

SKRIPSI

**PERBANDINGAN *MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION*
(MLE) DAN *BAYESIAN INTEGRATED NESTED LAPLACE*
APPROXIMATION (INLA) PADA PERAMALAN *TIME SERIES***

(Studi Kasus : Data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta
periode Januari 2018-Desember 2021)



DEWI NUR SINTA LESTARI

NIM. 18106010009

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2022

**PERBANDINGAN *MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION*
(MLE) DAN *BAYESIAN INTEGRATED NESTED LAPLACE*
APPROXIMATION (INLA) PADA PERAMALAN *TIME SERIES***

(Studi Kasus : Data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta
periode Januari 2018-Desember 2021)

Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat

Sarjana Sains Ilmu Matematika



DEWI NUR SINTA LESTARI

NIM. 18106010009

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2022



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2854/Un.02/DST/PP.00.9/12/2022

Tugas Akhir dengan judul : PERBANDINGAN MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION (MLE) DAN BAYESIAN INTEGRATED NESTED LAPLACE APPROXIMATION (INLA) PADA PERAMALAN TIME SERIES

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : DEWI NUR SINTA LESTARI
Nomor Induk Mahasiswa : 18106010009
Telah diujikan pada : Selasa, 13 Desember 2022
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 63a24e0d2164



Penguji I

Mohammad Furhan Qudratullah, S.Si., M.Si
SIGNED

Valid ID: 63a2b66325833



Penguji II

Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 63a14b450746c



Yogyakarta, 13 Desember 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 63a3c9566db57

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dewi Nur Sinta Lestari
NIM : 18106010009
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 29 November 2022



Dewi Nur Sinta Lestari

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Dewi Nur Sinta Lestari
NIM : 18106010009
Judul Skripsi : Perbandingan Bayesian INLA dan *Maximum Likelihood Estimation*
(MLE) pada Peramalan *Time Series*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 29 November 2022

Pembimbing

Dr. Epha Diana Surandi, S.Si., M.Sc.

NIP: 19750912 200801 1 015

MOTTO

*"Jika A adalah kesuksesan hidup, maka $A = x + y + z$.
dimana, x adalah bekerja; y adalah bermain dan z adalah tutup mulutmu"*

*"Belajarlh dari kemarin, hiduplah untuk hari ini, berharaplah untuk besok.
Yang paling penting adalah tidak berhenti untuk bertanya"*

-Albert Einstein-

"Nothing is impossible. Anything can happen as long as we believe"

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN



Karya Sederhana Ini Penulis Persembahkan Untuk
Mama, Bapak, Adik, Dan Keluarga Besarku
Serta Almamater Tercinta UIN SUNAN
KALIJAGA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul Perbandingan *Bayesian* INLA dan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) pada Peramalan *Time Series* (Studi kasus : Data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta periode Januari 2018-Desember 2021) dapat terselesaikan guna memenuhi syarat memperoleh derajat kesarjanaan di Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, pembawa cahaya kesuksesan dalam menempuh hidup didunia dan diakhirat.

Penulis menyadari skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa motivasi, bantuan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak baik moril maupun materiil. Oleh karena itu dengan kerendahan hati izinkan penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Prof. Dr. Phil Al Makin, MA., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si, selaku Dekan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Muhammad Abrori, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberi bimbingan serta dukungan kepada penulis selama menjalani masa studi.
4. Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah sabar dalam membimbing dan mengarahkan dalam menyusun skripsi hingga dapat terselesaikan dengan baik.
5. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Bapak beserta Ibuku tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang dan merestui setiap langkah penulis.

7. Anjar dan Ambar yang selalu memberikan support, motivasi, fasilitas dalam proses penyelesaian skripsi.
8. Wulan, Fajar, Ilma, Elsa dan Lydia pihak yang selalu membantu dan memotivasi penulis dikala tidak memiliki motivasi untuk menulis. Serta Anik rekan seperbimbingan yang tidak pernah lelah menerima pesan teks yang selalu mengeluh tentang skripsi dan terimakasih atas kebersamaannya dan dedikasinya sehingga penulis dapat menyelesaikan sampai akhir.
9. Teman-teman Prodi Matematika angkatan 2018 yang selalu memberikan dukungan serta bantuan dalam proses penyelesaian skripsi.
10. Untuk diri saya sendiri yang berhasil melewati semua perjuangan disetiap proses penyelesaian skripsi.
11. Kepada seluruh keluarga dan teman yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, atas doa dan motivasinya.

