



**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG *BUS RAPID TRANSIT* (BRT)
BANJARBAKULA DENGAN METODE *AUTOREGRESSIVE
INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENOUS VARIABLE*
(ARIMAX) DENGAN EFEK VARIASI KALENDER**

SKRIPSI

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

**Oleh
EKA AYU FRASETYOWATI
NIM. 1911017120010**

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
DESEMBER 2023**

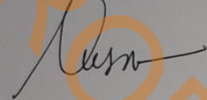
SKRIPSI

Peramalan Jumlah Penumpang *Bus Rapid Transit (BRT)* Banjarbakula dengan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable (ARIMAX)* dengan Efek Variasi Kalender

Oleh:
Eka Ayu Frasetyowati
1911017120010

Telah dipertahankan pada hari Selasa, 05 Desember 2023 dan disetujui oleh dosen pembimbing dan dosen penguji sebagai berikut:

Pembimbing I



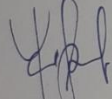
Nur Salam, S.Si., M.Sc
NIP. 197708132005011003

Penguji I



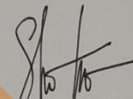
Yuana Sukmawaty, S.Si., M.Si
NIP. 198810152015042002

Pembimbing II



Yeni Rahkmawati, S.Mat., M.Si
NIP. 199404032022032014

Penguji II



Sigit Dwi Prabowo, S.Mat., M.Stat

Banjarbaru, 16 Januari 2024

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Statistika
FMIPA ULM



Dewi Angraini, S.Si., M.App.Sci., 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, Desember 2023



Eka Ayu Frasetyowati
NIM. 1911017120010

PRODI STATISTIKA

ABSTRAK

Peramalan Jumlah Penumpang *Bus Rapid Transit* (BRT) Banjarbakula dengan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable* (ARIMAX) dengan Efek Variasi Kalender (Oleh: Eka Ayu Frasetyowati; Pembimbing: Nur Salam dan Yeni Rahkmawati, 2023; 76 halaman)

Bus Rapid Transit (BRT) Banjarbakula merupakan sistem transit massal berbasis bus dalam kota yang memberi rasa nyaman, aman, kecepatan dalam mobilitas, dan biaya yang rendah dalam melayani masyarakat Kota Banjarmasin dan Kota Banjarbaru. Berdasarkan data jumlah penumpang BRT Banjarbakula periode April 2020 – Februari 2023, minat masyarakat untuk menggunakan BRT Banjarbakula sebagai moda transportasi cukup besar. Namun terbatasnya unit dan jadwal operasional membuat BRT Banjarbakula, belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat secara penuh. Peramalan jumlah penumpang BRT Banjarbakula pada 12 periode selanjutnya, menjadi salah satu upaya untuk mempersiapkan infrastruktur, kualitas dan unit BRT Banjarbakula agar dapat memfasilitasi masyarakat dan menciptakan sistem transportasi yang lebih baik. Pada data jumlah penumpang BRT Banjarbakula, terjadi peningkatan jumlah penumpang pada waktu tertentu seperti saat hari kebesaran agama dan hari libur sekolah, sehingga kenaikan jumlah penumpang ini diduga karena pengaruh dari efek variasi kalender. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan jumlah penumpang BRT Banjarbakula menggunakan model terbaik ARIMAX dengan efek variasi kalender. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMAX (0, 1, 1) merupakan model ARIMAX terbaik untuk meramalkan jumlah penumpang BRT Banjarbakula selama 12 periode kedepan. Hasil ramalan menunjukkan terjadi kenaikan pada bulan dimana terjadinya peringatan natal dan juga peringatan haul guru sekumpul, sehingga variabel peringatan natal dan peringatan haul guru sekumpul berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah penumpang BRT Banjarbakula.

