

METODE RANTAI MARKOV UNTUK MEMPREDIKSI PERKEMBANGAN PRODUKSI DAN KONSUMSI BERAS DI SULAWESI TENGGARA

Nanda Fitriani

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo
Email: nandafitriani.nb@gmail.com

Norma Muhtar¹, Arman² dan Lilis laome³

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo
Email: ¹norma.uho@gmail.com, ²arman.mtmk@gmail.com, ³lilislaome@uho.ac.id

ABSTRAK

Tingginya konsumsi beras di Indonesia, termasuk Provinsi Sulawesi Tenggara, menjadikan beras sebagai komoditas yang memiliki peran dan pengaruh yang besar dalam ketahanan pangan, ekonomi, dan stabilitas politik nasional. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi pertumbuhan produksi dan konsumsi beras di Sulawesi Tenggara di masa mendatang dengan menggunakan Model Rantai Markov. Data produksi dan konsumsi beras dari tahun 1996 hingga tahun 2020 yang bersumber dari BPS diklasifikasikan menjadi empat keadaan (*state*) yaitu naik drastis, naik, turun, dan turun drastis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada keadaan setimbang peluang produksi beras berada pada kondisi naik drastis, naik, turun, dan turun drastis secara berturut-turut yaitu 36,33%, 37,12%, 18,26%, dan 8,29%. Sedangkan untuk peluang konsumsi beras berada pada kondisi naik drastis, naik, turun, dan turun drastis secara berturut-turut yaitu 29,35%, 36,71%, 15,59%, dan 18,35%. Sehingga dapat dilihat bahwa peluang terbesar produksi dan konsumsi beras di masa mendatang akan berada pada kondisi naik, dengan besar kemungkinan terjadinya kenaikan produksi beras lebih dari 0 hingga 19,20 ribu ton adalah 37,12%, dan kemungkinan terjadinya kenaikan konsumsi beras lebih dari 0 hingga 6,74 ribu ton sebesar 36,71%.

Kata Kunci: Rantai Markov, Beras, Produksi, Konsumsi, Steady State, Peluang

ABSTRACT

The high consumption of rice in Indonesia, including Southeast Sulawesi Province, makes rice a commodity that has a large role and influence in food security, economy, and national political stability. This study aims to predict the future growth of rice production and consumption in Southeast Sulawesi using the Markov Chain Model. Data on rice production and consumption from 1996 to 2020 sourced from BPS are classified into four states, namely drastically increased, increased, decreased, and drastically decreased. The results showed that in a state of equilibrium, the opportunity for rice production was in a condition of drastically increased, increased, decreased, and drastically decreased, respectively, namely 36.33%, 37.12%, 18.26%, and 8.29%. Meanwhile, the opportunity for rice consumption is in a condition of drastically increased, increased, decreased, and drastically decreased, respectively, namely 29.35%, 36.71%, 15.59%, and 18.35%. So that it can be seen that the greatest opportunity for rice production and consumption in the future will be in an increasing condition, with a high probability of an increase in rice production of more than 0 to 19.20 thousand tons is 37.12%, and the possibility of an increase in rice consumption of more than 0 up to 6.74 thousand tons by 36.71%.

Keywords: Markov chain, Rice, Production, Consumption, Steady State, Probability

1. Pendahuluan

Beras adalah bagian dari padi yang dikonsumsi oleh manusia melalui proses penggilingan[1]. Beras merupakan salah satu bahan pokok atau bahan makanan utama bagi hampir seluruh masyarakat Indonesia. Konsumsi merupakan kegiatan menggunakan barang dan jasa yang dihasilkan oleh produsen[2] melalui kegiatan produksi. Dimana produksi diartikan sebagai suatu kegiatan atau proses yang mentransformasikan masukan menjadi hasil keluaran[3]. Konsumsi beras di Indonesia relatif tinggi begitupun di Sulawesi Tenggara,

beras menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat sehingga permintaan terhadap beras sangat tinggi. Konsumsi rata-rata per kapita seminggu di Sulawesi Tenggara menurut BPS Sultra pada tahun 2010 hingga tahun 2020 mencapai 1,89 kg.

