Jurnal Sains Matematika dan Statistika
Vol. 8, No. 1, Januari 2022 Hal. 1-10

ISSN : 2460-4542 (print)
ISSN : 2615-8663 (online)
DOI : http://dx.doi.org/10.24014/jsms.v8i1.14767

Forecasting Laju Inflasi Indonesia Menggunakan Rantai Markov

Joko Riyono[1], Christina Eni Pujiastuti[2], Aina Latifa Riyana Putri[3]

[1,2] Prodi Teknik Mesin, Universitas Trisakti
Jl. Kyai Tapa No. 1, Grogol, Jakarta, 11440
[3]Prodi Matematika ,Universitas Negeri Semarang
Sekaran, Kec.Gn. Pati, Semarang, Jawa Tengan. 50229
Email: jokoriyono@trisakti.ac.id[1], christina.eni@trisakti.ac.id[2], ainalatif47@gmail.com[3]
*Korespondensi penulis : jokoriyono@trisakti.ac.id

Abstrak

Di tahun 2020, pandemi Covid-19 yang melanda dihampir seluruh penjuru dunia telah mengakibatkan kemerosotan perekonomian di beberapa negara. Inflasi sebagai salah satu indikator petunjuk perekonomian suatu negara dapat digunakan untuk mengukur kemerosotan perekonomian. Inflasi merupakan suatu proses kecenderungan atau trend naiknya harga barang dan jasa yang berlangsung secara terus menerus selama beberapa periode waktu. Inflasi yang terkendali dan sangat rendah merupakan salah satu keinginan pemerintah sehingga dapat mendukung terpeliharanya daya beli masyarakat. Sebaliknya inflasi yang tinggi akan mempersulit berkembangnya dunia usaha dalam perencanaan dunia bisnis yang meliputi kegiatan produksi, investasi maupun dalam penentuan harga barang dan jasa yang diproduksi. Pengetahuan prediksi laju inflasi yang akan datang sangat berguna untuk menyiapkan strategi yang tepat dalam menyusun kebijakan di sektor ekonomi. Data laju inflasi merupakan data runtun waktu, yang bersifat acak. Di dalamnya merupakan data perpindahan dari satu waktu ke waktu lainnya yang dapat diklasifikasikan sebagai inflasi ringan, sedang, tinggi dan hiperinflasi. Proses stokastik merupakan suatu proses matematika yang dapat digunakan untuk memodelkan fenomena data yang bergantung pada waktu. Rantai Markov merupakan proses stokastik dengan parameter diskrit yang memenuhi sifat Markov, kejadian yang akan datang hanya bergantung kepada keadaan saat ini. Pada paper ini berdasarkan data laju inflasi di Indonesia dari tahun 1969 sampai tahun 2020 akan digunakan untuk memprediksi tingkat inflasi di masa datang menggunakan analisis distribusi stasioner rantai Markov dan aplikasi software maple dan diperoleh bahwasanya laju inflasi tahun kedepan masih dalam taraf akan rendah sebesar 70.6%, kemungkinan akan sedang sebesar 25.5%, dan kemungkinan akan tinggi sebesar 3.9%.

Kata Kunci: Laju Inflasi, Data Time Series, Proses Stokastik, Rantai Markov.

Abstract

In 2020, the Covid-19 pandemic that hit almost all corners of the world has resulted in an economic downturn in several countries. Inflation as an indicator of a country's economy can be used to measure economic decline. Inflation is a process of tendency or trend of rising prices of goods and services that takes place continuously over several periods of time. Controlled and very low inflation is one of the wishes of the government so that it can support the maintenance of people's purchasing power. On the other hand, high inflation will make it difficult for the business world to develop in planning the business world which includes production activities, investment and in determining the prices of goods and services produced. Knowledge of predicting future inflation rates is very useful for preparing the right strategy in formulating policies in the economic sector. Inflation rate data is time series data, which is random. It contains data on movement from one time to another which can be classified as mild, moderate, high inflation and hyperinflation. The stochastic process is a mathematical process that can be used to model data phenomena that depend on time. Markov chain is a stochastic process with discrete parameters that satisfy Markov properties, future events only depend on the current state. In this paper, based on data on the inflation rate in Indonesia from 1969 to 2020, it will be used to predict the inflation rate in the future using a Markov chain stationary distribution analysis and maple software application and it is found that the inflation rate for the next year will still be low at 70.6%, a medium probability of 25.5%, and a high probability of 3.9%.

