

**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT DI BANDARA UTAMA
JUANDA DENGAN METODE *FUZZY TIME SERIES* RUEY CHYN TSAUR**

(Skripsi)

Oleh

CAHYA KURNIA



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRACT

FORECASTING THE NUMBER OF AIR PASSENGER AT JUANDA MAIN AIRPORT USING *RUEY CHYN TSAUR'S FUZZY TIME SERIES METHOD*

By

CAHYA KURNIA

Transportation has an important role, in fact it is the main need of the community, especially air transportation. Therefore, the Minister of Transportation continues to work on developing and improving various infrastructures to increase the needs of the community. The event of an increase in the number of airplane passengers in the coming period can be analyzed using statistics, namely by forecasting. The method in this study is Ruey Chyn Tsaur logic, which is a method of combining fuzzy time series and markov chains to minimize large errors.

The purpose of this research is to find out the results of the accuracy of the number of airplane passengers at Juanda Main Airport using the Ruey Chyn Tsaur method. And find out the results of forecasting the number of airplane passengers at Juanda Main Airport in July 2022 to December 2022. With forecasting calculations as follows

$$F(t) = m_1 P_{i1} + m_2 P_{i2} + \dots + m_{(i-1)} P_{(i(i-1))} + Y_{((t-1))} P_i + m_{(i+1)} P_{(i(i+1))} + \dots + m_n P_{ij}$$

Key Words: Forecasting, fuzzy time series, ruey chyn tsaur

ABSTRACT

PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT DI BANDARA UTAMA JUANDA DENGAN METODE *FUZZY TIME SERIES* RUEY CHYN TSAUR

Oleh

CAHYA KURNIA

Transportasi mempunyai peran penting, bahkan menjadi kebutuhan utama masyarakat, terutama transportasi udara. Oleh sebab itu, menteri perhubungan terus berupaya mengembangkan serta meningkatkan berbagai infrastruktur-infrastruktur untuk meningkatkan kebutuhan masyarakat. Peristiwa meningkatnya jumlah penumpang pesawat pada periode mendatang dapat dianalisis dengan ilmu statistika, yaitu dengan melakukan peramalan. Metode pada penelitian ini adalah logika Ruey Chyn Tsaur yaitu metode penggabungan *fuzzy time series* dan *markov chain* untuk meminimalkan kesalahan yang besar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil akurasi jumlah penumpang pesawat di Bandara Utama Juanda dengan menggunakan metode Ruey Chyn Tsaur. Dan mengetahui hasil peramalan jumlah penumpang pesawat di Bandara Utama Juanda pada bulan Juli 2022 sampai dengan Desember 2022. Dengan perhitungan peramalan sebagai berikut

$$F(t) = m_1P_{i1} + m_2P_{i2} + \dots + m_{i-1}P_{i(i-1)} + Y_{(t-1)}P_i + m_{i+1}P_{i(i+1)} + \dots + m_nP_{ij}$$

Key Words: Peramalan, fuzzy time series, ruey chyn tsaur

**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT DI BANDARA UTAMA
JUANDA DENGAN METODE *FUZZY TIME SERIES* RUEY CHYN TSAUR**

oleh

Cahaya Kurnia

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG
PESAWAT DI BANDARA UTAMA JUANDA
DENGAN METODE *FUZZY TIME SERIES*
RUEY CHYN TSAUR

Nama Mahasiswa : Cahya Kurnia

Nomor Pokok Mahasiswa : 1617031005

Program Studi : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Drs. Nusyirwan, M.Si.
NIP 19661010 199203 1 028

Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D.
NIP 19620704 198803 1 002

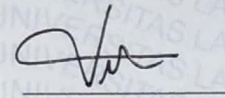
2. Ketua Jurusan Matematika

Dr. Aang Nuryaman, S.St., M.Si.
NIP 19740316 200501 1 001

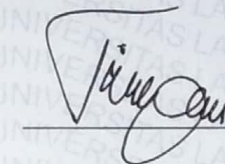
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

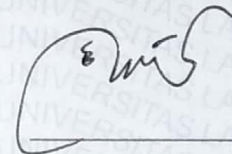
Ketua : Drs. Nusyirwan, M.Si.



Sekretaris : Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D.



Penguji
Utama : Drs. Eri Setiawan, M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.
NIP. 19740705 200003 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Desember 2022

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Cahya Kurnia

Nomor Pokok Mahasiswa : 1617031005

Jurusan : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT DI BANDARA UTAMA JUANDA DENGAN METODE FUZZY TIME SERIES RUEY CHYN TSAUR**” merupakan hasil saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya bukan merupakan hasil yang telah dipublikasikan atau ditulis orang lain atau telah dipergunakan dan diterima sebagai persyaratan penyelesaian studi pada universitas atau institute lain.