Ketergantungan masyarakat yang sangat tinggi terhadap beras akan menjadi masalah jika ketersediaan beras sudah tidak mencukupi. Oleh sebab itu, diperlukan adanya peramalan terhadap produksi dan konsumsi beras di masa mendatang. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode Rantai

Markov, metode ini merupakan proses stokastik atau himpunan variabel acak [4] dimana keadaan selanjutnya hanya bergantung pada keadaan sekarang [5].

Peramalan menggunakan Rantai Markov dapat dilakukan dengan mengalikan matriks peluang transisi dengan vektor *state* [6]. Matriks peluang transisi merupakan matriks yang berisi nilai probabilitas transisi, atau kemungkinan sebuah keadaan terjadi setelah berpindah keadaan [7], dari *state* j ke *state* i [6]. Peramalan menggunakan Rantai Markov akan mencapai keadaan setimbang (*steady state*) jika proses peramalan terus dilakukan hingga beberapa periode tertentu maka peluang keadaannya akan tetap sama untuk periode selanjutnya. Vektor *steady state* dapat dicari dengan mengalikan matriks transisi reguler dengan vektor *state* [6], dimana matriks transisi P adalah reguler jika terdapat suatu bilangan bulat yang positif m sehingga semua entri dari P^m adalah positif [6].

Hasil dari vektor *steady state* merupakan peluang keadaan di masa mendatang untuk jangka panjang. Oleh sebab itu, peramalan produksi dan konsumsi beras menggunakan Rantai Markov dapat memberikan perkiraan dan gambaran akan perkembangan produksi dan konsumsi beras di masa depan. Sehingga pihak-pihak yang berkepentingan dapat merumuskan kebijakan.

Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Rantai Markov yaitu penelitian yang dilakukan oleh Aglin Rizki Vionita (2018) berjudul penelitian “Prediksi Nilai Tukar Mata Uang Rupiah Terhadap Mata Uang Asing Menggunakan *Markov Chain*”. Dalam penelitian tersebut disimpulkan bahwa, penerapan model rantai markov pada nilai tukar rupiah terhadap mata uang asing cenderung naik dengan keakuratan prediksi data sebesar 80% [8]. Penelitian lainnya dengan menggunakan Rantai Markov juga pernah dilakukan oleh Aparna Bairagi dan Sarah Ch. Kakty (2017) dengan judul penelitian “*Markov Chain Modelling for Prediction on Future Market Price of Potatoes with Special Reference to Nagaon District*”. Dapat disimpulkan hasil dari penelitian ini bahwa peluang harga kentang cenderung tetap sama atau tidak berubah dalam waktu dekat dan prediksi untuk interval harga oleh model identik dengan situasi nyata [9].

2. Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa data produksi dan konsumsi beras dari tahun 1996-2020 yang di peroleh

dari *webside* BPS Sulawesi Tenggara. Alat penelitian yang digunakan yaitu laptop dengan sistem operasi *Windows*. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan (*applied research*) sehingga hasilnya dapat secara langsung diterapkan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi [10].

Prosedur dalam penelitian ada tiga, yang pertama yaitu melakukan pengumpulan data. Kedua, melakukan pengolahan data dan ketiga yaitu menganalisis data. Adapun langkah-langkah pengolahan data yaitu:

1. Membuat *state* (keadaan) dari data produksi dan konsumsi beras.
 - (a) Mengurutkan data produksi dan konsumsi beras dari tahun 1996 hingga 2020.
 - (b) Mencari selisih antara jumlah produksi dan konsumsi beras pada saat tahun ke- t dengan tahun ke- $(t - 1)$.
 - (c) Mengkategorikan nilai selisih yang diperoleh, jika nilainya ≥ 0 dikatakan naik, jika nilainya ≤ 0 dikatakan turun.
 - (d) Menghitung nilai rata-rata untuk data kategori naik dan data kategori turun.
 - (e) Menentukan banyaknya *state* yang akan digunakan.
 - (f) Mencari dan membagi interval antar *state* dengan menggunakan nilai rata-rata pada masing-masing data kategori naik dan turun.
 - (g) Nilai selisih diberi label naik drastis, naik, turun, dan turun drastis sesuai dengan interval masing-masing *state*.
2. Menentukan probabilitas dari setiap keadaan.
3. Membuat matriks peluang transisi.
4. Menentukan vektor keadaan awal.
5. Menghitung peluang keadaan produksi dan konsumsi beras periode selanjutnya.
6. Menghitung vektor *steady state*.
7. Menganalisis hasil.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu statistik inferensial dengan menggunakan metode Rantai Markov untuk mendapatkan peluang keadaan produksi dan konsumsi beras pada periode mendatang.