Keywords: Inflation Rate, Time Series Data, Stochastic Process, Markov Chain.

Diterima : 11-11-2021 , Disetujui : 22-12-2021, Terbit Online : 27-01-2022

1. Pendahuluan

Inflasi merupakan kecenderungan atau trend naiknya harga barang dan jasa yang berlangsung secara terus menerus selama beberapa periode waktu terdapat dalam [1]. Berdasarkan [2] Inflasi yang terkendali dan sangat rendah merupakan salah satu keinginan pemerintah sehingga dapat mendukung terpeliharanya daya beli masyarakat. Sebaliknya inflasi yang tinggi akan mempersulit berkembangnya dunia usaha dalam perencanaan dunia bisnis yang meliputi kegiatan produksi, investasi maupun dalam penentuan harga barang dan jasa yang diproduksi. Menurut [3] dapat diketahui bahwa akibat lebih lanjut dari tingginya inflasi adalah naiknya harga barang dan jasa yang berdampak pada turunnya nilai mata uang terhadap nilai barang dan jasa secara umum. Oleh karena itu sangatlah penting untuk dapat memprediksi besar nya tingkat inflasi pada masa yang akan datang agar pelaku usaha dapat melakukan perencanaan yang lebih matang dalam melakukan kegiatan bisnisnya. Selain itu bagi pemerintah prediksi tingkat inflasi dimasa datang dapat pula digunakan untuk menyusun Rancangan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara sedangkan bagi masyarakat umum dapat digunakan untuk menentukan perencanaan investasi yang cocok dengan kondisi yang dihadapi. Berdasarkan [4], Inflasi dilihat dari tingkat keparahannya dapat diklasifikasikan dalam empat golongkan yaitu:

a. Inflasi rendah :kenaikan harga barang dibawah angka 10 %/tahun
b. Inflasi sedang: kenaikan harga barang antara angka 10 %/tahun sampai 30%/tahun.

c. Inflasi tinggi : kenaikan harga barang antara angka 30 %/tahun sampai 100%/tahun.
d. Hiperinflasi : kenaikan harga barang masih diatas angka 100 %/tahun.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif yaitu menggunakan data numerik laju inflasi di Indonesia dari tahun 1969 sampai tahun 2020 sebagai alat untuk memperoleh *forecasting* laju inflasi pada beberapa tahun ke depan.

2.1 Landasan Teori

Data tingkat inflasi merupakan data runtun waktu, yang bersifat acak. Di dalamnya merupakan data perpindahan dari satu waktu ke waktu lainnya yang dapat diklasifikasikan sebagai inflasi ringan, sedang, tinggi dan hiperinflasi. Proses stokastik merupakan suatu proses matematika yang dapat digunakan untuk memodelkan fenomena data yang bergantung pada waktu. Menurut penelitian [5] Rantai Markov merupakan proses stokastik dengan parameter diskrit yang memenuhi sifat Markov, kejadian yang akan datang hanya bergantung kepada keadaan saat ini. Data tingkat inflasi merupakan data bergantung waktu yang menunjukkan perpindahan keadaan. Prediksi tingkat inflasi di masa mendatang sangat diperlukan guna antisipasi pencegahan jika tingkat inflasi tinggi yang berdampak pada perekonomian negara. Karena hal tersebut, maka pada penelitian ini dibahas *forecasting* tingkat inflasi menggunakan analisis distribusi stasioner rantai Markov dan aplikasi software maple. Berdasarkan penelitian [4] Suatu proses stokastik $\{X_t\}$ dikatakan memiliki sifat Markov jika :

$$P\{X_{t+1} = j / X_0 = k_0, X_1 = k_1, \ldots, X_{t-1} = k_{t-1}, X_t = i\} = P\{X_{t+1} = j / X_t = i\}$$
$$, \forall\, t = 0,1,2,3, \ldots \text{dan } i, j, k_0, k_1, \ldots k_{t-1}. \quad (1)$$

