0,333	0,000	0,333	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Setelah mendapatkan Probabilitas Transisi, maka untuk langkah selanjutnya adalah melakukan analisis probabilitas periode ke-3 dengan menggunakan Probabilitas Tree. Berikut hasil dari Probabilitas Tree:

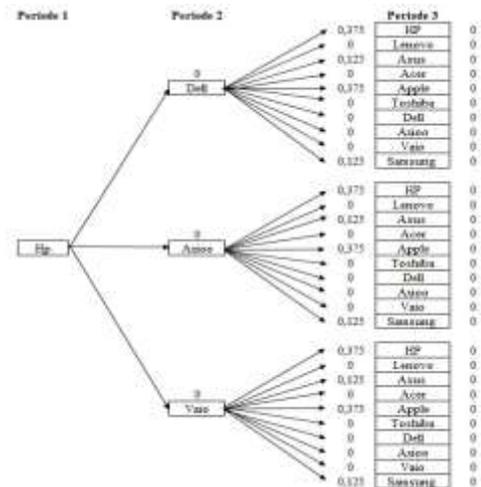
1) Periode Pertama Merek Laptop HP



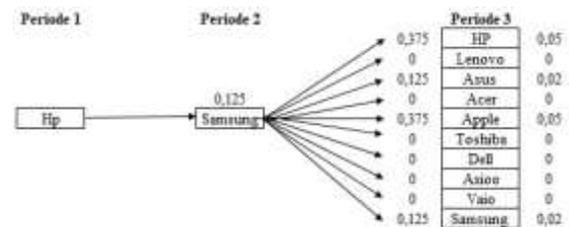
Gambar 3. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Hp (Bagian 1)



Gambar 4. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop HP (Bagian 2)



Gambar 5. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop HP (Bagian 3)



Gambar 6. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek laptop HP (Bagian 4)

Dari gambar Probabilitas Tree di atas. Jika periode pertama pengguna menggunakan merek laptop HP, maka dapat diketahui bahwa:

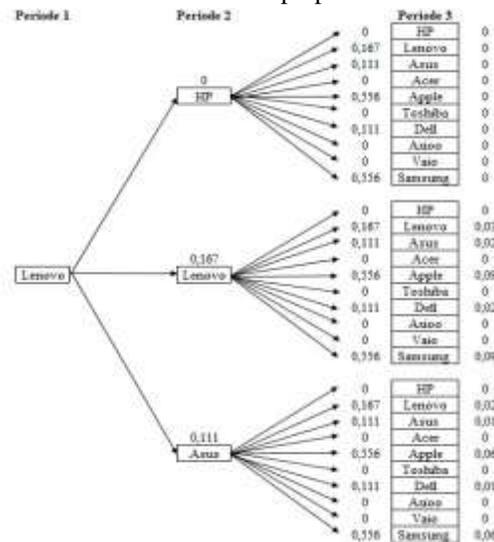
1. Pengguna laptop merek HP pada periode ke-1 dan periode ke-2 HP dengan nilai 0,375 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3, yaitu:

- Merek HP peluang 0,14
- Merek Lenovo peluang 0
- Merek Asus peluang 0,02

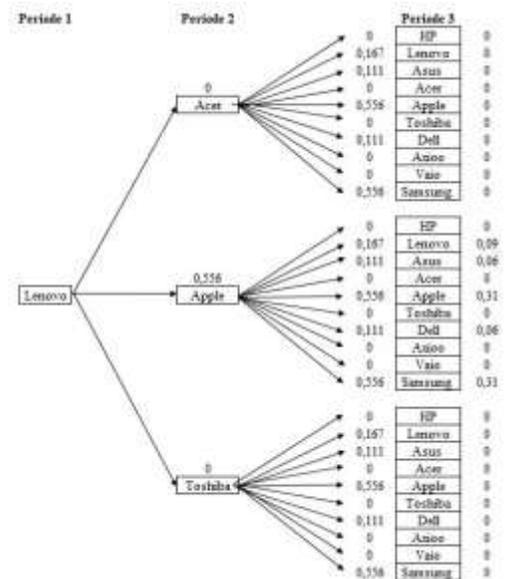
- d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,14
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0,05
2. Pengguna laptop merek HP pada period ke-1 dan period ke-2 Lenovo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada period ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 3. Pengguna laptop merek HP pada periode ke-1 dan periode ke-2 Asus dengan nilai 0,125 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3, yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0,05
 - b) Merek Lenovo peluang 0
 - c) Merek Asus peluang 0,02
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,05
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0,02
 4. Pengguna laptop merek HP pada period ke-1 dan period ke-2 Acer dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada period ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 5. Pengguna laptop merek HP pada periode ke-1 dan periode ke-2 Apple dengan nilai 0,375 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3, yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0,14
 - b) Merek Lenovo peluang 0
 - c) Merek Asus peluang 0,05
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,14
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0,05
 6. Pengguna laptop merek HP pada periode ke-1 dan periode ke-2 Toshiba dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 7. Pengguna laptop merek HP pada periode ke-1 dan periode ke-2 Dell dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 8. Pengguna laptop merek HP pada periode ke-1 dan periode ke-2 Axioo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 9. Pengguna laptop merek HP pada periode ke-1 dan periode ke-2 Vaio dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua

- merek laptop.
10. Pengguna laptop merek HP pada periode ke-1 dan periode ke-2 Samsung dengan nilai 0,125 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3, yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0,14
 - b) Merek Lenovo peluang 0
 - c) Merek Asus peluang 0,05
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,14
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0,05

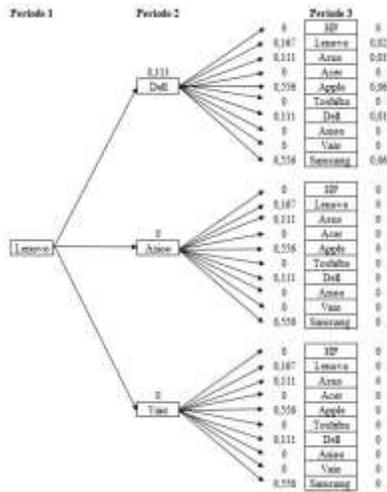
1) Periode Pertama Merek Laptop Lenovo



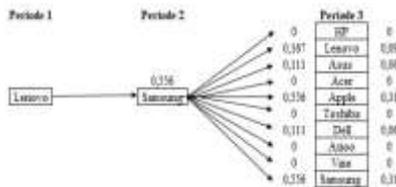
Gambar 7. Probabilitas *Tree* Periode Pertama Merek Laptop Lenovo (Bagian 1)