Peneliti menyadari masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Namun demikian, peneliti tetap berharap semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat membantu terwujudnya bangsa yang cerdas.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 28 November 2022

Penulis

Dewi Nur Sinta Lestari

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Tinjauan Pustaka	6
1.7. Sistematika Penulisan.....	10
BAB II LANDASAN TEORI.....	12
2.1. Gambaran Umum tentang Bandara Soekarno Hatta	12
2.2. Statistika	15
2.3. Jenis-jenis Data Menurut Sumber	16
2.4. Jenis Data Menurut Waktu	16
2.5. Distribusi Peluang	17
2.6. Analisis <i>time series</i> Runtun Waktu	19
2.7. Model – Model Runtun Waktu.....	21
2.7.1 Model <i>Autoregressive</i> (AR).....	21
2.7.2 Model <i>Moving Average</i> (MA).....	22

2.7.3	Model <i>Autoregressive Moving Average</i> (ARMA)	22
2.7.4	Model <i>Autoregressive Intergrated Moving Average</i> (ARIMA)	23
2.8.	Stasioneritas	23
2.9.	<i>Autocorrelation function</i> (ACF)	24
2.10.	<i>Partial Autocorrelation function</i> (PACF)	25
2.11.	Estimasi Parameter	26
2.11.1	<i>Least Square Method</i>	26
2.11.2	Metode <i>Yule – Walker</i> (Momen)	28
2.11.3	Metode <i>Maximum Likelihood Estimation</i> (MLE)	30
2.11.4	Bayesian	32
2.12.	Kriteria Pemilihan Model Terbaik	34
2.12.1	Akaike’s <i>Information Criterion</i> (AIC)	34
2.12.2	Mean Square Error (MSE)	34
2.12.3	<i>Deviance Information Criterion</i> (DIC)	35
2.12.4	<i>Watanabe-Akaike Information Criterion</i> (WAIC)	35
2.13.	Peramalan (<i>forecasting</i>)	36
BAB III METODE PENELITIAN		37
3.1.	Pendekatan Penelitian	37
3.2.	Jenis Data	37
3.3.	Variabel data	37
3.4.	Analisis Data	37
3.5.	Diagram Alir Analisis Data	39
BAB IV <i>TIME SERIES</i> PENDEKATAN <i>MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION</i> DAN <i>BAYESIAN INLA</i>		40
4.1.	Metode <i>Time Series</i> Pendekatan <i>Maximum Likelihood</i>	40
4.1.1	Model	40
4.1.2	Penafsiran parameter	41
4.1.3	<i>Diagnosis Checking</i>	42
4.1.4	Pemilihan model	45
4.1.5	Prediksi/peramalan	46
4.2.	Metode <i>Bayesian</i> dengan <i>Integrated Nested Laplace Approximation</i> (INLA)	46
4.2.1	Model Gaussian Latent (LGM)	46
4.2.2	<i>Gaussian Markov Random Field</i> (GMRF)	48
4.2.3	Pendekatan <i>Laplace</i>	48

4.2.4	<i>Bayesian Inferensia</i> dengan INLA.....	50
4.2.5	Pemilihan Model.....	56
4.2.6	Prediksi pada INLA.....	58
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		59
5.1.	Identifikasi Model	59
5.2.	Pembentukan Model.....	61
5.3.	Penafsiran Parameter	62
5.4.	<i>Diagnosis Checking</i>	64
5.5.	Pemilihan Model	65
5.5.1.	<i>Time series</i> Pendekatan MLE.....	65
5.5.2.	<i>Time series</i> Pendekatan INLA	66
5.6.	Peramalan	68
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		71
6.1.	Kesimpulan.....	71
6.2.	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN.....		75
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bandara Soekarno-Hatta	12
Gambar 2. Pola Horizontal.....	20
Gambar 3. Pola Siklis.....	20
Gambar 4. Pola Musiman.....	20
Gambar 5. Pola Trend	21
Gambar 6. Flowcharts Analisis Data Pendekatan MLE.....	39
Gambar 7. Flowchat Analisis Data Pendekatan Bayesian INLA.....	39
Gambar 8. Plot Transformasi dan Plot <i>differencing</i>	60
Gambar 9. Plot ACF.....	61
Gambar 10. Plot PACF	61
Gambar 11. Plot ACF AR(1)	67
Gambar 12. <i>Probability Integral Transform (PIT)</i>	68
Gambar 13. Plot Data Aktual dan Prediksi/ <i>Forecasting</i> Banyaknya Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta dengan Pendekatan MLE.....	70
Gambar 14. Plot Data Aktual dan Prediksi/ <i>Forecasting</i> Banyaknya Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta dengan Pendekatan INLA.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Tinjauan Pustaka.....	7
Tabel 2. Tabel Distribusi Peluang Diskrit.....	18
Tabel 3. Tabel Distribusi Peluang Kontinu.....	19
Tabel 4. Sifat teoritis ACF dan PACF dari model-model stasioner.....	25
Tabel 5. Hasil Uji <i>Augmented Dickey Fuller Test</i>	59
Tabel 6. Hasil Uji <i>Equidispersi</i>	60
Tabel 7. Perbandingan Kandidat dan Uji Signifikansi Parameter Model Pendekatan MLE.....	62
Tabel 8. Perbandingan Kandidat Model Pendekatan INLA.....	63
Tabel 9. Uji <i>Ljung-Box</i> dan Uji <i>Lillie-Test</i> Model Pendekatan MLE	64
Tabel 10. Pemilihan Model Terbaik menggunakan AIC	65
Tabel 11. Penaksiran Parameter Model ARMA (2,2) Pendekatan MLE.....	66
Tabel 12. Penaksiran Parameter Model AR(1) Pendekatan INLA	67
Tabel 13. Hasil Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta dengan pendekatan INLA.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta.....	75
Lampiran 2. Plot <i>Time Series</i> Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta.....	76
Lampiran 3. Plot <i>Differencing</i> Data yang sudah Stasioner.....	76
Lampiran 4. Plot Estimasi Posterior Marginal <i>Intercept</i>	77
Lampiran 5. Plot Estimasi Posterior Marginal Size/Parameter Dispersi (ϕ), Presisi (τ), PACF1 (ψ_1)	77
Lampiran 6. Plot <i>Linear Prector</i> Model AR(1) dengan <i>PC Prior</i>	78
Lampiran 7. Hasil Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta dengan Pendekatan MLE.....	78
Lampiran 8. Syntax R	79



