



**STATE-SPACE MODELS (SSM) UNTUK PERAMALAN
KETERSEDIAAN BERAS DI SERAMBI NUSANTARA**

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Statistika**

**Oleh
PUTRI AWALIAH
NIM. 2011017220015**

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
MEI 2024**



**STATE-SPACE MODELS (SSM) UNTUK PERAMALAN
KETERSEDIAAN BERAS DI SERAMBI NUSANTARA**

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Statistika**

**Oleh
PUTRI AWALIAH
NIM. 2011017220015**

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
MEI 2024**

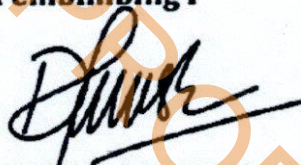
SKRIPSI

STATE-SPACE MODELS (SSM) UNTUK PERAMALAN KETERSEDIAAN BERAS DI SERAMBI NUSANTARA

Oleh:
Putri Awaliah
2011017220015

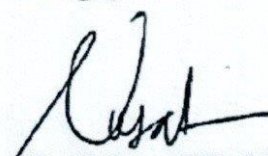
Telah dipertahankan pada hari Senin, 20-Mei-2024 dan disetujui oleh dosen pembimbing dan dosen penguji sebagai berikut.

Pembimbing I



Prof. Dewi Angraini, Ph.D.
NIP. 198303282005012001

Penguji I



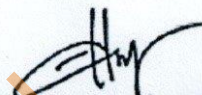
Nur Salam, S.Si., M.Sc.
NIP. 197708132005011003

Pembimbing II



Selvi Annisa, S.Si., M.Si.
NIP. 199212262022032016

Penguji II




Hj. Maisarah, S.Pd.I., M.Pd.
NIP. 19890713201801213001

Banjarbaru, 03 Juni 2024

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Statistika
FMIPA ULM




Prof. Dewi Angraini, Ph.D.
NIP. 198303282005012001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 08 Mei 2024



Putri Awaliah

NIM. 2011017220015

PRODI STATISTIKA

ABSTRAK

State-Space Models (SSM) Untuk Peramalan Ketersediaan Beras di Serambi Nusantara (Oleh: Putri Awaliah; Pembimbing: Dewi Anggraini dan Selvi Annisa, 2024; 75 halaman)

Pada tahun 2022, penetapan Penajam Paser Utara sebagai lokasi Ibu Kota Nusantara Indonesia yang kemudian diberi julukan Serambi Nusantara menimbulkan implikasi yang signifikan, terutama terkait ketahanan pangan. Risiko ketidakstabilan pasokan beras di Kalimantan Timur dan sekitarnya menjadi salah satu permasalahan, mengingat belum tercapainya swasembada pangan di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengonstruksi *State-Space Models (SSM)* untuk memprediksi ketersediaan beras di Serambi Nusantara berdasarkan model terbaik. Hal ini dilakukan dalam upaya untuk mengatasi tantangan ketidakstabilan pasokan beras dan mempersiapkan perencanaan kebijakan pangan yang lebih baik. Analisis yang dilakukan meliputi analisis korelasi kanonikal, penentuan *state vector* berdasarkan orde $AR(p)$, pendekatan *Maximum Likelihood Estimation*, serta uji diagnostik residual. Selain itu, juga memprediksi ketersediaan beras beberapa periode ke depan dengan SSM dan mengevaluasi akurasi prediksi dengan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prediksi ketersediaan beras berdasarkan model terbaik di Serambi Nusantara menggunakan SSM dikategorikan cukup baik, dengan nilai MAPE sebesar 32.46%. Prediksi ketersediaan beras di Serambi Nusantara Januari-Desember 2024 menunjukkan pola horizontal. Oleh karena itu, diperlukan tindakan penguatan oleh pemerintah terkait pengelolaan cadangan beras saat turun, serta peningkatan infrastruktur pasokan dan distribusi beras saat ketersediaannya naik. Selain itu, pentingnya pembangunan irigasi teknis untuk akses air yang stabil bagi petani.