$P\{X_{t+1} = j / X_t = i\}$ disebut probabilitas transisi. Selanjutnya jika untuk setiap i dan j berlaku:

$$P\{X_{t+1} = j / X_t = i\} = P\{X_1 = j \mid X_0 = i\}, \forall\, t = 0,1,2,3, \ldots \quad (2)$$

maka probabilitas transisi (1 langkah) di atas disebut sebagai stasioner, (probabilitas transisi tidak berubah terhadap waktu) dinotasikan dengan P_{ij}.. Jika untuk setiap i dan j :

$$P\{X_{t+1} = j / X_t = i\} = P\{X_n = j \mid X_0 = i\} = P_{ij}^{(n)} \geq 0\ , i,j = 0,1,2, \text{dan } t = 0, 1, .. \quad (3)$$

$P_{ij}^{(n)}$ disebut sebagai probabilitas transisi n-langkah yang menyatakan probabilitas bersyarat dimana peubah acak X dimulai dari *state* i, akan berapa pada *state* j setelah tepat n langkah (unit waktu) ,

$$\sum_{j=0}^{\infty} P_{ij}^{(n)} = 1\ , \forall\, i \text{ dan } j\ , n = 0,1,2, \ldots \quad (4)$$

Matriks peluang transisi suatu rantai Markov didefiniskan sebagai :

$$P = \left[P_{ij}\right] = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & P_{03} & \cdot & \cdot & \cdot \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & P_{13} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ P_{i0} & P_{i1} & P_{i2} & P_{i3} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix} \quad (5)$$

Dengan $P_{ij} \geq 0$, $i, = 0,1,2, \ldots$, $dan\ \sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} = 1$

Selanjutnya, Berdasarkan [6] dilakukan beberapa tahapan uji seperti *irreducible*, *aperiodic,* dan *positive recurrent* untuk menentukan apakah rantai markov tersebut ergodik. Suatu rantai Markov disebut sebagai *irreducible* apabila ia hanya mempunyai satu kelas komunikasi, artinya setiap keadaan saling berkomuikasi. Keadaan i dan j dinamakan saling berkomunikasi (dinotasikan dengan $i \leftrightarrow j$, apabila keadaan j dapat diperoleh dari keadaan i dan keadaan i dapat diperoleh dari keadaan j, artinya terdapat bilangan bulat $m \geq 0$ dan $n \geq 0$ sehingga $P_{ij}^{m} > 0$ dan $P_{ji}^{n} > 0$.

2.2 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data laju inflasi di Indonesia dari tahun 1969 sampai tahun 2020 , data diambil dari Badan Pusat Statistik. Data laju inflasi merupakan Rantai Markov dengan ruang keadaan diskrit karena datanya berbentuk perpindahan. Ruang keadaan (*state*) didefinisikan berdasarkan laju inflasi tiap tahun terhadap rentang yang telah ditentukan yaitu inflasi rendah, sedang, tinggi, atau hiperinflasi. Adapun penggolongannya sebagai berikut:

a. Inflasi dikatakan "ringan" jika kenaikan harga barang di bawah angka 10 %/tahun.
b. Inflasi dikatakan "sedang" jika kenaikan harga barang antara angka 10 % /tahun sampai 30% /tahun.
c. Inflasi dikatakan "tinggi" jika kenaikan harga barang antara angka 30 %/tahun sampai 100 % / tahun.
d. Inflasi dikatakan "Hiperinflasi" jika kenaikan harga barang di atas angka 100 %/tahun.