Gambar 8. Probabilitas *Tree* Periode Pertama Merek Laptop Lenovo (Bagian 2)



Gambar 9. Probabilitas *Tree* Periode Pertama Merek Laptop Lenovo (Bagian 3)



Gambar 10. Probabilitas *Tree* Periode Pertama Merek Laptop Lenovo (Bagian 4)

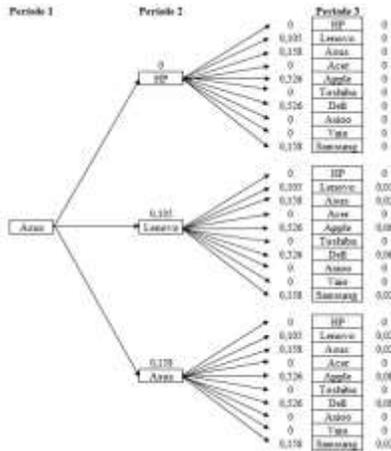
Dari gambar Probabilitas *Tree* di atas. Jika periode pertama pengguna menggunakan merek laptop Lenovo, maka dapat diketahui bahwa:

- a. Pengguna laptop merek Lenovo pada periode ke-1 dan periode ke-2 HP dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- b. Pengguna laptop merek Lenovo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Lenovo dengan nilai 0,167 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3, yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0,03
 - c) Merek Asus peluang 0,02
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,09
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,02
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0,09
- c. Pengguna laptop merek Lenovo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Asus dengan nilai 0,111 pengguna, maka didapat peluang pada period ke-3, yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0,02
 - c) Merek Asus peluang 0,01
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,06
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,01
 - h) Merek Axioo peluang 0

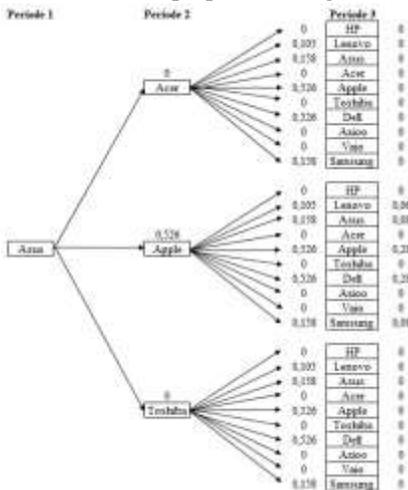
- i) Merek Vaio peluang 0
- j) Merek Samsung peluang 0,06
- d. Pengguna laptop merek Lenovo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Acer dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- e. Pengguna laptop merek Lenovo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Apple dengan nilai 0,556 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3, yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0,09
 - c) Merek Asus peluang 0,06
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,31
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,06
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0,31
- f. Pengguna laptop merek Lenovo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Toshiba dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- g. Pengguna laptop merek Lenovo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Dell dengan nilai 0,111 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0,02
 - c) Merek Asus peluang 0,01
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,06
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,01
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0,06
- h. Pengguna laptop merek Lenovo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Axioo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- i. Pengguna laptop merek Lenovo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Vaio dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- j. Pengguna laptop merek Lenovo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Samsung dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0,09
 - c) Merek Asus peluang 0,06
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,31
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,06
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0

j) Merek Samsung peluang 0,31

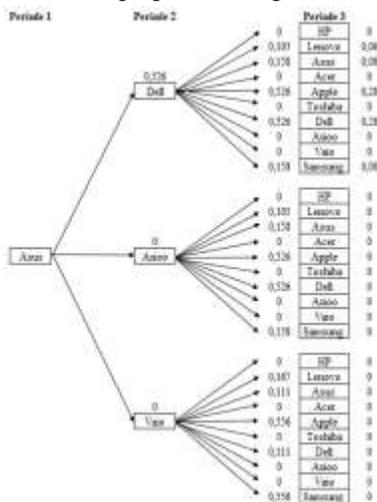
2) Periode Pertama Merek Laptop Asus



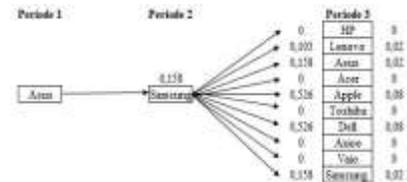
Gambar 11. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Asus (Bagian 1)



Gambar 12. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Asus (Bagian 2)



Gambar 13. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Asus (Bagian 3)



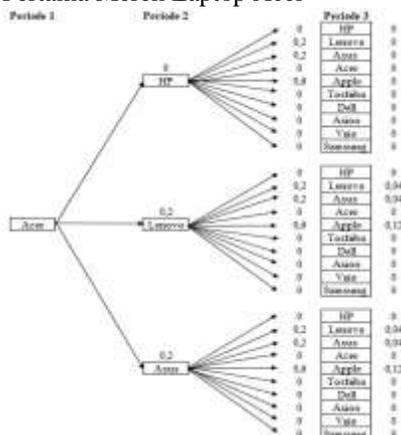
Gambar 14. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Asus (Bagian 4)

Dari gambar Probabilitas Tree di atas. Jika periode pertama pengguna menggunakan merek laptop Asus, maka dapat diketahui bahwa:

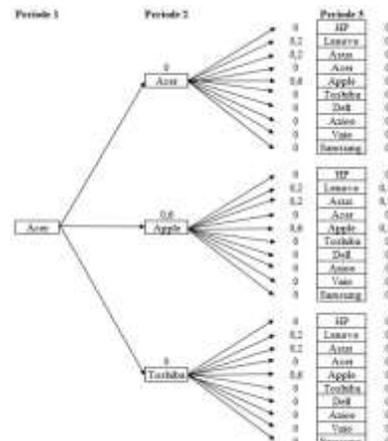
- Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 HP dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Asus pada period ke-1 dan periode ke 2 Lenovo dengan nilai 0,105 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - Merek HP peluang 0
 - Merek Lenovo peluang 0,01
 - Merek Asus peluang 0,02
 - Merek Acer peluang 0
 - Merek Apple peluang 0,06
 - Merek Toshiba peluang 0
 - Merek Dell peluang 0,06
 - Merek Axioo peluang 0
 - Merek Vaio peluang 0
 - Merek Samsung peluang 0,02
- Pengguna laptop merek Asus pada period ke-1 dan periode ke 2 Asus dengan nilai 0,158 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - Merek HP peluang 0
 - Merek Lenovo peluang 0,02
 - Merek Asus peluang 0,02
 - Merek Acer peluang 0
 - Merek Apple peluang 0,08
 - Merek Toshiba peluang 0
 - Merek Dell peluang 0,08
 - Merek Axioo peluang 0
 - Merek Vaio peluang 0
 - Merek Samsung peluang 0,02
- Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 Acer dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 Apple dengan nilai 0,526 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - Merek Hp peluang 0
 - Merek Lenovo peluang 0,06
 - Merek Asus peluang 0,08
 - Merek Acer peluang 0
 - Merek Apple peluang 0,28
 - Merek Toshiba peluang 0
 - Merek Dell peluang 0,28
 - Merek Axioo peluang 0
 - Merek Vaio peluang 0
 - Merek Samsung peluang 0,02
- Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 Toshiba dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 Dell dengan nilai 0,178 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - Merek Hp peluang 0
 - Merek Lenovo peluang 0,001
 - Merek Asus peluang 0,002
 - Merek Acer peluang 0,008
 - Merek Apple peluang 0,028
 - Merek Toshiba peluang 0
 - Merek Dell peluang 0,026
 - Merek Axioo peluang 0
 - Merek Vaio peluang 0
 - Merek Samsung peluang 0,02
- Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 Asus dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 Vaio dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - Merek Hp peluang 0,001
 - Merek Lenovo peluang 0,001
 - Merek Asus peluang 0,011
 - Merek Acer peluang 0
 - Merek Apple peluang 0,054
 - Merek Toshiba peluang 0
 - Merek Dell peluang 0,011
 - Merek Axioo peluang 0
 - Merek Vaio peluang 0
 - Merek Samsung peluang 0,054

- j) Merek Samsung 0,08
- f. Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 Toshiba dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- g. Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 Dell dengan nilai 0,526 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0,06
 - c) Merek Asus peluang 0,08
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,28
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,28
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio 0
 - j) Merek Samsung 0,08
- h. Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 Axioo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- i. Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 Vaio dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- j. Pengguna laptop merek Asus pada periode ke-1 dan periode ke-2 Samsung dengan nilai 0,158 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0,02
 - c) Merek Asus peluang 0,02
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,08
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,08
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio 0
 - j) Merek Samsung 0,02

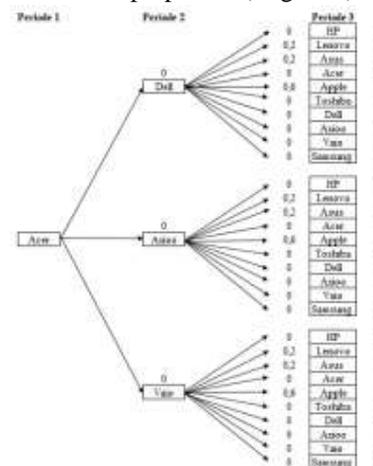
3) Periode Pertama Merek Laptop Acer



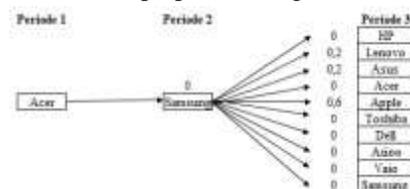
Gambar 15. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Acer (Bagian 1)



Gambar 16. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Acer (Bagian 2)



Gambar 17. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Acer (Bagian 3)



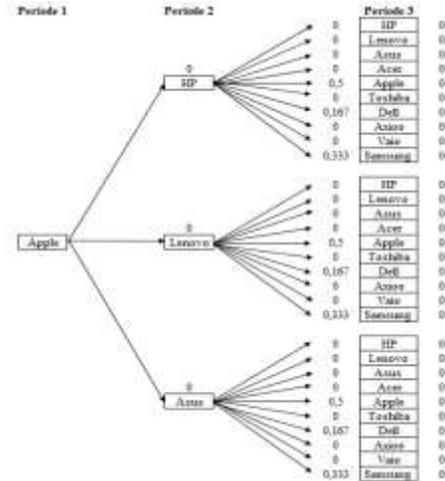
Gambar 17. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Acer (Bagian 4)

Dari gambar Probabilitas Tree di atas. Jika periode pertama pengguna menggunakan merek laptop Acer, maka dapat diketahui bahwa:

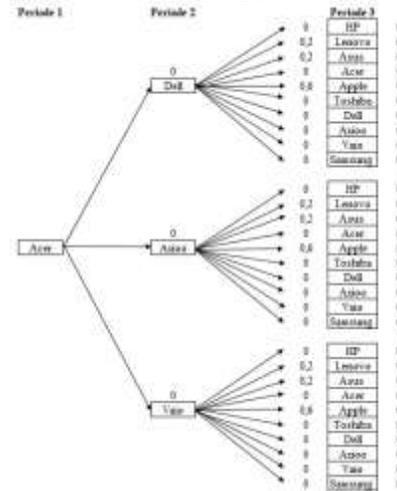
- a. Pengguna laptop merek Acer pada periode ke-1 dan periode ke-2 HP dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- b. Pengguna laptop merek Acer pada periode ke-1 dan periode ke-2 Lenovo dengan nilai 0,2 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0,04
 - c) Merek Asus peluang 0,04
 - d) Merek Acer peluang 0

- e) Merek Apple peluang 0,12
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0
- c. Pengguna laptop merek Acer pada periode ke-1 dan periode ke-2 Asus dengan nilai 0,2 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
- a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0,04
 - c) Merek Asus peluang 0,04
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,12
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0
- d. Pengguna laptop merek Acer pada periode ke-1 dan periode ke-2 Acer dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- e. Pengguna laptop merek Acer pada periode ke-1 dan periode ke-2 Apple dengan nilai 0,6 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
- a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0,12
 - c) Merek Asus peluang 0,12
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,26
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0
- f. Pengguna laptop merek Acer pada periode ke-1 dan periode ke-2 Toshiba dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- g. Pengguna laptop merek Acer pada periode ke-1 dan periode ke-2 Dell dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- h. Pengguna laptop merek Acer pada periode ke-1 dan periode ke-2 Axioo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop
- i. Pengguna laptop merek Acer pada periode ke-1 dan periode ke-2 Vaio dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop
- j. Pengguna laptop merek Acer pada periode ke-1 dan periode ke-2 Samsung dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.