INTISARI

PERBANDINGAN *MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION* (MLE) DAN *BAYESIAN INTEGRATED NESTED LAPLACE APPROXIMATION* (INLA) PADA PERAMALAN *TIME SERIES*

(Studi Kasus : Data Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta periode Januari 2018-Desember 2021)

Oleh :

DEWI NUR SINTA LESTARI

NIM. 18106010009

Peramalan merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah penumpang pesawat diwaktu yang akan datang. Metode *time series* dengan pendekatan MLE dan pendekatan *Bayesian* INLA menawarkan solusi alternatif untuk memodelkan data tersebut. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan antara pendekatan MLE dan pendekatan *Bayesian* INLA pada peramalan *time series* dengan mengaplikasikan pada data jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta. Data yang digunakan berupa data bulanan dari bulan Januari 2018 sampai dengan bulan Desember 2021. Kriteria model terbaik pada metode *time series* dengan pendekatan MLE menggunakan *Akaike's Information Criterion* (AIC), sedangkan pada metode pendekatan *Bayesian* INLA digunakan *Deviance Information Criterion* (DIC) dan *Wanatabe-Akaike Information* (WAIC). Model terbaik untuk data jumlah penumpang pesawat di Bandara Soekarno-Hatta dengan pendekatan MLE adalah model ARMA(2,2), sedangkan pada pendekatan *Integrated Nestle Laplace Approximation* (INLA) model terbaiknya adalah model AR(1) dengan *penalized complexity* (PC) *prior*. Berdasarkan nilai MAPE dari hasil prediksi kedua metode, metode *time series* pendekatan INLA memiliki nilai MAPE yang lebih kecil dibandingkan metode *time series* dengan pendekatan MLE untuk kasus data jumlah penumpang pesawat di Bandara Soekarno-Hatta. Nilai MAPE pendekatan INLA kurang dari 10 persen, atau dengan kata lain memberikan hasil peramalan yang sangat akurat.

Kata kunci : Peramalan, MLE, *Bayesian* INLA, Bandara Soekarno-Hatta, *time series*

ABSTRACT

COMPARISON MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION (MLE) DAN BAYESIAN INTEGRATED NESTED LAPLACE APPROXIMATION (INLA) OF FORECASTING TIME SERIES

(Case Study : Data on the number of airplane passengers at Soekarno-Hatta airport for the period January 2018-December 2021)

By:

DEWI NUR SINTA LESTARI

NIM.18106010009

Forecasting is one method for estimating future aircraft passenger. The *time series* method, combined with the MLE approach and the *Bayesian* INLA approach, provides an alternative solution for data modeling. The purpose of this rese is to compare the MLE approach and the Bayesian INLA approach to time series forecasting using data from Soekarno-Hatta Airport. The data used ranges from January 2018 to December 2021. The best model criteria in the time series method using the MLE approach are *Akaike's Information Criterion* (AIC), whereas the *Bayesian* INLA approach uses *Deviance Information Criterion* (DIC) and *Wanatabe-Akaike Information Criterion* (WAIC). The ARMA(2,2) model is the best model for data on the number of airplane passengers at Soekarno-Hatta Airport using the MLE approach, while the AR(1) model with *penalized complexity* (PC) prior is the best model for data on the number of airplane passengers at Soekarno-Hatta Airport using the INLA approach. For the case of data on the number of aircraft passengers at Soekarno-Hatta Airport, the time series method with the INLA approach has a lower MAPE value than the *time series* method with the MLE approach based on the MAPE value from the prediction results of the two methods. The MAPE value of the INLA approach is less than 10 percent, indicating that it produces very accurate forecasting results.

Keywords: *Forecasting*, MLE, *Bayesian* INLA, Soekarno-Hatta Airport, *time seris*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Metode *time series* merupakan metode peramalan dengan menggunakan analisa plot hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Menurut Lutkepol dalam (Prawestri et al., 2019), runtun waktu (*time series*) merupakan data pengukuran yang diambil secara kronologis dalam kurun waktu tertentu. Salah satu model runtun waktu yang sering digunakan adalah ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Model ARIMA ini terdiri dari tiga proses yaitu *Autoregressive*, *Moving Average*, dan *Integrated* dengan masing – masing memiliki order (p , d , q). Pada prakteknya, perhitungan ARMA (*Autoregressive Moving Average*) sering kali diperlakukan sebagai model ARIMA dengan tidak memerlukan proses pembedaan (*differencing*) karena data sudah stasioner, sehingga model ARMA sering dituliskan sebagai ARMA (p , q) atau ARIMA (p , 0 , q). Model runtun waktu ARIMA adalah alat bantu dalam melakukan peramalan (*forecasting*) yang menggunakan teknik korelasi pada suatu deret waktu. Dasar pemikiran dari model ARIMA ini adalah pengamatan waktu sekarang tergantung pada satu atau beberapa pengamatan sebelumnya.