Kata Kunci: Korelasi Kanonikal, *State Vector*, *State-Space Models*, Ketersediaan Beras, Serambi Nusantara

ABSTRACT

State-Space Models (SSM) for Rice Availability Forecasting in Serambi Nusantara (By: Putri Awaliah; Supervisor: Dewi Anggraini and Selvi Annisa, 2024; 75 pages)

In 2022, the designation of North Penajam Paser as the location of the capital of the Indonesian Nusantara, which was later given the nickname Serambi Nusantara, has significant implications, especially regarding food security. One of the problems is the risk of unstable rice supplies in East Kalimantan and its surroundings, considering that food self-sufficiency has not been achieved in the region. This research aims to construct State-Space Models (SSM) to predict the availability of rice in Serambi Nusantara based on the best model. The analysis includes canonical correlation analysis, determination of the vector based on $AR(p)$ order, Maximum Likelihood Estimation approach, as well as residual diagnostic tests. Additionally, it predicts the availability of rice in the next few periods with SSM and evaluates the accuracy of predictions with Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The research results show that the prediction of rice availability based on the best model in Serambi Nusantara using SSM is categorized as quite good, with a MAPE value of 32.46%. The prediction of rice availability in Serambi Nusantara from January to December 2024 indicates a horizontal pattern. Therefore, government action is needed to strengthen the management of rice reserves when they fall, as well as to improve rice supply and distribution infrastructure when availability rises. Additionally, there is importance in developing technical irrigation for stable water access for farmers.

Keywords: Canonical Correlation, State Vector, State-Space Models, Rice Availability, Serambi Nusantara

PRAKATA

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji bagi-Nya yang telah memberikan hidayah dan kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "***State-Space Models (SSM) Untuk Peramalan Ketersediaan Beras di Serambi Nusantara***". Penyelesaian tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan yang diperlukan dalam menyelesaikan program sarjana S-1 di Program Studi Statistika FMIPA ULM. Selama proses penulisan tugas akhir ini, penulis mendapat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kedua orangtua dan adik penulis yang selalu memberikan doa dan semangatnya.
2. Ibu Prof. Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D selaku Koordinator Program Studi Statistika FMIPA ULM sekaligus pembimbing pertama, atas dukungan dan arahan, serta kesabaran dalam membimbing dan memberikan masukan berharga.
3. Ibu Selvi Annisa, S.Si. M.Si selaku dosen pembimbing kedua, atas kesabaran dalam membimbing dan memberikan masukan berharga.
4. Bapak Nur Salam, S.Si., M.Sc dan Ibu Hj. Maisarah, S.Pd.I., M.Pd selaku dosen penguji, atas evaluasi dan saran yang diberikan.
5. Seluruh dosen dan staff Program Studi Statistika FMIPA ULM yang telah memberikan ilmu dan dukungan selama masa perkuliahan.
6. Orang-orang terkasih lainnya yang tidak penulis sebutkan secara khusus namanya, namun telah menjadi bagian dari perjalanan penulis selama masa perkuliahan.

Penulis mengakhiri dengan ungkapan syukur, "Alhamdulillah". Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan keberkahan, kemudahan, keberuntungan, dan kesuksesan pada langkah-langkah penulis selanjutnya, aamiin. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang mungkin terjadi dalam proses ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi berarti bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat. Terima kasih atas segala doa dan dukungan yang telah diberikan.

Banjarbaru, 08 Mei 2024



Putri Awaliah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Statistika Deskriptif.....	6
2.3 Analisis Deret Waktu.....	8
2.4 Uji Stasioneritas	8
2.4.1 Stasioneritas dalam Rata-rata (<i>Mean</i>)	9
2.4.2 Stasioneritas dalam Ragam (<i>Variance</i>).....	10
2.5 Analisis Korelasi Kanonikal dan Penentuan <i>State Vector</i>	10
2.6 <i>State-Space Models</i> (SSM)	12
2.7 Estimasi Parameter <i>State-Space Models</i> (SSM)	14
2.8 Uji Diagnostik <i>State-Space Models</i> (SSM).....	22
2.8.1 Uji Normalitas Residual	22
2.8.2 Uji Independensi Residual	22
2.9 Evaluasi Akurasi Prediksi	23
2.10 Ketersediaan Beras	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Sumber Data	26
3.2 Variabel Penelitian	26
3.3 Prosedur Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Deskripsi Data.....	29
4.2 Pengujian Kestasioneran Data.....	30
4.3 Analisis Korelasi Kanonikal dan Penentuan <i>State Vector</i>	34
4.4 <i>State-Space Models</i> (SSM)	36
4.5 Pengujian Diagnostik <i>State-Space Models</i> (SSM)	38
4.5.1 Pengujian Normalitas Residual.....	38
4.5.2 Pengujian Independensi Residual.....	39
4.6 Performa <i>State-Space Models</i> (SSM) pada Data Uji.....	40