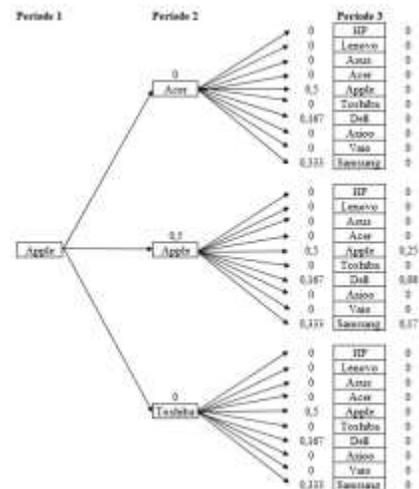
4) Periode pertama Merek Laptop Apple



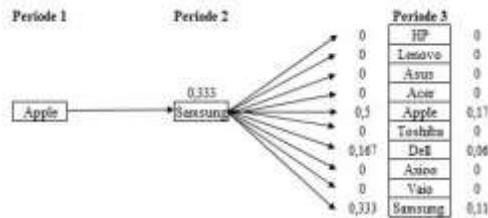
Gambar 18. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Apple (Bagian 1)



Gambar 19. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Apple (Bagian 2)



Gambar 20. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Apple (Bagian 3)



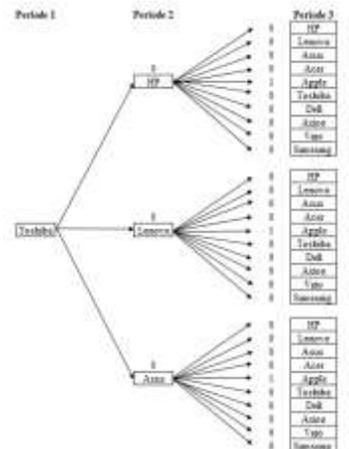
Gambar 21. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Apple (Bagian 4)

Dari gambar Probabilitas Tree di atas. Jika periode pertama pengguna menggunakan merek laptop Apple, maka dapat diketahui bahwa:

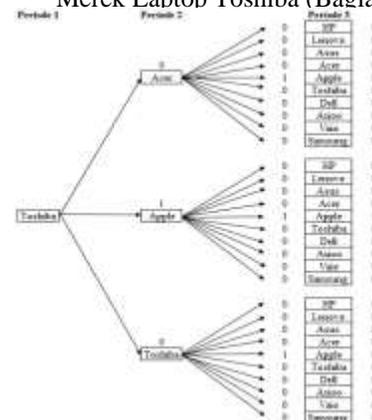
- a. Pengguna laptop merek Apple pada periode ke-1 dan periode ke-2 HP dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- b. Pengguna laptop merek Apple pada periode ke-1 dan periode ke-2 Lenovo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- c. Pengguna laptop merek Apple pada periode ke-1 dan periode ke-2 Asus dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- d. Pengguna laptop merek Apple pada periode ke-1 dan periode ke-2 Acer dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- e. Pengguna laptop merek Apple pada periode ke-1 dan periode ke-2 Apple dengan nilai 0,5 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0
 - c) Merek Asus peluang 0
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,25
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,08
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0,17
- f. Pengguna laptop merek Apple pada periode ke-1 dan periode ke-2 Toshiba dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- g. Pengguna laptop merek Apple pada periode ke-1 dan periode ke-2 Dell dengan nilai 0,167 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0
 - c) Merek Asus peluang 0
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,08
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,03
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0

- j) Merek Samsung peluang 0,06
- h. Pengguna laptop merek Apple pada periode ke-1 dan periode ke-2 Axioo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 - i. Pengguna laptop merek Apple pada periode ke-1 dan periode ke-2 Vaio dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 - j. Pengguna laptop merek Apple pada periode ke-1 dan periode ke-2 Samsung dengan nilai 0,333 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0
 - c) Merek Asus peluang 0
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,17
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,06
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0,333

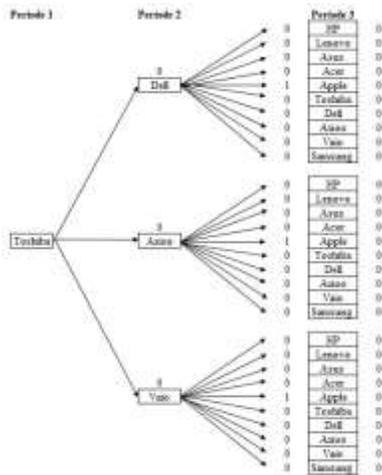
5) Preiode Pertama Merek Laptop Toshiba



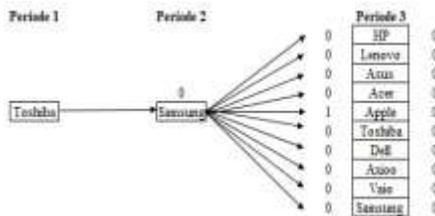
Gambar 22. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Toshiba (Bagian 1)



Gambar 23. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Toshiba (Bagian 2)



Gambar 24. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Toshiba (Bagian 3)



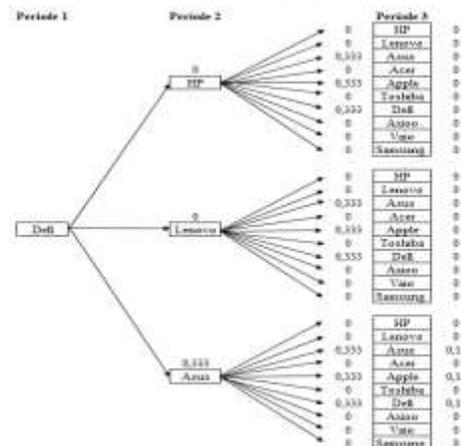
Gambar 25. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Toshiba (Bagian 4)