3. Hasil dan Pembahasan

Prediksi perkembangan produksi dan konsumsi beras di Sulawesi Tenggara di masa mendatang untuk jangka panjang akan dilakukan dengan metode Rantai Markov. Data produksi dan

konsumsi beras akan diklasifikasikan ke dalam empat $state S_i$ untuk priode tahun 1996 hingga 2020. Keempat $state$ ini diperoleh dari transisi data pertahun yang diklasifikasikan menjadi naik, naik drastis, turun, dan turun drastis. Adapun $state$ produksi beras dan konsumsi beras berdasarkan intervalnya masing-masing dapat dilihat dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Stateproduksi beras

State	Keterangan	Range
S_1	Naik drastis	$x > 19,20$
S_2	Naik	$0 < x \leq 19,20$
S_3	Turun	$-28,10 \leq x < 0$
S_4	Turun drastis	$x < -28,10$

Tabel 2. Statekonsumsi beras

State	Keterangan	Range
S_1	Naik drastis	$x > 6,74$
S_2	Naik	$0 < x \leq 6,74$
S_3	Turun	$-5,79 \leq x < 0$
S_4	Turun drastis	$x < -5,79$

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, data produksi dan konsumsi beras selanjutnya akan diberi label (naik drastis, naik, turun, dan turun drastis) berdasarkan nilai transisinya. Frekuensi transisi dari satu $state$ ke $state$ lain dalam periode penelitian untuk produksi dan konsumsi beras dapat dilihat dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Frekuensi transisi $state$ produksi beras

		State awal (j)			
		S_1	S_2	S_3	S_4
State akhir (i)	S_1	3	4	0	1
	S_2	2	2	4	1
	S_3	3	1	0	0
	S_4	0	1	1	0
Total		8	8	5	2

Tabel 4. Frekuensi transisi $state$ konsumsi beras

		State awal (j)			
		S_1	S_2	S_3	S_4
State akhir (i)	S_1	2	0	2	2
	S_2	1	6	1	1
	S_3	0	3	0	1
	S_4	3	1	0	0
Total		8	8	6	10

Langkah selanjutnya yaitu membuat matriks peluang transisi (P) produksi dan konsumsi menggunakan rumus probabilitas:

$$p_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_j}$$

dimana,

p_{ij} = peluang transisi $state$ (peluang dari $statej$ ke $state i$)

n_{ij} = jumlah $statej$ yang berpindah ke $statei$

n_j = jumlah $statej$

Adapun untuk mencari vektor $state$ awal ($x^{(0)}$) diperoleh dengan cara membagi jumlah $statej$ (n_j) dengan jumlah seluruh $state j (\sum n_j)$. Dengan demikian diperoleh matriks peluang transisi produksi beras dan vektor $state$ awalnya yaitu:

$$P = \begin{bmatrix} 0,375 & 0,5 & 0 & 0,5 \\ 0,25 & 0,25 & 0,8 & 0,5 \\ 0,375 & 0,125 & 0 & 0 \\ 0 & 0,125 & 0,2 & 0 \end{bmatrix}, x^{(0)} = \begin{bmatrix} 0,348 \\ 0,348 \\ 0,217 \\ 0,087 \end{bmatrix}$$

Dan untuk matriks peluang transisi konsumsi beras dan vektor $state$ awalnya yaitu:

$$P = \begin{bmatrix} 0,333 & 0 & 0,667 & 0,5 \\ 0,167 & 0,6 & 0,333 & 0,25 \\ 0 & 0,3 & 0 & 0,25 \\ 0,5 & 0,1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, x^{(0)} = \begin{bmatrix} 0,261 \\ 0,435 \\ 0,13 \\ 0,174 \end{bmatrix}$$

Setelah diperoleh matriks peluang transisi P dan vektor keadaan awal $x^{(0)}$, maka langkah selanjutnya yaitu memprediksi peluang vektor $state$ pada setiap perubahan produksi dan konsumsi beras dengan menggunakan persamaan vektor $state$.