Peramalan (*forecasting*) merupakan suatu teknik untuk memprediksi suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lampau maupun data saat ini. Menurut Soejoeti dalam (Maharsi et al., 2017) peramalan (*forecasting*) merupakan salah satu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan, karena efektif atau tidak efektif suatu keputusan umumnya tergantung pada beberapa faktor yang tidak dapat dilihat pada waktu keputusan itu diambil. Perhitungan ramalan model runtun waktu akan menghitung ramalan harapan bersyarat langsung dari persamaan

differensi proses tersebut. Pada peramalan tersebut menggunakan beberapa estimasi parameter untuk sebagai pendugaan parameter.

Estimasi merupakan pendugaan, penaksiran atau usaha menemukan setepat-tepatnya nilai dari parameter suatu populasi (Salam et al., 2006). Estimasi merupakan suatu tahapan yang penting dalam menentukan model yang tepat dari sekumpulan data. Estimasi parameter yang dapat digunakan ada beberapa metode yaitu metode *Maksimum Likelihood* dan metode *Bayesian* (Aulia et al., 2011). Metode *Maksimum Likelihood* adalah metode yang sangat populer atau yang paling sering digunakan untuk melakukan penelitian. Hal ini dikarenakan metode ini sangat berhubungan dengan kemampuan numerik, terutama dalam menghasilkan titik penyelesaian suatu persamaan. Metode *Maksimum Likelihood Estimation* merupakan suatu metode yang memaksimalkan fungsi likelihood untuk memperoleh penaksiran parameter dengan kemungkinan maksimum. Metode *Bayesian* merupakan metode lain yang telah mendapatkan tempat para peneliti untuk mengestimasi parameter suatu distribusi. Metode ini sangat baik digunakan terutama bagi fungsi distribusi yang sangat sulit, atau dengan kata lain parameter yang dimiliki oleh fungsi distribusi lebih dari dua parameter (Yendra & Noviadi, 2015).

Bandara Soekarno-Hatta merupakan salah satu bandara internasional dengan aktivitas penerbangan tersibuk di dunia. Namun pandemi Covid-19 yang terjadi sepanjang tahun 2020 memberikan dampak negatif pada aktifitas penerbangan di Bandara Soekarno-Hatta, dimana arus penumpang mengalami penurunan yang cukup drastis dari tahun 2019 ke tahun 2020. Menurut BPS (Rianda, 2021), jumlah penumpang pesawat melalui Bandara Soekarno-Hatta tahun 2020 mengalami penurunan sebesar 55,27 persen untuk perjalanan domestik, jumlah penumpang domestik melalui Bandara Soekarno-Hatta pada bulan Januari hingga bulan Desember 2020 mencapai 8,6 juta orang atau 26,00 persen dari jumlah seluruh penumpang pesawat domestik. Sedangkan, jumlah penumpang pesawat di Bandara Soekarno-Hatta ke luar negeri mencapai 1,5 juta orang atau 41,50 persen dari jumlah seluruh penumpang pesawat ke luar negeri.

Penurunan jumlah penumpang pesawat melalui Bandara Soekarno-Hatta benar-benar terasa pada bulan April 2020 sejak ditetapkannya Peraturan Pemerintah Nomor 21 tahun 2020 tentang Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) dan Keputusan Presiden Nomor 12 tahun 2020 tentang pandemi Covid-19 sebagai bencana nasional (Rianda, 2021). PT. Angkasa Pura II menjelaskan bahwa kenaikan jumlah penumpang pesawat dipengaruhi oleh naiknya kepercayaan masyarakat terhadap protokol kesehatan di bandara-bandara perseroan dan adanya stimulus biaya *passenger service charge* (PSC) dari pemerintah sebagai upaya pemulihan ekonomi nasional yang meringankan biaya perjalanan masyarakat (Anwar, 2020). Jumlah penumpang pesawat melalui Bandara Soekarno-Hatta pada Agustus 2021 untuk keberangkatan domestik sebanyak 1,1 juta orang atau naik 7,26 persen dibandingkan Juli 2021. Jumlah penumpang pesawat dengan tujuan luar negeri (internasional) naik 3,00 persen menjadi 44,6 ribu orang. Selama Januari – Agustus 2021, jumlah penumpang domestik sebanyak 17,7 juta orang atau turun 18,26 persen, dan jumlah penumpang internasional sebanyak 356,6 ribu orang atau turun 89,75 persen dibanding periode yang sama tahun 2020 (BPS, 2021).