Dari gambar Probabilitas Tree di atas. Jika periode pertama pengguna menggunakan merek laptop Toshiba, maka dapat diketahui bahwa:

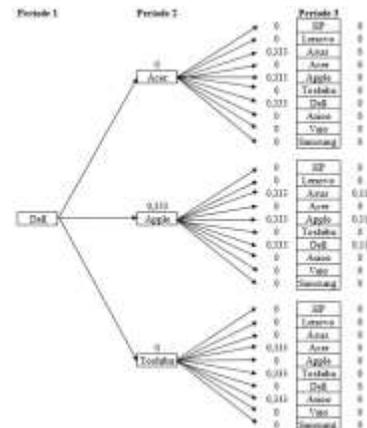
- a. Pengguna laptop merek Toshiba pada periode ke-1 dan periode ke-2 HP dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- b. Pengguna laptop merek Toshiba pada periode ke-1 dan periode ke-2 Lenovo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- c. Pengguna laptop merek Toshiba pada periode ke-1 dan periode ke-2 Asus dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- d. Pengguna laptop merek Toshiba pada periode ke-1 dan periode ke-2 Acer dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- e. Pengguna laptop merek Toshiba pada periode ke-1 dan periode ke-2 Apple dengan nilai 1 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0
 - c) Merek Asus peluang 0
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 1
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0
 - h) Merek Axioo peluang 0

- i) Merek Vaio peluang 0
- j) Merek Samsung peluang 0
- f. Pengguna laptop merek Toshiba pada periode ke-1 dan periode ke-2 Toshiba dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop
- g. Pengguna laptop merek Toshiba pada periode ke-1 dan periode ke-2 Dell dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- h. Pengguna laptop merek Toshiba pada periode ke-1 dan periode ke-2 Axioo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- i. Pengguna laptop merek Toshiba pada periode ke-1 dan periode ke-2 Vaio dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- j. Pengguna laptop merek Toshiba pada periode ke-1 dan periode ke-2 Samsung dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.

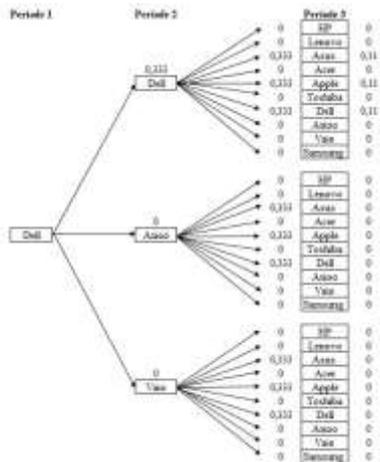
6) Periode Pertama Merek Laptop Dell



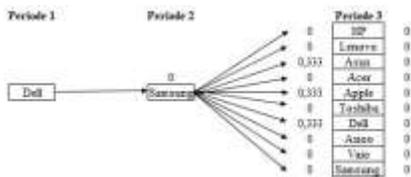
Gambar 26. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Dell (Bagian 1)



Gambar 27. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Dell (Bagian 2)



Gambar 28. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Dell (Bagian 3)



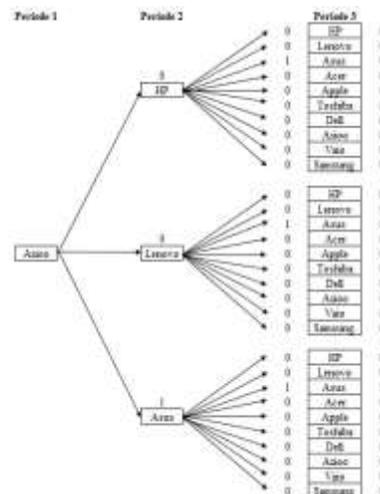
Gambar 29. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Dell (Bagian 4)

Dari gambar Probabilitas Tree di atas. Jika periode pertama pengguna menggunakan merek laptop Dell, maka dapat diketahui bahwa:

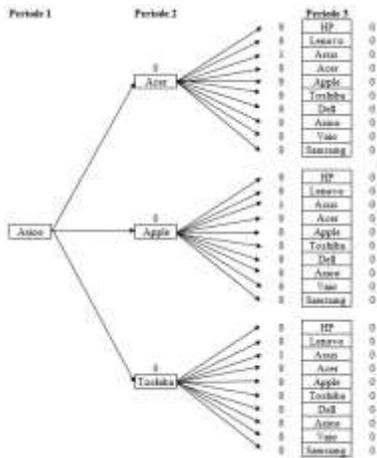
- a. Pengguna laptop merek Dell pada periode ke-1 dan periode ke-2 HP dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- b. Pengguna laptop merek Dell pada periode ke-1 dan periode ke-2 Lenovo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- c. Pengguna laptop merek Dell pada periode ke-1 dan periode ke-2 Asus dengan nilai 0,333 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0
 - c) Merek Asus peluang 0,11
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,11
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,11
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0
- d. Pengguna laptop merek Dell pada periode ke-1 dan periode ke-2 Acer dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- e. Pengguna laptop merek Dell pada periode ke-1 dan periode ke-2 Apple dengan nilai 0,333 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0

- b) Merek Lenovo peluang 0
 - c) Merek Asus peluang 0,11
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,11
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,11
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0
- f. Pengguna laptop merek Dell pada periode ke-1 dan periode ke-2 Toshiba dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 - g. Pengguna laptop merek Dell pada periode ke-1 dan periode ke-2 Dell dengan nilai 0,333 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:
 - a) Merek HP peluang 0
 - b) Merek Lenovo peluang 0
 - c) Merek Asus peluang 0,11
 - d) Merek Acer peluang 0
 - e) Merek Apple peluang 0,11
 - f) Merek Toshiba peluang 0
 - g) Merek Dell peluang 0,11
 - h) Merek Axioo peluang 0
 - i) Merek Vaio peluang 0
 - j) Merek Samsung peluang 0
 - h. Pengguna laptop merek Dell pada periode ke-1 dan periode ke-2 Axioo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 - i. Pengguna laptop merek Dell pada periode ke-1 dan periode ke-2 Vaio dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 - j. Pengguna laptop merek Dell pada periode ke-1 dan periode ke-2 Samsung dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.