$$x^{(n)} = P^n x^{(0)}$$

dimana,

$x^{(n)}$ = Vektor $state$ pada pengamatan ke- n

$x^{(0)}$ = Vektor $state$ awal

P^n = Matriks peluang transisi n -langkah

Hasil prediksi peluang vektor $state$ di masa mendatang untuk produksi beras yaitu:

$$x^{(1)} = P \times x^{(0)} = \begin{bmatrix} 0,348 \\ 0,3911 \\ 0,174 \\ 0,0869 \end{bmatrix}$$

$$x^{(2)} = P^2 \times x^{(0)} = \begin{bmatrix} 0,3695 \\ 0,3674 \\ 0,1794 \\ 0,0837 \end{bmatrix}$$

$$x^{(3)} = P^3 \times x^{(0)} = \begin{bmatrix} 0,3641 \\ 0,3696 \\ 0,1845 \\ 0,0818 \end{bmatrix}$$

⋮

$$x^{(14)} = P^{14} \times x^{(0)} = \begin{bmatrix} 0,3633 \\ 0,3712 \\ 0,1826 \\ 0,0829 \end{bmatrix}$$

Hasil prediksi peluang vektor $state$ di masa mendatang untuk konsumsi beras yaitu:

$$\begin{aligned}
 x^{(1)} &= P \times x^{(0)} = \begin{bmatrix} 0,2606 \\ 0,3914 \\ 0,174 \\ 0,174 \end{bmatrix} \\
 x^{(2)} &= P^2 \times x^{(0)} = \begin{bmatrix} 0,2899 \\ 0,3798 \\ 0,1609 \\ 0,1694 \end{bmatrix} \\
 x^{(3)} &= P^3 \times x^{(0)} = \begin{bmatrix} 0,2886 \\ 0,3722 \\ 0,1563 \\ 0,1829 \end{bmatrix} \\
 &\vdots \\
 x^{(16)} &= P^{16} \times x^{(0)} = \begin{bmatrix} 0,2935 \\ 0,3671 \\ 0,1559 \\ 0,1835 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan vektor *state* di atas, dapat dilihat bahwa ada peluang terbatas, keadaan produksi beras akan berada dalam kesetimbangan atau keadaan tunak (*steady state*) setelah 14 langkah (14 tahun). Ini berarti peluang produksi beras untuk setiap *state* setelah 13 tahun akan tetap sama. Dan untuk konsumsi beras, peluang terbatasnya akan berada pada langkah ke-16. Peluang *state* produksi dan konsumsi beras untuk jangka panjang dalam Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Peluang *state* produksi beras di masa mendatang

State	Peluang state			
	<i>x</i>	<i>x</i> ²	...	<i>x</i> ¹⁴
Naik drastis	0,348	0,3695	...	0,3633
Naik	0,3911	0,3674	...	0,3712
Turun	0,174	0,1794	...	0,1826
Turun drastis	0,0869	0,0837	...	0,0829

Tabel 6. Peluang *state* konsumsi beras di masa mendatang

State	Peluang state			
	<i>x</i>	<i>x</i> ²	...	<i>x</i> ¹⁶
Naik drastis	0,2606	0,2899	...	0,2935
Naik	0,3914	0,3798	...	0,3671
Turun	0,174	0,1609	...	0,1559
Turun drastis	0,174	0,169	...	0,1835

Berdasarkan hasil perhitungan peluang *state* produksi dan konsumsi beras di masa mendatang, dapat diketahui bahwa perubahan peluang *state* selama periode berjalan semakin kecil hingga

akhirnya tidak tampak adanya perubahan atau dengan kata lain menuju ke keadaan setimbang (*steady state*).

Sehingga, diperoleh prediksi jangka panjang peluang perkembangan produksi dan konsumsi beras di masa mendatang yang dapat dilihat dalam Tabel 7 dan Tabel 8, dimana nilai tersebut merupakan nilai peluang vektor keadaan tunak untuk masing-masing data.

Tabel 7. Prediksi perkembangan produksi beras di masa mendatang

State	Range	Peluang
<i>S</i> ₁	<i>x</i> > 19,20	36,33%
<i>S</i> ₂	0 < <i>x</i> ≤ 19,20	37,12%
<i>S</i> ₃	-28,10 ≤ <i>x</i> < 0	18,26%
<i>S</i> ₄	<i>x</i> < -28,10	8,29%

Tabel 7 menunjukkan bahwakemungkinan perkembangan produksi beras di periode mendatang pada keadaan naik drastis (*S*₁) atau meningkat lebih dari 19,20 ribu ton adalah 36,33%, pada keadaan naik (*S*₂) atau meningkat lebih dari 0 hingga 19,20 ribu ton adalah 37,12%, pada keadaan turun (*S*₃) atau menurun lebih dari 0 hingga 28,10 ribu ton adalah 18,26%, dan pada keadaan turun drastis (*S*₄) atau menurun lebih dari 28,10 ribu ton adalah 8,29%.