4.7	Prediksi.....	41
BAB V	PENUTUP.....	43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR	PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....		48
RIWAYAT	HIDUP.....	61

PRODI STATISTIKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Ketersediaan beras (Ton) & jumlah penduduk (Jiwa) di Serambi Nusantara 2018-2023.....	2
Gambar 2.1	Pola deret waktu horizontal.....	7
Gambar 2.2	Pola deret waktu tren.....	7
Gambar 2.3	Pola deret waktu musiman.....	7
Gambar 2.4	Pola deret waktu siklis.....	8
Gambar 3.1	Diagram alir pengolahan data.....	28
Gambar 4.1	Plot deret waktu ketersediaan beras di Serambi Nusantara bulan Januari 2018 hingga Juni 2023.....	29
Gambar 4.2	Plot ACF & PACF ketersediaan beras di Serambi Nusantara.....	30
Gambar 4.3	<i>Box-Cox</i> plot ketersediaan beras di Serambi Nusantara.....	32
Gambar 4.4	<i>Box-Cox</i> plot ketersediaan beras di Serambi Nusantara hasil transformasi.....	33
Gambar 4.5	Plot deret waktu ketersediaan beras di Serambi Nusantara setelah transformasi.....	33
Gambar 4.6	Plot nilai aktual dan prediksi ketersediaan beras di Serambi Nusantara bulan Januari 2018 hingga Desember 2023.....	41
Gambar 4.7	Hasil prediksi ketersediaan beras di Serambi Nusantara bulan Januari hingga Desember 2024 (dalam Ton).....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria nilai MAPE	24
Tabel 2.2	Konsumsi penduduk terhadap kelompok bahan pangan (Kg) di Kabupaten Penajam Paser Utara, 2018-2023	25
Tabel 3.1	Definisi operasional variabel	26
Tabel 4.1	Pengujian kestasioneran data (uji ADF)	31
Tabel 4.2	Penyeleksian orde AR(p) berdasarkan nilai AIC terkecil	34
Tabel 4.3	Analisis korelasi kanonikal	35
Tabel 4.4	Proses iteratif estimasi parameter dengan MLE	37
Tabel 4.5	Nilai aktual dan prediksi ketersediaan beras di Serambi Nusantara bulan Juli hingga Desember 2023 (dalam Ton)	40

PRODI STATISTIKA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data penelitian	48
Lampiran 2. Surat permohonan data kepada Dinas Ketahanan Pangan Kabupaten Penajam Paser Utara	49
Lampiran 3. Surat permohonan data kepada Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Penajam Paser Utara.....	50
Lampiran 4. Tabel <i>chi-square</i>	51
Lampiran 5. Tabel <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	52
Lampiran 6. Data hasil transformasi	53
Lampiran 7. <i>State-Space Models</i>	54
Lampiran 8. Pengujian asumsi normalitas residual	55
Lampiran 9. Pengujian asumsi independensi residual.....	57
Lampiran 10. Hasil prediksi ketersediaan beras di Serambi Nusantara.....	58
Lampiran 11. Sintaks prosedur <i>State-Space Models</i> pada aplikasi SAS	60