Kata kunci: Peramalan, BRT Banjarbakula, ARIMAX dengan efek variasi kalender

ABSTRACT

Forecasting the Number of Passengers of Bus Rapid Transit (BRT) Banjarbakula with Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable (ARIMAX) Method with Calendar Variation Effect

(By: Eka Ayu Frasetyowati; Supervisors: Nur Salam and Yeni Rahkmawati, 2023; 76 page)

Banjarbakula Bus Rapid Transit (BRT) is an inner-city bus-based mass transit system that provides a sense of comfort, safety, speed in mobility, and low cost in serving the citizens of Banjarmasin City and Banjarbaru City. Based on data on the number of passengers on the Banjarbakula BRT for the period April 2020 - February 2023, public interest in using the Banjarbakula BRT as a mode of transportation is quite high. However, the limited units and operational schedules make the Banjarbakula BRT unable to fully meet the needs of the public. Forecasting the number of passengers of BRT Banjarbakula for the next 12 periods is one of the measures to prepare the infrastructure, quality and units of BRT Banjarbakula in order to facilitate the public and create a better transportation system. In the Banjarbakula BRT passenger data, there is an increase in the number of passengers at certain times such as during religious holidays and school holidays, so this increase in passenger numbers is thought to be due to the influence of the calendar variation effect. This research intends to forecast the number of passengers of BRT Banjarbakula using the best ARIMAX model with the effect of calendar variation. The results indicate that the ARIMAX (0, 1, 1) model is the best ARIMAX model to forecast the number of passengers of BRT Banjarbakula for the next 12 periods. The forecast results indicate an increase in the month where the Christmas celebration and also the memorial haul guru sekumpul, so that the variable Christmas celebration and memorial haul guru sekumpul significantly affect the number of passengers of BRT Banjarbakula.

Keywords: Forecasting, BRT Banjarbakula, ARIMAX with calendar variation effects

PRAKATA

Alhamdulillah rabbi'l'alam, puji dan syukur saya ucapkan atas kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Peramalan jumlah penumpang *Bus Rapid Transit (BRT) Banjarbakula dengan Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable (ARIMAX) dengan efek variasi kalender*”** dengan lancar dan sesuai dengan waktu yang ditentukan. Penulisan proposal tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata 1 pada program studi S-1 Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran selama penyusunan proposal tugas akhir ini, diantaranya:

1. Kedua orang tua penulis yang senantiasa mendoakan dan memberi dukungan kepada penulis;
2. Bapak Nur Salam, S.Si., M.Sc dan Ibu Yeni Rahkmawati, S.Mat., M.Si selaku dosen pembimbing I dan II, Ibu Yuana Sukmawaty, S.Si., M.Si dan Bapak Sigit Dwi Prabowo, S.Mat., M selaku dosen penguji I dan II yang senantiasa memberikan masukan, arahan, dan dukungan kepada penulis;
3. Pihak Dinas Perhubungan Provinsi Kalimantan Selatan;
4. Ibu Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D selaku Koordinator Program Studi Statistika beserta seluruh dosen dan staf program studi Statistika yang senantiasa memberikan masukan, arahan, dan dukungan kepada penulis; dan
5. Teman-teman Statistika angkatan 2019 dan seluruh teman-teman penulis yang senantiasa mendukung penulis sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca yang dapat membantu penulis agar kedepannya penulis bisa lebih baik lagi dalam melakukan penulisan. Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat untuk para pembaca dan bisa membantu meningkatkan pengetahuan mengenai metode *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable (ARIMAX)* dengan efek variasi kalender.