Untuk paper ini dikarenakan Indonesia belum pernah mengalami keadaan Hiperinflasi , maka masalah dibatasi hanya untuk 3 keadaan yaitu inflasi ringan, sedang dan tinggi. Sehingga ruang *state* untuk permasalahan ini adalah (ringan="0", sedang="1", tinggi="2"). Selanjutnya akan ditunjukkan bahwasannya rantai Markov ini merupakan rantai Markov ergodik yang menjamin kekonvergenan nilai peluang jangka panjang laju inflasi.

Definisi 1 [7] *Keadaan i memiliki periode d(i) , jika d(i) merupakan faktor persekutuan terbesar dari n, untuk semua bilangan bulat $n \geq 1$, sehingga $p_{ii}^{n} > 0$.*
$d(i)$ =FPB { $n \geq 1$ / $p_{ii}^{n} > 0$}.
Jika d(i)= 1, keadaan i adalah aperiodik, dan jika d(i)>1, keadaan i adalah periodic.

Teorema 1 [7] *Jika $i \leftrightarrow j$ maka $d(i) = d(j)$*

untuk menentukan klasifikasi keadaan recurrent, transient dan positive recurrent dapat menggunakan beberapa definisi dan teorema berikut :
$f_{ij}^{n} = P\ \{(n) = j, (r) \neq j, r = 1,2,3,\ldots,n-1\ | X\ (0) = i\}$ dimana $f_{ij}^{0} = 0$ dan $f_{ij}^{1} = P_{ij}$ dan peluang transisi keadaan j dicapai dari keadaan i didefinisikan :

Definisi 2 [7] *Misalkan suatu peluang keadaan i ke keadaan j pertama kali dalam n langkah didefinisikan sebagai berikut:*

$f_{ij} = \sum_{n=1}^{\infty} f_{ij}^{n} = f_{ij}^{1} + f_{ij}^{2} + \ldots \rightarrow f_n \neq f_{ij}^{1}$

$f_{ij}^n = P\{(n) = j, (r) \neq j, r = 1,2,3,\ldots,n-1 \mid X(0) = i\}$ *dimana* $f_{ij}^0 = 0$ *dan* $f_{ij}^1 = P_{ij}$ *dan peluang transisi keadaan j dicapai dari keadaan i didefinisikan :*
$f_{ij} = \sum_{n=1}^{\infty} f_{ij}^n = f_{ij}^1 + f_{ij}^2 + \ldots \rightarrow f_n \neq f_{ij}^1$.

Definisi 3 [7] *Jika* $f_{ii} = 1$*, maka keadaan* i *disebut recurrent. Jika* $f_{ii} < 1$*, maka keadaan* i *disebut transient.*

Teorema 2 [7] *Keadaan i dikatakan recurrent jika dan hanya jika* $\sum_{n=1}^{\infty} P_{ii}^n = \infty$ *Keadaan i dikatakan transient jika dan hanya jika* $\sum_{n=1}^{\infty} P_{ij}^n < \infty$.

Teorema 3 [7] *Jika keadaan j adalah recurrent dan aperiodic, maka* $P_{jj}^n \rightarrow \frac{1}{\mu_j}$*, untuk* $n \rightarrow \infty$*. Artinya, jika dengan teorema 3 ini diperoleh nilai dari* P_{jj}^n *untuk* $n \rightarrow \infty$*, maka nilai dari* μ_j *dapat dihitung, yaitu untuk* $n \rightarrow \infty$ *maka* $P_{jj}^n \rightarrow \frac{1}{\mu_j}$ *artinya* $P_{jj}^n \cong \frac{1}{\mu_j}$ *atau* $\mu_j \cong \frac{1}{P_{jj}{}^n}$.

Teorema 4 [7] *Jika suatu rantai Markov adalah ergodic, maka terdapat limit peluang*

$$lim_{n\rightarrow\infty} P_{ij}^{(n)} = \pi_j \text{ , } i, j=0,1,2,\ldots$$

yang tidak tergantung pada keadaan awal i, dimana { π_j*, j = 0, 1, 2, ...} adalah distribusi stasioner dari rantai Markov solusi unik dan positif ,* $\pi_j = \sum_{i=0}^{\infty} \pi_i P_{ij}$*,* $j = 0,1,2,\ldots$ *dengan* $\sum_{j=0}^{\infty} \pi_j = 1$.