Adapun beberapa penelitian yang telah ada sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu, penelitian yang dilakukan oleh (Prawestri et al., 2019), yang membahas tentang Permodelan data penjualan mobil menggunakan Model Autoregressive Moving Average berdasarkan metode Bayesian, menunjukkan bahwa hasil perhitungan menggunakan metode Bayesian mendekati metode Least Square. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Hidayah et al., 2011), yang mempelajari tentang pola hubungan antara struktur model hujan terhadap pola kejadian hujan dan tinggi hujan. Estimasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Bayesian. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa model AR 1 Musiman dengan dummy merupakan metode yang tepat untuk memodelkan disagregasi hujan. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh (Maharsi et al., 2017), yang membahas tentang peramalan jumlah kecelakaan dikota Semarang tahun 2017 menggunakan metode runtun waktu. Model yang digunakan adalah ARMA

(1,1). Hasil penelitian ini menunjukkan peramalan jumlah kecelakaan tertinggi terjadi pada bulan Januari sebanyak 97 kecelakaan dan terendah di Desember berjumlah 93 kecelakaan. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Waldanira et al., 2020), yang membahas tentang prediksi jumlah keberangkatan penumpang pesawat terbang menggunakan model variansi kalender dan deteksi outlier (Studi kasus di Bandara Soekarno-Hatta). Berdasarkan analisis dari hasil diperoleh model variansi kalender ARIMA(1,0,[12]), dengan variabel waktu t , 2 variabel dummy, dan penambahan satu outlier. Model ini memiliki nilai MAPE sebesar 0,07079609 yang berarti model ini sangat baik untuk peramalan. Hasil peramalan menunjukkan peningkatan jumlah penumpang selama dua bulan menjelang Idul Fitri . Serta penelitian yang dilakukan oleh (Yendra & Noviadi, 2015), tentang perbandingan estimasi parameter pada distribusi eksponensial dengan menggunakan metode *Maksimum Likelihood* dan metode *Bayesian* . Hasil penelitian ini menunjukkan nilai estimasi parameter dari metode *Maksimum Likelihood* sebesar 0,00207619 dan metode Bayesian sebesar 0,00220057 pada 20 data gempa bumi. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa metode *Maksimum Likelihood* lebih baik digunakan untuk mengestimasi parameter dari metode *Bayesian*.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik mengambil judul penelitian “**Perbandingan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan *Bayesian Integrated Nested Laplace Approximation* (INLA) pada Peramalan *Time Series* (Studi kasus : Data Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno Hatta periode Januari 2018 – Desember 2021)**”.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan latar belakang diatas, maka penulis bermaksud untuk membahas materi yang terangkum dalam rumusan pembahasan sebagai berikut :

1. Bagaimana model *time series* yang terbentuk dari jumlah penumpang pesawat di Bandara Soekarno-Hatta menggunakan pendekatan Estimasi *Maksimum Likelihood* (MLE)?

2. Bagaimana model *time series* yang terbentuk dari jumlah penumpang pesawat di Bandara Soekarno-Hatta menggunakan pendekatan *Integrated Nested Laplace Approximation* (INLA)?
3. Bagaimana perbandingan model terbaik pada kedua metode pendekatan?
4. Bagaimana peramalan (*forecasting*) pada jumlah penumpang pesawat di bandara Soekarno Hatta ?

1.3. Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi agar tidak melebar pada masalah yang akan terjadi, maka penelitian memberikan batasan masalah agar dapat mempermudah dalam penelitian. Penelitian ini dibatasi dengan :

1. Mencari nilai *forecasting* menggunakan pendekatan Estimasi Maksimum *Likelihood* (MLE) dan pendekatan *Integrated Nested Laplace Approximation* (INLA).
2. Obyek yang digunakan adalah Jumlah Penumpang Bandara Soekarno Hatta pada periode Januari 2018 – Desember 2021.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui model *time series* menggunakan pendekatan Estimasi Maksimum *Likelihood* (MLE).
2. Mengetahui model *time series* menggunakan pendekatan *Integrated Nested Laplace Approximation* (INLA).
3. Membandingkan kedua metode pendekatan MLE dan pendekatan Bayesian INLA.
4. Mendapatkan peramalan (*forecasting*) pada total jumlah penumpang pesawat di bandara Soekarno Hatta.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk :

1. Aspek Teoritis, sebagai referensi untuk menambah ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan Peramalan (*forecasting*) model *time series*

menggunakan menggunakan pendekatan Estimasi Maksimum *Likelihood* (MLE) dan pendekatan *Integrated Nested Laplace Approximation* (INLA).

2. Aspek Praktis, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan masukan dalam peramalan (*forecasting*) dalam jumlah penumpang pesawat di Bandara Soekarno-Hatta.