Tabel 8. Prediksi perkembangan konsumsi beras di masa mendatang

State	Range	Peluang
<i>S</i> ₁	<i>x</i> > 6,74	29,35%
<i>S</i> ₂	0 < <i>x</i> ≤ 6,74	36,71%
<i>S</i> ₃	-5,79 ≤ <i>x</i> < 0	15,59%
<i>S</i> ₄	<i>x</i> < -5,79	18,35%

Tabel 8 menunjukkan bahwakemungkinan perkembangan konsumsi beras di periode mendatang pada keadaan naik drastis (*S*₁) atau meningkat lebih dari 6,74 ribu ton adalah 29,35%, pada keadaan naik (*S*₂) atau meningkat lebih dari 0 hingga 6,74 ribu ton adalah 36,71%, pada keadaan turun (*S*₃) atau menurun lebih dari 0 hingga 5,79 ribu ton adalah 15,59%, dan pada keadaan turun drastis (*S*₄) atau menurun lebih dari 5,79 ribu ton adalah 18,35%.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil prediksi perkembangan produksi dan konsumsi beras yaitu:

1. Diperoleh bahwa peramalan menggunakan Rantai Markov tidak dapat memberikan solusi atau keputusan terhadap masalah yang diteliti,

- namun hasil peramalannya dapat membantu dalam pembuatan keputusan.
2. Hasil prediksi menunjukkan bahwa peluang terbesar akan terjadi pada keadaan naik (S_2). Besar peluang produksi beras pada keadaan naik sebesar 37,12% dengan kemungkinan terjadinya kenaikan produksi lebih dari 0 hingga 19,20 ribu ton, dan besar peluang untuk konsumsi beras yaitu 36,71% dengan kemungkinan terjadinya penambahan jumlah konsumsi lebih dari 0 hingga 6,74 ribu ton.

Adapun saran dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Prediksi perkembangan produksi dan konsumsi beras untuk penelitian selanjutnya dapat dilihat per kabupaten di Provinsi Sulawesi Tenggara.
2. Mengembangkan model Rantai Markov dengan menambahkan variabel yang terkait, misalnya harga beras dan curah hujan.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode peramalan lainnya yang kemudian digunakan sebagai pembandingan dari metode peramalan Rantai Markov.

Daftar Pustaka

- [1] M.G.M. Purwanto, I.B.M. Artadana, S. Sutanto, *Analisa Nutrisi Da Senyawa Bioaktif Badi Merah*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2018.
- [2] S. Hidayati, *Teori Ekonomi Mikro*, Unpam Press, Banten, 2019.
- [3] A. Kadim, *Penerapan Manajemen Produksi & Operasi Di Industri Manufaktur*, Mitra Wacana Media, Jakarta, 2017.
- [4] P. Olofsson, M. Andersson, *Probability, Statistics, and Stochastic Processes*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2012.
- [5] W.K. Nicholson, *Linear Algebra with Applications*, McGraw-Hill Ryerson Limited, Canada, 2013.
- [6] H. Anton, C. Rorres, *Elementary Linear Algebra Application Version*, 9th ed., John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2005.
- [7] T. Agustinah, *Dkk, Probabilitas Dan Proses Stokastik*, Jakarta, 2014.
- [8] A.R. Vionita, *Prediksi Nilai Tukar Mata Uang Rupiah Terhadap Mata Uang Asing Menggunakan Markov Chain*, Universitas Sumatera Utara, 2018.

- [9] A. Bairagi, S.C. Kakaty, *IOSR J. Bus. Manag.* 19 (2017) 25–31.
- [10] M. Machmud, *Tuntunan Penulisan Tugas Akhir Berdasarkan Prinsip Dasar Penelitian Ilmiah*, Selasar, Malang, 2016.

Diterima tanggal 23 September 2022
Terbit online tanggal 30 Desember 2022