3. Hasil dan Pembahasan

Data mengenai Tingkat Inflasi Indonesia dari tahun 1969 hingga 2020 yang akan digunakan untuk *forecasting* Laju Inflasi ke depan, diperoleh dari website Badan Pusat Statistik seperti terlihat di Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Data Tingkat Inflasi Indonesia dari Tahun 1969 – 2020 (%)

Tahun	Laju Inflasi	Tahun	Laju Inflasi	Tahun	Laju Inflasi
1969	9,89	1989	5,97	2009	2,78
1970	8,88	1990	9,53	2010	6,96
1971	2,47	1991	9,52	2011	3,79
1972	25,84	1992	4,94	2012	4,3
1973	23,3	1993	9,77	2013	8,38
1974	33,32	1994	9,24	2014	8,36
1975	19,69	1995	8,6	2015	3,35
1976	14,2	1996	6,5	2016	3,02
1977	11,82	1997	11,1	2017	3,61
1978	6,69	1998	77,63	2018	3,13
1979	21,71	1999	2,01	2019	2,72
1980	15,97	2000	9,35	2020	1,68
1981	7,09	2001	12,55		
1982	9,69	2002	10,3		
1983	11,46	2003	5,06		
1984	8,76	2004	6,4		
1985	4,31	2005	17,11		
1986	8,83	2006	6,6		
1987	8,9	2007	6,59		
1988	5,47	2008	11,06		

Sumber : http://www.bps.go.id terdapat dalam [8].

Berdasarkan Tabel 1 di atas dapat diperoleh Jumlah Transisi dari keadaan i ke keadaan j data Tingkat Inflasi di Indonesia sebagai berikut :

a. Transisi rendah (Tingkat inflasi kurang dari 10 %) ke transisi rendah (Tingkat inflasi kurang dari 10 %) terjadi dari :
1969 ke 1970, 1970 ke 1971, 1981 ke 1982, 1984 ke 1985, 1985 ke 1986, 1086 ke 1987, 1987 ke 1988, 1988 ke 1989, 1989 ke 1990, 1990 ke 1991, 1991 ke 1992, 1992 ke 1993, 1993 ke 1994, 1994 ke 1995, 1995 ke 1996, 1999 ke 2000, 2003 ke 2004, 2006 ke 2007, 2009 ke 2010, 2010 ke 2011, 2011 ke 2012, 2012 ke 2013, 2013 ke 2014, 2014 ke 2015, 2015 ke 2016, 2016 ke 2017, 2017 ke 2018, 2018 ke 2019, 2019 ke 2020. Total ada 29 transisi.
b. Transisi rendah (Tingkat inflasi kurang dari 10 %) ke transisi sedang (Tingkat inflasi dari 10 %-30 %) terjadi dari :
1971 ke 1972, 1978 ke 1979, 1982 ke 1983, 1996 ke 1997, 2000 ke 2001, 2004 ke 2005, 2007 ke 2008. Total ada 7 transisi.
c. Transisi rendah (Tingkat inflasi kurang dari 10 %) ke transisi tinggi (Tingkat inflasi dari 30 %-100 %) terjadi dari :
Tidak pernah terjadi. Total ada 0 transisi.
d. Transisi sedang (Tingkat inflasi dari 10 %-30 %) ke transisi rendah (Tingkat inflasi kurang dari 10 %) terjadi dari :
1971 ke 1972, 1978 ke 1979, 1982 ke 1983, 1996 ke 1997, 2000 ke 2001, 2004 ke 2005, 2007 ke 2008. Total ada 6 transisi.
e. Transisi sedang (Tingkat inflasi dari 10 %-30 %) ke transisi sedang (Tingkat inflasi dari 10 %-30 %) terjadi dari :
1972 ke 1973, 1975 ke 1976, 1976 ke 1977, 1979 ke 1980, 2001 ke 2002. Total ada 5 transisi.
f. Transisi sedang (Tingkat inflasi dari 10 %-30 %) ke transisi tinggi (Tingkat inflasi dari 30 %-100 %) terjadi dari :
1973 ke 1974, 1997 ke 1998. Total ada 2 transisi.
g. Transisi tinggi (Tingkat inflasi dari 30 %-100 %) ke transisi rendah (Tingkat inflasi kurang dari 10 %) terjadi dari :
1998 ke 1999. Total ada 1 transisi.
h. Transisi tinggi (Tingkat inflasi dari 30 %-100 %) ke transisi sedang (Tingkat inflasi dari 10 %-30 %) terjadi dari :
1974 ke 1975. Total ada 1 transisi.
i. Transisi tinggi (Tingkat inflasi dari 30 %-100 %) ke transisi tinggi (Tingkat inflasi dari 30 %-100 %) terjadi dari :
Tidak pernah terjadi. Total ada 0 transisi.