1.6. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini digunakan metode studi literature yaitu studi yang dilakukan dengan mempelajari beberapa buku, jurnal, karya ilmiah dan hasil dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini. beberapa penelitian yang digunakan sebagai rujukan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Jurnal Vincentia Prawestri, dkk (2019), yang berjudul “ Permodelan Data Penjualan Mobil Menggunakan Model *Autoregressive Moving Average* Berdasarkan Metode Bayesian”. Dari jurnal tersebut, data yang digunakan dalam penelitian adalah studi pada data penjualan mobil bulan Januari 2013 – bulan Mei 2018.
2. Skripsi Hikmat Pris Hadi (2016), yang berjudul “Analisis Data *Time Series* Dengan Model ARIMA Box-Jenkins Pada Parameter Model Peramalan”. Dari penelitian tersebut, data yang diambil adalah indeks harga saham PT. Lippo Karawaci Tbk.
3. Jurnal Alvi Waldanira, dkk (2020), yang berjudul “ Prediksi Jumlah Keberangkatan Penumpang Pesawat Terbang Menggunakan Model Variansi Kalender dan Deteksi Outlier”. Dari jurnal tersebut, data yang digunakan adalah studi pada data penumpang domestik di Bandara Soekarno-Hatta periode bulanan pada tahun 2011-2017.
4. Jurnal Lantazar Rezqitullah Maharsi, dkk (2017), yang berjudul “ Peramalan Jumlah Kecelakaan di Kota Semarang Tahun 2017 Menggunakan Metode Runtun Waktu”. Dari jurnal tersebut, data yang digunakan adalah data jumlah kecelakaan lalu lintas di Kota Semarang periode Januari 2012 – Desember 2016.
5. Skripsi Rendi Rinaldy (2016), yang berjudul “ Analisis Peramalan Data Runtun Waktu Menggunakan *Vector Autoregressive Integrated Moving*

Average (VARIMA) “. Dari penelitian tersebut, data yang diambil adalah tingkat inflasi Indonesia dan *BI Rate*.

6. Jurnal Rado Yendra dan Elsa Tria Noviadi (2015), yang berjudul “Perbandingan Estimasi Parameter pada Distribusi Eksponensial dengan Menggunakan Metode Maksimum Likelihood dan Metode Bayesian”. Dari penelitian tersebut, data yang diambil adalah Gempa Bumi di seluruh Dunia.
7. Tesis Merta Endah Ervina (2019), yang berjudul “*Bayesian dan Non-Bayesian Time Series Data Count*”. Dari penelitian tersebut, data yang digunakan adalah Banyaknya pencari kerja di Provinsi Kalimantan Tengah.
8. Jurnal Suyitno (2011), yang berjudul “ Pengestimasi Parameter Model ARMA Dengan Metode *Uncodinal Maximum Likelihood Estimation* “. Dari penelitian tersebut, data yang digunakan adalah data simulasi.
9. Skripsi Dewi Nur Sinta Lestari (2022), yang berjudul “Perbandingan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) Dan *Bayesian Integrated Nested Laplace Approximation* (INLA) Pada Peramalan *Time Series*”. Dari penelitian tersebut, data yang digunakan adalah Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta Periode Januari 2018 sampai dengan Desember 2021.

Tabel 1. Tabel Tinjauan Pustaka

No	Nama	Studi Kasus	Metode	Hasil
1	Vincentia Prawestri, dkk.	Data Penjualan Mobil Bulan Januari 2013-Mei 2018.	Metode Bayesian	Hasil analisis menunjukkan bahwa hasil perhitungan menggunakan metode Bayesian mendekati hasil perhitungan menggunakan metode Least Square.
2	Hikmat Pris Hadi.	Indeks Harga	Model ARIMA	Hasil dari peramalan ini adalah terpilihnya model

No	Nama	Studi Kasus	Metode	Hasil
		Saham PT. Lippo Karawaci Tbk.		ARIMA (1,1,1) sebagai model yang tepat untuk meramalkan harga saham di PT Lippo Karawaci Tbk tahun 2016.
3.	Alvi Waldanira, dkk.	Data Penumpang Domestik Di Bandara Soekarno-Hatta Periode Bulanan Pada Tahun 2011-2017.	Model Variansi Kalender Dan Deteksi Outlier	Berdasarkan analisis dari hasil diperoleh model variansi kalender ARIMA(1,0,[12]), dengan variabel waktu t, 2 variabel dummy, dan penambahan satu outlier. Model ini memiliki nilai MAPE sebesar 0,07079609 yang berarti model ini sangat baik untuk peramalan. Hasil peramalan menunjukkan peningkatan jumlah penumpang selama dua bulan menjelang Idul Fitri.
4.	Lantazar Rezqitullah Maharsi, dkk.	Data Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Di Kota Semarang Periode Januari 2012-	ARMA (1,1)	Hasil penelitian ini menunjukkan peramalan jumlah kecelakaan tertinggi terjadi pada bulan Januari sebanyak 97 kecelakaan dan terendah di Desember berjumlah 93 kecelakaan.

No	Nama	Studi Kasus	Metode	Hasil
		Desember 2016.		
5.	Rendi Rinaldy.	Tingkat Inflasi Indonesia Dan BI Rate.	<i>Autoregressive Integrated Moving Average (VARIMA)</i>	Hasil memperlihatkan bahwa model VARIMA(1,1,2) adalah model terbaik yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan 9,94% tingkat inflasi maka BI Rate mengalami kenaikan 0,145%.
6.	Rado Yendra dan Elsa Tria Noviandi.	Data Gempa Bumi di seluruh Dunia.	Metode <i>Maksimum Likelihood</i> Dan Metode <i>Maksimum Likelihood Bayesian</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan nilai estimasi parameter dari metode <i>Maksimum Likelihood</i> sebesar 0,00207619 dan metode Bayesian sebesar 0,00220057 pada 20 data gempa bumi.
7.	Merta Endah Ervina.	Banyaknya Pencari Kerja Di Provinsi Kalimantan Tengah.	Metode <i>Bayesian</i> Dan <i>Non-Bayesian</i>	Model terbaik untuk data banyaknya pencari kerja terdaftar di Kalimantan Tengah dengan pendekatan Bayesian INLA, karena memiliki nilai MAPE di bawah 10% berarti model sangat akurat untuk