Banjarbaru, 2023



Eka Ayu Frasetyowati

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ARTI LAMBANG	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu	5
2.2 Kajian Teori	7
2.2.1 Transportasi	7
2.2.2 <i>Bus Rapid Transit</i> (BRT)	8
2.2.3 Penumpang	8
2.2.4 Variasi Efek Kalender	9
2.2.5 Hari Kebesaran Agama	9
2.2.6 Hari Libur Sekolah	9
2.2.7 Variabel <i>Dummy</i>	9
2.2.8 Analisis Regresi dengan Variabel <i>Dummy</i>	9
2.2.10 Analisis Deret Waktu	13
2.2.11 Stasioneritas Data	15
2.2.12 <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	17
2.2.13 <i>Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous</i> (ARIMAX)	21

2.2.14 Uji Diagnostik Model.....	23
2.2.15 Pemilihan Model Terbaik	25
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Jenis dan Sumber Data.....	26
3.2 Variabel Penelitian	26
3.3 Prosedur Penelitian	27
3.4 Alur Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Analisis Statistika Deskriptif.....	31
4.2 Variabel <i>Dummy</i> Efek Kalender.....	33
4.3 Analisis Regresi dengan Variabel <i>Dummy</i>	33
4.3.1 Estimasi Parameter.....	33
4.3.2 Uji Signifikansi Parameter	33
4.3.3 Nilai R-Square.....	35
4.3.4 Metode Stepwise.....	36
4.3.5 Model Terbaik Regresi dengan Variabel <i>Dummy</i>	36
4.4 Uji Diagnostik Model.....	38
4.4.1 Uji Kenormalan Sisaan.....	38
4.4.2 Uji Autokorelasi Sisaan	39
4.5 <i>Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)</i>.....	39
4.5.1 Stasioneritas Data.....	39
4.5.2 Identifikasi Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)</i>	40
4.6 <i>Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous (ARIMAX)</i> 41	41
4.6.1 Pembentukan Model <i>ARIMAX</i> Tentatif.....	41
4.6.2 Estimasi dan Uji Signifikansi Model <i>ARIMAX</i>	41
4.6.3 Uji Diagnostik Model	42
4.6.4 Model <i>ARIMAX</i> untuk Peramalan.....	43
4.7 Peramalan	45
BAB V PENUTUP	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	47

DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN	51
RIWAYAT HIDUP.....	61

PRODI STATISTIKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jumlah Penumpang Bulanan BRT Banjarbakula Tahun 2020-2022	2
Gambar 2. 1 Pola Trend	14
Gambar 2. 2 Pola Seasonal	14
Gambar 2. 3 Pola Siklik	15
Gambar 2. 4 Pola Horizontal	15
Gambar 4. 1 Plot Data Jumlah Penumpang BRT Banjarbakula Periode April 2020 - Februari 2023.....	32
Gambar 4. 2 Plot ACF dan PACF untuk Identifikasi Model ARIMA	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Identifikasi Model ARIMA dari Plot ACF dan PACF	20
Tabel 3. 1 Tabel Definisi Operasional untuk Variabel Penelitian	26
Tabel 4. 1 Analisis Statistika Deskriptif Data Jumlah Penumpang BRT Banjarbakula Periode April 2020 – Februari 2023.....	31
Tabel 4. 2 Hasil Uji Serentak.....	34
Tabel 4. 3 Hasil Uji Parsial.....	34
Tabel 4. 4 Nilai R-Square Regresi dengan Variabel Dummy Pertama.....	35
Tabel 4. 5 Hasil Metode Stepwise	36
Tabel 4. 6 Hasil Uji Serentak.....	36
Tabel 4. 7 Hasil Uji Parsial.....	37
Tabel 4.8 Nilai R-Square Model Terbaik.....	38
Tabel 4.9 Hasil Uji Kolmogorov Smirnov	38
Tabel 4.10 Hasil Uji L-Jung Box.....	39
Tabel 4.11 Hasil Uji Augmented Dickey Fuller	39
Tabel 4.12 Hasil Uji Augmented Dickey Fuller Differencing Satu Kali.....	40
Tabel 4. 13 Model ARIMAX Tentatif	41
Tabel 4. 14 Hasil Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARIMAX	42
Tabel 4. 15 Hasil Uji Kolmogorov Smirnov Model ARIMAX.....	43
Tabel 4. 16 Hasil Uji L-Jung Box.....	43
Tabel 4. 17 Hasil Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARIMAX (0,1,1)	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Jumlah Penumpang BRT Banjarbakula	51
Lampiran 2. Residual Model pada Persamaan (4.1)	52
Lampiran 3. Nilai Residual Model pada Persamaan (4.1) Setelah Didifferencing Satu Kali	52
Lampiran 4. Data Variabel D3 dan D5 untuk Peramalan	53
Lampiran 5. Hasil Hitungan Manual Peramalan Jumlah Penumpang BRT Banjarbakula.....	54
Lampiran 6. Library untuk Analisis	54
Lampiran 7. Sintax Analisi ARIMAX.....	54
Lampiran 8. Hasil Analisis ARIMAX.....	57
Lampiran 9. Hasil Peramalan Jumlah Penumpang BRT Banjarbakula	60