Hasil di atas secara ringkas disajikan pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Jumlah Transisi dari keadaan i ke keadaan j data Tingkat Inflasi di Indonesia.

f(t)	Rendah	Sedang	Tinggi	Jumlah
Rendah	29	7	0	36
Sedang	6	5	2	13
Tinggi	1	1	0	2
Jumlah	36	13	2	51

Dari Tabel 2 diperoleh matriks peluang transisi seperti di rumus (5) sebagai berikut:

$$P=[P_{ij}] = \begin{pmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} \\ P_{20} & P_{21} & P_{22} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 29/36 & 7/36 & 0/36 \\ 6/13 & 5/13 & 2/13 \\ 1/2 & 1/2 & 0/2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.806 & 0.194 & 0 \\ 0.461 & 0.385 & 0.154 \\ 0,5 & 0,5 & 0 \end{bmatrix} = A$$

Pada matrik peluang transisi A di atas terlihat untuk setiap P_{ij} terdapat bilangan bulat $m \geq 0$ dan $n \geq 0$ sehingga $P_{ij}^m > 0$ dan $P_{ji}^n > 0$. Maka bersifat *irreducible*.
Selanjutnya akan ditunjukkan sifat aperiodik terpenuhi dengan menggunakan Definisi 1 dan menghitung A, A^2, A^3,.....untuk melihat nilai P_{00}, P_{00}^2, P_{00}^3,....., P_{11}, P_{11}^2, P_{11}^3,....., P_{22}, P_{22}^2, P_{22}^3, ... menggunakan maple diperoleh:

> A^2;

$$\begin{bmatrix} \frac{12445}{16848} & \frac{3899}{16848} & \frac{7}{234} \\ \frac{635}{1014} & \frac{319}{1014} & \frac{10}{169} \\ \frac{593}{936} & \frac{271}{936} & \frac{1}{13} \end{bmatrix}$$

> A^3;

$$\begin{bmatrix} \frac{5651885}{7884864} & \frac{1952251}{7884864} & \frac{3899}{109512} \\ \frac{322339}{474552} & \frac{129245}{474552} & \frac{319}{6591} \\ \frac{298945}{438048} & \frac{119591}{438048} & \frac{271}{6084} \end{bmatrix}$$