No	Nama	Studi Kasus	Metode	Hasil
				peramalan.
8.	Suyitno.	Data Simulasi.	Metode <i>Uncodinal Maximum Likelihood Estimation</i> .	Berdasarkan hasil dari pengestimasiian parameter AR (p) pada analisis deret waktu univariat, jika orde proses AR diketahui maka pengestimasiian dapat dilakukan dengan menggunakan tiga metode yaitu metode <i>momen</i> , <i>ordinary least square</i> dan metode <i>maximum likelihood</i> (ML).
9.	Dewi Nur Sinta Lestari.	Data Jumlah Penumpang Pesawat Di Bandara Soekarno-hatta Periode Januari 2018 – Desember 2021.	<i>Bayesian</i> INLA Dan <i>Maximum Likelihood Estimation</i> (MLE)	Model terbaik untuk data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta adalah AR(1) dengan pendekatan <i>Bayesian</i> INLA, karena memiliki nilai MAPE dibawah 10% yang berarti model sangat akurat untuk peramalan.

1.7. Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini terdapat beberapa hal seperti latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka dan sistematika penulisan

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi tentang gambaran umum Bandara Soekarno Hatta, statistika, jenis-jenis data, distribusi peluang, analisis time series runtun waktu, model-model runtun waktu, stasioneritas, *Autocorrelation Function* (ACF), *Partial Autocorrelation Function* (PACF), *diagnosis checking*, estimasi parameter, kriteria pemilihan model terbaik, peramalan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang, pendekatan penelitian, jenis data, variabel data, analisis data, diagram alir analisis data.

BAB IV TIME SERIES PENDEKATAN MLE DAN PENDEKATAN BAYESIAN INLA

Pada bab ini berisi tentang analisis time series pendekatan MLE dan Pendekatan Bayesian

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan mengenai penggunaan metode terbaik untuk peramalan

BAB VI KESIMPULAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan juga saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan yang telah dibahas sebelumnya, ada beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian berikut ini:

1. Model *time series* pendekatan MLE yang bisa digunakan dalam prediksi/peramalan dalam jumlah penumpang pesawat di Bandara Soekarno-Hatta adalah ARMA (2,2) yang memiliki persamaan sebagai berikut:

$$\Delta \hat{Z}_t = -1.0552Z_{t-1} + -0.9424Z_{t-2} + \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1} - 1.1980\varepsilon_{t-1} - 1.000\varepsilon_{t-2}$$

2. Model *time series* pendekatan *Integrated Nested Laplace Approximation* (INLA) yang bisa digunakan dalam prediksi/peramalan dalam jumlah penumpang pesawat di Bandara Soekarno-Hatta adalah AR (1) yang memiliki persamaan sebagai berikut:

$$\Delta \hat{Z}_t = 14.07 + 1.16Z_{t-1} + \varepsilon_t$$

3. Berdasarkan hasil perhitungan prediksi data *out-sample* dari kedua model *time series* . Model *time series* dengan pendekatan INLA yang memiliki nilai peramalan yang akurat, karena memiliki nilai MAPE dibawah 10 persen. Maka peramalan dilakukan dengan pendekatan *Bayesian* INLA.
4. Prediksi/peramalan jumlah penumpang pesawat di Bandara Soekarno – Hatta dengan pendekatan *Integrated Nested Laplace Approximation* (INLA) pada periode 2022 mengalami kenaikan. Menurut hasil model AR(1), jumlah penumpang tertinggi sebesar 2,165,561 orang dan terendah sebesar 1,462,419 orang dengan jumlah total 22,857,588 orang.

6.2.Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Model yang telah didapatkan bisa menjadi acuan bagi pihak Bandara Soekarno-Hatta dalam penjualan ticket pesawat.
2. *Prior* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *penalized complexity (PC) prior*. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan *prior* lain sebagai perbandingan, dan juga dapat menggunakan pendekatan lainnya sebagai bahan pertimbangan.
3. Model dapat diaplikasikan dengan data lain, misalnya : data kesehatan, data close saham,dll