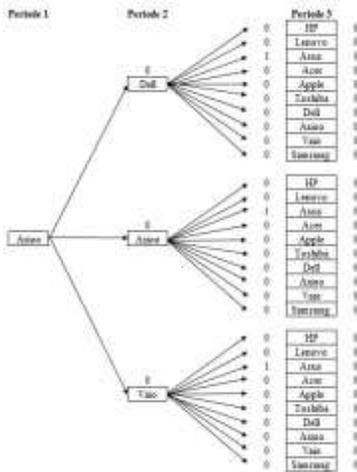
7) Periode Pertama Merek Laptop Axioo



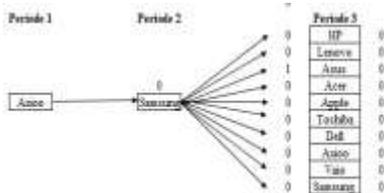
Gambar 30. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Axioo (Bagian 1)



Gambar 31. Probabilitas *Tree* Periode Pertama Merek Laptop Axioo (Bagian 2)



Gambar 32. Probabilitas *Tree* Periode Pertama Merek Laptop Axioo (Bagian 3)



Gambar 33. Probabilitas *Tree* Periode Pertama Merek Laptop Axioo (Bagian 4)

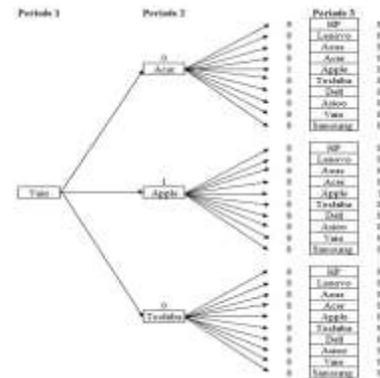
Dari gambar Probabilitas Tree di atas. Jika periode pertama pengguna menggunakan merek laptop Axioo, maka dapat diketahui bahwa:

- Pengguna laptop merek Axioo pada periode ke-1 dan periode ke-2 HP dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Axioo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Lenovo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Axioo pada periode ke-1

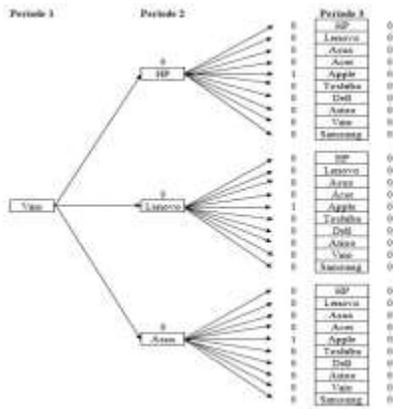
dan periode ke-2 Asus dengan nilai 1 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu:

- Merek HP peluang 0
 - Merek Lenovo peluang 0
 - Merek Asus peluang 1
 - Merek Acer peluang 0
 - Merek Apple peluang 0
 - Merek Toshiba peluang 0
 - Merek Dell peluang 0
 - Merek Axioo peluang 0
 - Merek Vaio peluang 0
 - Merek Samsung peluang 0
- Pengguna laptop merek Axioo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Acer dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 - Pengguna laptop merek Axioo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Apple dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 - Pengguna laptop merek Axioo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Toshiba dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 - Pengguna laptop merek Axioo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Dell dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 - Pengguna laptop merek Axioo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Axioo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 - Pengguna laptop merek Axioo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Vaio dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
 - Pengguna laptop merek Axioo pada periode ke-1 dan periode ke-2 Samsung dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.

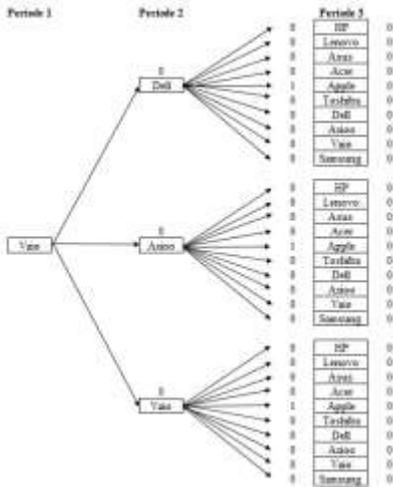
8) Periode Pertama Merek Laptop Vaio



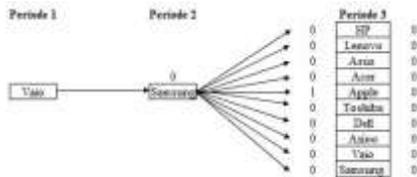
Gambar 34. Probabilitas *Tree* Periode Pertama Merek Laptop Vaio (Bagian 1)



Gambar 35. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Vaio (Bagian 2)



Gambar 36. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Vaio (Bagian 3)



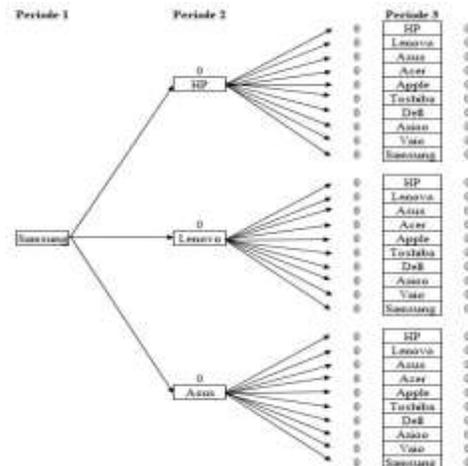
Gambar 37. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Vaio (Bagian 4)

Dari gambar Probabilitas Tree di atas. Jika periode pertama pengguna menggunakan merek laptop Vaio, maka dapat diketahui bahwa:

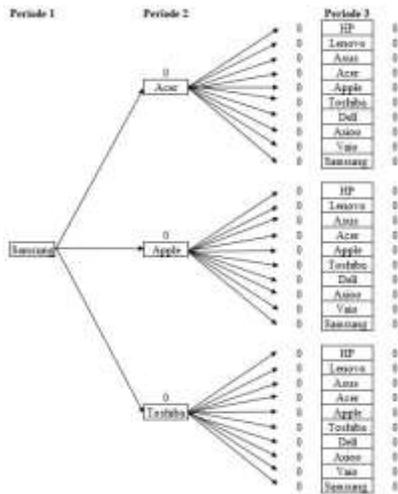
- Pengguna laptop merek Vaio pada periode ke-1 dan periode ke-2 HP dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Vaio pada periode ke-1 dan periode ke-2 Lenovo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Vaio pada periode ke-1 dan periode ke-2 Asus dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.