dan seterusnya. Berdasarkan [4] dapat terlihat bahwa :
$P_{00}=\frac{29}{36}$,$P_{00}^2=\frac{12445}{16848}$,$P_{00}^3=\frac{5651885}{7884864}$ jadi $P_{00}^n>0$ untuk n ∈ {1,2,3,.....}, FPB dari n adalah 1 sehingga sesuai Definisi 1 diperoleh d(0)=1.Menggunakan cara yang sama diperoleh d(1)=1, d(2)=1 berdasarkan definisi 1 disimpulkan memenuhi aperiodik. Selanjutnya akan dihitung $\sum_{n=1}^{\infty} P_{ii}^n$ untuk setiap i = 0,1,2. Terlihat bahwa :
$\sum_{n=1}^{\infty} P_{00}^n= P_{00}+P_{00}^2+P_{00}^3+P_{00}^4+.....=\frac{29}{36}+\frac{12445}{16848}+\frac{5651885}{7884864}+........ > \frac{1}{2}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}+.....$disimpulkan $\sum_{n=1}^{\infty} P_{00}^n= \infty$ demikian juga untuk $\sum_{n=1}^{\infty} P_{11}^n= \sum_{n=1}^{\infty} P_{22}^n= \infty$, menggunakan teorema 2 disimpulkan memenuhi *recurrent*. Selanjutnya, untuk memeriksa *positive recurrent*, dihitung matriks peluang transisi ($\to \infty$) langkah. Dengan bantuan *Software Maple*, akan di hitung A^n untuk melihat di nilai n keberapa nilai A^n tidak berubah atau A^n konvergen, untuk tujuan tersebut dimulai dengan n=15 diperoleh hasil sebagai berikut:

> A^{15};

$$\begin{bmatrix} 0.706151677389796 & 0.254634598672896 & 0.0392137239373097 \\ 0.706151608025050 & 0.254634646087557 & 0.0392137458873935 \\ 0.706151613583838 & 0.254634642287997 & 0.0392137441281656 \end{bmatrix}$$

> A^{50};

$$\begin{bmatrix} 0.706151657225062 & 0.254634612456621 & 0.0392137303183196 \\ 0.706151657225062 & 0.254634612456621 & 0.0392137303183196 \\ 0.706151657225062 & 0.254634612456621 & 0.0392137303183196 \end{bmatrix}$$

> A^{70};

$$\begin{bmatrix} 0.706151657225063 & 0.254634612456621 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225063 & 0.254634612456621 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225063 & 0.254634612456621 & 0.0392137303183197 \end{bmatrix}$$

> A^{90};

$$\begin{bmatrix} 0.706151657225064 & 0.254634612456621 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456621 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456621 & 0.0392137303183197 \end{bmatrix}$$

> A^{95};

$$\begin{bmatrix} 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \end{bmatrix}$$

> A^{96};

$$\begin{bmatrix} 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456621 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456621 & 0.0392137303183197 \end{bmatrix}$$

> A^{97};

$$\begin{bmatrix} 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \end{bmatrix}$$

> A^{98};

$$\begin{bmatrix} 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \end{bmatrix}$$

> A^{99};

$$\begin{bmatrix} 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \end{bmatrix}$$

> A^{100};

$$\begin{bmatrix} 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \end{bmatrix}$$

Maka berdasarkan Teorema 3 dan hasil kekonvergenan A^n di atas, diperoleh μ_j sebagai berikut:

- $P_{00}^{n} \rightarrow \frac{1}{\mu_0} = 0.706151657225064$ sehingga $\mu_0 = 1.4161263940520$

- $P_{11}^{n} \rightarrow \frac{1}{\mu_1}$ =0.254634612456622 sehingga $\mu_1 = 3.9271958762886$
- $P_{22}^{n} \rightarrow \frac{1}{\mu_2}$ =0.03921373303183197 sehingga $\mu_2 = 25{,}501270159314$

Dalam bentuk matrik dapat ditulis :
$\mu_j(A)$ = [1.4161263940520 3.9271958762886 25,501270159314]
Hal ini menunjukkan bahwa dengan Definisi 3, setiap keadaan adalah *positive recurrent*. Sehingga semua rantai Markov dengan matriks peluang transisi tersebut merupakan rantai Markov yang ergodik (*irreducible,aperiodic* dan *positive recurrent*). Selanjutnya dengan Teorema 4, diperoleh distribusi stasioner rantai Markov π_j yang dapat dilihat dari matriks peluang transisi pangkat n yang cukup besar ($\rightarrow \infty$) yang menghasilkan entri setiap barisnya sama. Dari matriks peluang transisi 97 langkah didapat matrik A^n konvergen ke :

$$\begin{bmatrix} 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \\ 0.706151657225064 & 0.254634612456622 & 0.0392137303183197 \end{bmatrix}$$