DAFTAR PUSTAKA

- Anugraheni, A., Sudarno, & Wuryandari, T. (2013). Kajian Availabilitas Pada Sistem Komponen seri. *Jurnal Gaussian*, 2, 187–196.
- Anwar, M. C. (2020). *Tanda ekonomi membaik, penerbangan di oetta pecah rekor*. Www.Cnbcindonesia.Com.
<https://www.cnbcindonesia.com/news/20201102175004-4-198735/tanda-ekonomi-membaik-penerbangan-di-soetta-pecah-rekor>
- Aulia, R., Fajriah, H. N., & Salam, N. (2011). Estimasi parameter pada distribusi eksponensial. *Jurnal Matematika Murni Dan Terapan*, 5(2), 40–52.
- Blangiardo, M., & Cameletti, M. (2015). *Spatial and Spatio-Temporal Bayesian models with R-INLA*. John Wiley and Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9781118950203>
- BPS. (2021). *Perkembangan pariwisata dan transportasi nasional bulan agustus 2021*. Www.Bps.Go.Id.
<https://www.bps.go.id/2021/10/01/1804/perkembangan-pariwisata-dan-transportasi-nasional-bulan-agustus-2021.html>
- Deviana, S., Nusyirwan, Azis, D., & Ferdias, P. (2021). Analisis model Autoregressive Integrated Moving Average data deret waktu dengan Metode Momen sebagai estimasi parameter. *Jurnal Siger Matematika*, 02(02), 57–67.
- Gelman, A., Hwang, J., & Vehtari, A. (2014). *Understanding predictive information criteria for Bayesian models*. 997–1016.
<https://doi.org/10.1007/s11222-013-9416-2>
- Hasan, M. I. (2002). *Pokok-Pokok Moteri Statistika 1 (Statistika Deskriptif)* (2nd ed.). PT. Bumi Aksara.
- Hidayah, E., Iriawan, N., & Anwar, N. (2011). Generating hourlyrainfall model using Bayesian Time Series Model (a case study at sentral station, Bondowoso). *Jurnal Teknologi Dan Sains*, 22(1), 50–56.
- Maharsi, I. R., Mukid, M. A., & Wilandari, Y. (2017). Peramalan jumlah kecelakaan di Kota Semarang tahun 2017 menggunakan metode runtun waktu. *Jurnal Gaussian*, 6(3), 355–364.
- Martino, S., & Rue, H. (2015). *Case studies in Bayesian computation using INLA. Mcmc*.
- Pointsgeek. (n.d.). *Sejarah berdirinya bandara Soekarno-Hatta*. Pointsgeek. Retrieved April 9, 2021, from <https://pointsgeek.id/sejarah-berdirinya-bandara-soekarno-hatta/>
- Prawestri, V., Setiawan, A., & Lilik Linawati. (2019). Pemodelan data penjualan mobil menggunakan model autoregressive moving average berdasarkan metode bayesian. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 2(1), 26–35.
<https://doi.org/10.24246/juses.v2i1p26-35>
- Rianda, F. (2021). Pemodelan intervensi untuk menganalisis dan meramalkan jumlah penumpang pesawat di Bandara Soekarno-Hatta akibat pandemi. *Seminar Nasional Official Statistika*.

- Rosadi, D. (2021). *Analisis runtun waktu dan aplikasinya dengan R*. Gajah Mada University Press Anggota IKAPI dan APPTI.
- Rue, Havard, & Held, L. (2005). *Gaussian Markov Random Fields Theory and Applications*.
- Rue, Håvard, & Martino, S. (2009). *Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations*. 319–392.
- Salam, N., Hidayah, R. E., & Susanti, D. S. (2006). Estimasi parameter untuk distribusi half logistik. *Jurnal Fasilkom*, 7(1), 45–52.
- Sartika, E., & Murniati, S. (2021). Peramalan distribusi kedatangan mancanegara melalui pintu masuk Bandara Soekarno Hatta menggunakan arima. *Jurnal Sainika*, 4(1), 52–70.
- Simpson, D., Rue, H., Riebler, A., Martins, T. G., & Sørbye, S. H. (2017). *Penalising Model Component Complexity: A Principled , Practical Approach to Constructing Priors I*. 32(1), 1–28. <https://doi.org/10.1214/16-STS576>
- Sugiyarto, H. (2021). *Pengantar Statistika Matematika I* (1st ed.). Magnum Pustaka Utama.
- Supandi, E. D. (2018). *Metode Statistika*. UIN SUKA UNIVERSITY PRESS.
- Supangat, A. (2007). *Statistika dalam Kajian Deskriptif, Inferensia, dan Nonparametrik* (1st ed.). Kencana Predana Media Grup.
- Suyitno. (2011). Pengestimasiian Parameter Model Autoregresif Moving Average (ARMA) dengan Metode Unconditional Maximum Likelihood Estimation The Estimation of Parameter Autoregressive Moving Average - Model With Unconditional Maximum Likelihood Estimation Suyitno. *EKSPONENSIAL*, 2, 23–28.
- UNKRIS. (n.d.). *Bandar Udara International Soekarno-Hatta*. Retrieved April 9, 2022, from http://p2k.unkris.ac.id/id3/1-3065-2962/Bandara-Udara-Internasional-Soekarno-Hatta_31615_unkris_p2k-unkris.html
- Waldanira, A., Hoyyi, A., & Ispriyanti, D. (2020). Prediksi jumlah keberangkatan penumpang pesawat terbang menggunakan model variansi kalender dan deteksi outlier (Studi kasus di Bandara Soekarno-Hatta). *Jurnal Gaussian*, 9(3), 336–345.
- Yendra, R., & Noviadi, E. T. (2015). Perbandingan estimasi parameter pada distribusi eksponensial dengan menggunakan metode maksimum likelihood dan metode bayesian. *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, 1(2), 62. <https://doi.org/10.24014/jsms.v1i2.1960>