- Pengguna laptop merek Vaio pada periode ke-1 dan periode ke-2 Acer dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Vaio pada periode ke-1 dan periode ke-2 Apple dengan nilai 1 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 yaitu
 - Merek HP peluang 0
 - Merek Lenovo peluang 0
 - Merek Asus peluang 0
 - Merek Acer peluang 0
 - Merek Apple peluang 1
 - Merek Toshiba peluang 0
 - Merek Dell peluang 0
 - Merek Axioo peluang 0
 - Merek Vaio peluang 0
 - Merek Samsung peluang 0
- Pengguna laptop merek Vaio pada periode ke-1 dan periode ke-2 Toshiba dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Vaio pada periode ke-1 dan periode ke-2 Dell dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Vaio pada periode ke-1 dan periode ke-2 Axioo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Vaio pada periode ke-1 dan periode ke-2 Vaio dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Vaio pada periode ke-1 dan periode ke-2 Samsung dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.

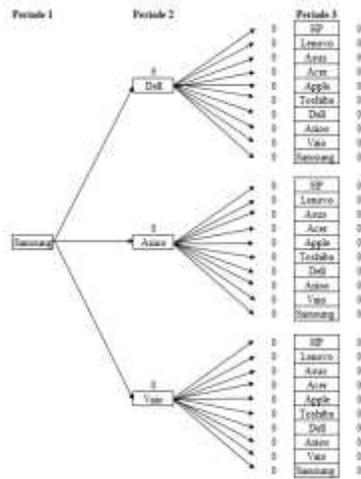
9) Periode Pertama Merek Laptop Samsung



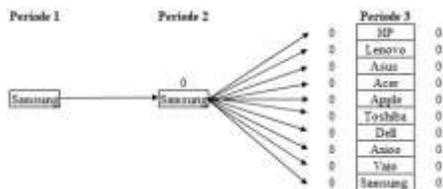
Gambar 38. Probabilitas Tree Periode Pertama Merek Laptop Samsung (Bagian 1)



Gambar 39. Probabilitas *Tree* Periode Pertama Merek Laptop Samsung (Bagian 2)



Gambar 40. Probabilitas *Tree* Periode Pertama Merek Laptop Samsung (Bagian 3)



Gambar 41. Probabilitas *Tree* Periode Pertama Merek Laptop Samsung (Bagian 4)

Dari gambar Probabilitas *Tree* di atas. Jika periode pertama pengguna menggunakan merek laptop Samsung, maka dapat diketahui bahwa:

- Pengguna laptop merek Samsung pada periode ke-1 dan periode ke-2 HP dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Samsung pada periode ke-1 dan periode ke-2 Lenovo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Samsung pada periode ke-1 dan periode ke-2 Asus dengan nilai 0 pengguna,

maka didapat peluang pada periode.

- Pengguna laptop merek Samsung pada periode ke-1 dan periode ke-2 Acer dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Samsung pada periode ke-1 dan periode ke-2 Apple dengan nilai 1 pengguna, maka didapat peluang pada period ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Samsung pada periode ke-1 dan periode ke-2 Toshiba dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada period ke-3 itu 0 pada semua merek laptop
- Pengguna laptop merek Samsung pada periode ke-1 dan periode ke-2 Dell dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada periode ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Samsung pada periode ke-1 dan periode ke-2 Axioo dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada period ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Samsung pada periode ke-1 dan periode ke-2 Vaio dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada period ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.
- Pengguna laptop merek Samsung pada periode ke-1 dan periode ke-2 Samsung dengan nilai 0 pengguna, maka didapat peluang pada period ke-3 itu 0 pada semua merek laptop.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan maka didapat kesimpulan bahwa hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa:

- Perpindahan merek laptop pada periode ke-2 didominasi dengan merek laptop Apple dengan proporsi 52% sebanyak 32 pengguna.
- Peluang perpindahan laptop merek HP pada periode ke-3 akan didominasi dengan merek laptop HP dan Apple, jika periode ke-2 merek HP dan jika periode ke-2 merek Apple maka didapat proporsi 14% masing-masing merek.
- Peluang perpindahan laptop merek Lenovo pada periode ke-3 akan didominasi dengan merek Apple dan Samsung, jika periode ke-2 merek Apple dan merek Samsung dengan perolehan proporsi 31% masing-masing merek.
- Peluang perpindahan laptop merek Asus pada periode ke-3 akan didominasi dengan merek Apple dan Dell, jika periode ke-2 merek Apple dan merek Dell maka didapat proporsi 28% masing-masing merek.
- Peluang perpindahan laptop merek Acer pada periode ke-3 akan didominasi dengan merek Apple, jika periode ke-2 merek Apple maka didapat proporsi 36% untuk merek Apple di periode ke-3.

6. Peluang perpindahan laptop merek Apple pada periode ke-3 akan didominasi dengan merek Apple, jika periode ke-2 merek Apple maka didapat proporsi 25% untuk merek Apple di periode ke-3.
7. Peluang perpindahan laptop merek Toshiba pada periode ke-3 akan didominasi dengan merek Apple, jika periode ke-2 merek Apple maka didapat proporsi 100% untuk merek Apple di periode ke-3.
8. Peluang perpindahan laptop merek Dell pada periode ke-3 akan didominasi dengan merek Asus, merek Apple, dan merek Dell, jika periode ke-2 merek Asus, merek Apple, dan merek Dell maka didapat proporsi 11% untuk masing-masing merek.
9. Peluang perpindahan laptop merek Axioo pada periode ke-3 akan didominasi dengan merek Asus, jika periode ke-2 merek Asus maka didapat proporsi 100% untuk merek Asus.
10. Peluang perpindahan laptop merek Vaio pada periode ke-3 akan didominasi dengan merek Apple, jika periode ke-2 merek Apple maka didapat proporsi 100% untuk merek Apple.
11. Peluang perpindahan laptop merek Samsung pada periode ke-3 memiliki kemungkinan tidak ada yang memilih laptop merek Samsung lagi pada periode ke-3.