ARTI LAMBANG

Y_i	:	Variabel terikat ke – i dengan $i = 1, 2, \dots, n$
β_0	:	Intersep
β_j	:	<i>Slope</i> ke – j, dengan $j = 1, 2, \dots, p$
x_{ji}	:	Variabel bebas ke-j pada pengamatan ke-I dengan $j = 1, 2, \dots, p$
a_i	:	Nilai sisaan regresi ke – i
β_j	:	Parameter variabel <i>dummy</i> ke – j, $j = 1, 2, \dots, p$
$D_{j,i}$:	Variabel <i>dummy</i> efek variasi kalender ke – j pada pengamatan ke – i dengan $j = 1, 2, \dots, p$
a_i	:	Nilai sisaan regresi ke – i
k	:	Jumlah variabel bebas
n	:	Banyaknya observasi
$\hat{\beta}_j$:	Nilai dugaan dari parameter β_j
$SE(\hat{\beta}_j)$:	Standar error dari nilai dugaan parameter β_j
ΔY_t	:	$Y_t - Y_{t-1}$
Y_{t-1}	:	Pengamatan pada periode ke-t
β_0	:	Konstanta pada ARIMA dan ARIMAX
δ	:	Koefisien Y_{t-1}
p	:	Panjang ordo AR
ε_t	:	Nilai sisaan ARIMA pada periode ke-t
Y_t	:	Pengamatan pada periode ke-t
d	:	Ordo <i>differencing</i>
B	:	Operator penggeser mundur (backshift)
ϕ_p	:	Parameter AR ordo ke-p
ε_t	:	Nilai sisaan ARIMA periode ke-t
θ_q	:	Parameter MA ordo ke-p
ε_t	:	Nilai sisaan ARIMA periode ke t
$\phi_p(B)$:	Operator autoregressive

$\theta_q (B)$: Operator moving average
$(1 - B)^d$: Orde pembeda non musiman
$X_{k,t}$: Variabel bebas ke – k pada saat t dengan $k = 1,2,\dots n$
Y_t	: Variabel terikat pada period eke t
$D_{1,t}, D_{2,t}, D_{k,t}$: Variabel <i>dummy</i> efek variasi kalender
$\beta_1, \beta_2, \beta_k$: Parameter variabel <i>dummy</i> efek variasi kalender
θ_q	: Parameter MA ordo ke-q
ϕ_p	: Parameter AR ordo ke-p
a_t	: Sisaan regresi yang dianalisis dengan metode ARIMA
$F(\beta_t)$: Distribusi frekuensi kumulatif sampel
$F_0(\beta_t)$: Distribusi frekuensi kumulatif teoritis
Sup	: Supremum (nilai maksimum dari selisih distribusi frekuensi kumulatif sampel dengan Distribusi frekuensi kumulatif teoritis)
KS	: Selisih distribusi frekuensi kumulatif sampel dengan Distribusi frekuensi kumulatif teoritis
Q_k	: Nilai Statistik uji
n	: Banyak data
k	: Lag ke-k
\hat{p}_k	: Koefisien autokorelasi sisaan pada lag ke-k
m	: Lag maksimum yang diuji
$\sum_{t=1}^T e_t^2$: Jumlah sisaan kuadrat
p	: Banyak parameter pada model