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

ACF	<i>Autocorrelation Function</i>
ADF	<i>Augmented Dickey Fuller</i>
AIC	<i>Akaike's Information Criterion</i>
AR	<i>Autoregressive</i>
AR(p)	<i>Autoregressive Process</i>
ARIMA	<i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>
ARMA	<i>Autoregressive Moving Average</i>
ASN	Aparatur Sipil Negara
Bulog	Badan Urusan Logistik
IC	<i>Information Criterion</i> (kriteria informasi)
IKN	Ibu Kota Nusantara
MA	<i>Moving Average</i>
MAPE	<i>Mean Absolute Percentage Error</i>
MLE	<i>Maximum Likelihood Estimation</i>
PACF	<i>Partial Autocorrelation Function</i>
PPU	Penajam Paser Utara
PUPM	Pengembangan Usaha Pangan Masyarakat
SSM	<i>State-Space Models</i>
ULM	Universitas Lambung Mangkurat
A	Matriks transisi berdimensi $s \times s$
α	Tingkat signifikansi
B	Operator <i>backshift</i>
d	Orde <i>differencing</i>
df	<i>Degree of Freedom</i> (derajat kebebasan)
\mathcal{D}_n	<i>Data space</i>
D_n	Statistik uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i>
$D_n(\alpha)$	Nilai kritis yang diperoleh dari tabel <i>Kolmogorov-Smirnov</i>
\mathbf{e}_{t+1}	Vektor residual berdimensi $r \times 1$ pada waktu $t + 1$
exp	Fungsi eksponensial
\mathcal{F}_n	<i>Predictor space</i>
\mathcal{F}_n^j	Subhimpunan dari <i>predictor space</i> yang dilakukan secara iteratif dengan $j = 1, 2, \dots, p$
f	Frekuensi
f_{kum}	Frekuensi kumulatif
F_t	Nilai prediksi pada waktu t
$F(x)$	Probabilitas kumulatif dari distribusi normal
G	Matriks input berdimensi $s \times r$
H	Matriks <i>output</i> berdimensi $r \times s$
$H(\theta)$	Matriks nonsingular dengan elemen-elemen matriksnya adalah turunan parsial kedua dari fungsi \ln <i>likelihood</i>
H_0	Hipotesis nol
H_1	Hipotesis alternatif
I	Matriks identitas berdimensi $r \times r$
j	Indeks parameter

k	Indeks yang berkisar dari 1 hingga m
\ln	Logaritma natural
m	Jumlah <i>lag</i> yang diuji
\mathcal{N}	Berdistribusi normal
n	Jumlah observasi
O_t	Nilai observasi pada waktu t
$O_t(\lambda)$	Nilai observasi pada waktu t yang ditransformasi dengan <i>Box-Cox</i>
p	Orde dari proses AR
ρ_{\min}	Korelasi kanonikal terkecil
$\hat{\rho}_{\min}^2$	Kuadrat estimasi korelasi kanonikal terkecil
$\hat{\rho}_k^2$	Kuadrat estimasi autokorelasi residual pada <i>lag</i> ke- k
q	Dimensi dari \mathcal{F}_n^j pada periode saat ini
$\mathbf{q}(\boldsymbol{\theta})$	Vektor dengan elemen turunan parsial pertama dari fungsi \ln <i>likelihood</i>
Q_k	Statistik uji <i>Ljung-Box</i> pada <i>lag</i> ke- k
r	Dimensi dari vektor <i>output</i> (r -variat)
s	<i>State variable</i> signifikan berdasarkan analisis korelasi kanonikal
Se	Standar eror
$S_n(x)$	Probabilitas kumulatif residual
t	Waktu dengan $t = 1, 2, \dots, n$
tr	Jumlah dari elemen diagonal matriks
W_t	Hasil dari <i>differencing</i> pada waktu t
\mathbf{X}	Vektor variabel acak
x	Residual
χ_{hit}^2	Uji <i>chi-square</i>
$\hat{\gamma}$	Estimasi parameter γ
\mathbf{Y}_t	<i>State vector</i> berdimensi $s \times 1$ pada waktu t
z	Nilai standar
\mathbf{Z}_t	Vektor <i>output</i> berdimensi $r \times 1$ pada waktu t
Σ	Operasi penjumlahan
$\boldsymbol{\Sigma}$	Matriks kovarians
$ \boldsymbol{\Sigma} $	Determinan dari matriks kovarians
$\boldsymbol{\mu}$	Vektor rata-rata
π	Konstanta yang berkaitan dengan dimensi ruang
$\boldsymbol{\theta}$	Vektor parameter \mathbf{A} , \mathbf{G} , dan $\boldsymbol{\Sigma}$
∂	Operator turunan parsial
λ	Parameter dalam transformasi <i>Box-Cox</i>
'	<i>Transpose</i>
\sim	Mengikuti distribusi
\propto	Proporsional