Sehingga diperoleh nilai distribusi stasioner atau peluang jangka panjang sebagai berikut:

a. $lim_{n\rightarrow\infty} P_{00}^{(n)} = lim_{n\rightarrow\infty} P_{10}^{(n)} = lim_{n\rightarrow\infty} P_{20}^{(n)} = \pi_0$ =0.706151657225064
b. $lim_{n\rightarrow\infty} P_{01}^{(n)} = lim_{n\rightarrow\infty} P_{11}^{(n)} = lim_{n\rightarrow\infty} P_{21}^{(n)} = \pi_1$=0.254634612456622
c. $lim_{n\rightarrow\infty} P_{02}^{(n)} = lim_{n\rightarrow\infty} P_{12}^{(n)} = lim_{n\rightarrow\infty} P_{22}^{(n)} = \pi_2$=0.03921373303183197

Dalam bentuk matrik dinotasikan dengan :
π_j(A) = [0.706151657225064 0.254634612456622 0.03921373303183197]

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian diatas diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:
Matriks peluang transisi dari Tingkat Inflasi di Indonesia adalah

$$A = = \begin{bmatrix} 0.806 & 0.194 & 0 \\ 0.461 & 0.385 & 0.154 \\ 0{,}5 & 0{,}5 & 0 \end{bmatrix}$$

Nilai distribusi stasioner atau peluang jangka panjang dari Tingkat Inflasi adalah π_j(A) = $(rendah\ sedang\ tinggi)$ = [0.706151657225064 0.254634612456622 0.03921373303183197].
Artinya kemungkinan Tingkat Inflasi pada tahun yang akan datang berdasarkan data dari tahun 1969 - 2020 akan rendah sebesar 0.706151657225064≅ 70.6%, kemungkinan akan sedang sebesar 0.254634612456622 ≅ 25.5%, dan kemungkinan akan tinggi sebesar 0.03921373303183197 ≅3.9%. Berdasarkan distribusi stasioner rantai Markov dihasilkan prediksi Tingkat Inflasi di Indonesia dalam jangka panjang cenderung rendah dengan probabilitas sebesar 70.6%.

Daftar Pustaka

[1] Nofitasari, R., Amir, A., & Mustika, C. (2017). Pengaruh Inflasi, Suku Bunga, Investasi terhadap Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Jambi. e-Jurnal Perspektif Ekonomi dan Pembangunan Daerah, 6(2), 77-84.

[2] Anwar, C. J., & Andria, M. P. (2016). Hubungan Variabel Makroekonomi dengan Permintaan Uang di Indonesia Sebelum dan Sesudah Krisis Moneter. *Jurnal Ekonomi-Qu*, *6*(1).

[3] Wiyanti, R. (2018). Analisis Pengaruh 7 Day Rate Repo, Inflasi, Nilai Tukar, dan Pdb Terhadap Indeks Harga Saham Sektor Properti (Studi Empiris Di Bursa Efek Indonesia). JAK (Jurnal Akuntansi) Kajian Ilmiah Akuntansi, 5(2), 96-106.

[4] Boediono. (1985). Pengantar Ilmu Ekonomi No. 5: Ekonomi Moneter (Edisi Ketiga). Yogyakarta: BPFE.

[5] Drs. Yerizon, M. Si,Dra. Minora Longgom Nasution,"Diktat Pengantar Stokhastik", Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang 2003

[6] Firdaniza, Nurul Gusriani, Emah Suryamah," Distribusi Stasioner Rantai Markov untuk Prediksi Curah Hujan di Wilayah Jawa Barat", Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika, hal 1035-1050 November 2016.

[7] Osaki, S. 1992. Applied Stochastic System Modeling. German: Springer-Verlag

[8] Website badan Pusat Statistik (http://www.bps.go.id/indicator/3/1/1/inflasi-umum-html.Diakses tgl 01/02/2021).