REFERENCES

- [1] Andini, Enggartya, Sudarno Sudarno, and Rita Rahmawati. 2021. "PENERAPAN METODE PENGENDALIAN KUALITAS MEWMA BERDASARKAN ARL DENGAN PENDEKATAN RANTAI MARKOV (Studi Kasus: Batik Semarang 16, Meteseh)." *Jurnal Gaussian* 10(1): 125–35.
- [2] Andriani, Mega Novia, Firdaniza Firdaniza, and Iin Irianingsih. 2017. "Reliabilitas Suatu Mesin Menggunakan Rantai Markov (Studi Kasus: Mesin Proofer Di Pabrik Roti Super Jam Banten)." *Jurnal Matematika Integratif* 13(1): 43.
- [3] Aritonang, Kinley dkk. 2020. "Analisis Pertambahan Pasien COVID-19 di Indonesia Menggunakan Metode Rantai Markov." *Jurnal Rekayasa Industri* 9(2).
- [4] Barra, Mathias, Fredrik A. Dahl, Kjersti Grøtta Vetvik, and E. Anne MacGregor. 2020. "A Markov Chain Method for Counting and Modelling Migraine Attacks." *Scientific Reports* 10(1): 1–10.
- [5] Cake, Kasus Kinken, and Bakery Kutoarjo. 2018. "Persediaan Bahan Baku Menggunakan Rantai Markov (Studi." *UNNES Journal of Mathematics* 7(2): 165–80. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujmUJM7>.
- [6] Draheim, Dirk. 2017. *Semantics of the Probabilistic Typed Lambda Calculus: Markov Chain Semantics, Termination Behavior, and Denotational Semantics of the Probabilistic Typed Lambda Calculus: Markov Chain Semantics, Termination Behavior, and Denotational Semantics.*
- [7] Irdianto, I, and S Suhartini. 2019. "Penggunaan Metode Markov Chain Dalam Penjadwalan Perawatanmesin Untuk Meminimalkan Biaya Kerusakan Mesin Dan Perawatan" *JISO: Journal of Industrial and ...* 2(September 2017): 11–17. <https://e-journal.umaha.ac.id/index.php/jiso/article/view/430>.
- [8] Jale, Jader da Silva et al. 2019. "Application of Markov Chain on Daily Rainfall Data in Paraiba-Brazil from 1995-2015." *Acta Scientiarum - Technology* 41(1).
- [9] Joseph, Anosh. 2019. *Markov Chain Monte Carlo Methods in Quantum Field Theories: A Modern Primer.* <http://arxiv.org/abs/1912.10997%0Ahttp://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-46044-0>.
- [10] Masuku, Fatimah N, Yohanes A R Langi, and Charles Mongi. 2018. "Analisis Rantai Markov Untuk Memprediksi Perpindahan Konsumen Maskapai Penerbangan Rute Manado-Jakarta Analysis of Markov Chain To Predict Consumer Movement of Airline Route Manado-Jakarta." *Ilmiah Sains* 18(2): 1–5.
- [11] M, Muharam dkk. 2021. "Analisa Rantai Markov Untuk Memprediksi Driver Ojek Online Beroperasi Pada Komunitas Gojek Cery." *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory* 2(2)
- [12] Nurhamiddin, Fauziah, and Nurmina Hamim. 2021. "Analisis Perpindahan Penggunaan Merek Handphone Dikalangan Mahasiswa Dengan Rantai Markov (Studi Kasus Pada Mahasiswa UMMU Ternate Tahun 2017)." <https://doi.org/10.52046/biosainstek.v3i1>.
- [13] Nurjana, Sitty, Marline S Paendong, and Yohanes A R Langi. 2018. "Penerapan Rantai Markov Dalam Pemilihan Minat Masuk Siswa SMA Ke Universitas Di Indonesia Application of Markov Chain Interest Sign In Elections High School Students To University In Indonesia." 5(1): 51–56. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian/article/view/12733>.
- [14] Szali, Ahmad, Bagus Hario Setiadji, and Bambang Haryadi. 2019. "Aplikasi Model Rantai Markov Dalam Pengelolaan Jalan Di Kabupaten Bangka Barat." *Rekayasa* 12(2): 141–50.
- [15] Schwartz, Brian. 2015. *Therapeuteneffekte Auf Outcome, Sitzungsanzahl Und Dropout: Multivariate Multilevel-Analyse Mit Markov-Chain-Monte-Carlo-Schätzung.*
- [16] Setyawan, Yudi, Noeryanti, and Hadinegara. 2019. "Memprediksi Kemiskinan Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Metode Analisis Rantai Markov." *Jurnal Teknologi* 12(1): 45–53.
- [17] Siahaan, Andysah Putera Utama. 2017. "Marketing Strategy through Markov Optimization to Predict Sales on Specific Periods." : 184–90.
- [18] Silva, Jumaria. 2010. "Biaya Perekrutan Tenaga Kerja Dengan Proses Markov Di Pt . Tasma Puja - Kampar Tenaga Kerja Dengan Proses Markov Di Pt . Tasma."
- [19] Subagyo, Ade Momon, Okky Jayadi, and Ajeng Chintawati Dewi. 2018. "Analisis Strategi Bersaing Perusahaan Bus Menggunakan Teknik Rantai Markov, Game Theory, Dan Short Route Models." *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)* 11(2): 48–59.

- [20] Sulistyowati, Sulistyowati, and Soehartono Soehartono. 2019. "Performance Modeling of Kaligawe Road in Semarang Using Markov Chains." *Neo Teknika* 5(1).
- [21] Suryana, Andri, Ayu Wulandari, and Azhari Ikhwati. 2021. "Analisis Implementasi Project Based Learning Dengan Teknik Immediate Feedback Pada Materi Rantai Markov." (58): 135–44.
- [22] Tian, He et al. 2018. "A Hardware Markov Chain Algorithm Realized in a Single Device for Machine Learning." *Nature Communications* 9(1): 1–11. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-018-06644-w>.
- [23] Yerizon, and Minora Longgom Nasution. 2003. "Diktat Pengantar Stokhastik." *Diktat FMIPA*: 8–9.
- [24] Zakaria, Nurul Nnadiyah et al. 2019. "Markov Chain Model Development for Forecasting Air Pollution Index of Miri, Sarawak." *Sustainability (Switzerland)* 11(19): 1–11.