Bandar Lampung, 16 Desember 2022

Penulis



Cahya Kurnia
NPM. 1617031005

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Cahya Kurnia merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Achmad Syukur (Almarhum) dan Ibu Rustinah yang dilahirkan di Desa Sukajawa, Kecamatan Tanjung Karang Barat, Kota Bandar Lampung pada tanggal 09 November 1997.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 2 Sukajawa 2004-2010, Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 9 Bandar Lampung pada tahun 2010-2013, dan Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAS Perintis 2 Bandar Lampung pada tahun 2013-2016. Pada tahun 2016 penulis terdaftar sebagai mahasiswi S1 Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif dalam bidang organisasi Rohani Islam pada tahun 2017. Sebagai bentuk pengabdian mahasiswa dan menjalankan Tri Dharma perguruan tinggi penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Lembang Besar, Kecamatan Abung Barat, Kabupaten Lampung Utara pada tanggal 02 Januari 2019 sampai dengan 08 Februari 2019. Kemudian pada tahun 2019 tepatnya pada tanggal 01 Juli 2019 sampai dengan 09 Agustus 2019 penulis melaksanakan praktik kerja lapangan (PKL) di instansi Kantor Pelayanan Pajak Pratama Kedaton Bandar Lampung.

KATA INSPIRASI

“Dunia ini seperti bayangan, jika kamu mencoba untuk menangkapnya, kamu tidak akan pernah bisa melakukannya, tapi jika kamu berpaling kepadanya, maka tidak ada pilihan baginya selain mengikutimu.”

(Ibn Qayyim Aljawjiyyah)

“Bila kamu ingin mengetahui bagaimana kedudukanmu di sisi Allah, maka lihatlah bagaimana kedudukan Allah di hatimu. Karena Allah mendudukan hambaNya sesuai kedudukan Allah di hati hamba.”

(Majmu Fatawa 2/384)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah atas berkat dan rahmat Allah SWT dan dengan kerendahan hati kupersembahkan karya kecilku untuk:

Kedua orang tuaku mama dan papa tercinta yang telah merawat, membesarkan, mendidik, mencurahkan seluruh hidupnya untuk kebahagiaanmu dan tak berhenti untuk selalu mendoakanku.

Puterimu ini akan selalu berusaha membahagiakanmu mama,
papa.

Kakakku dan adikku, orang terdekatku, sahabat-sahabatku, dan

Almamaterku Universitas Lampung.

Terima Kasih

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Utama Juanda Dengan Metode *fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaor.*” Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, penuntun jalan bagi umat manusia.

Dalam Kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Nusyirwan, M.Si. selaku dosen pembimbing I, atas kesediaan waktunya dalam membimbing, dan memberikan kritik serta saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Tiryono Ruby, M.Sc.,Ph.D. selaku dosen pembimbing II sekaligus pembimbing akademik, atas bantuan dan arahnya dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Eri Setiawan, M.Si. selaku dosen penguji, atas kritik dan saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung
5. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T. selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Seluruh dosen dan staff Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

7. Ibu, Almarhum ayah, kakak, adik, dan semua keluarga tercinta yang selalu mendoakan, memberikan dukungan dan motivasi serta pengorbanan yang tak terhingga.
8. Saudara dan sahabat terbaikku (Eka, Hesti, Eriza, Elita, Rizki, Tari, Sinta, Sofia, Fitri, Ade, Fika, Yesi, Nanda, Anggi) yang selalu menghiburku, menemaniku dalam keadaan suka maupun duka.
9. Adik-adik tersayang di Cahaya Rumah Belajar.
10. Teman-teman Mahasiswa Jurusan Matematika 2016 yang tidak dapat saya tuliskan satu per satu.
11. Almamater tercinta Universitas Lampung.
12. Seluruh pihak yang telah membantu serta mendoakan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan bagi semua pihak yang telah berjasa selama menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, Desember 2022
Penulis

Cahya Kurnia
NPM. 1617031005

DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|--|-----------|
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | v |
| I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang dan Masalah..... | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 3 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Definisi Peramalan | 4 |
| 2.1.1 Jenis-Jenis Peramalan | 5 |
| 2.1.2 Jangka Waktu Peramalan..... | 5 |
| 2.2 Data Deret Waktu..... | 6 |
| 2.3 Logika fuzzy..... | 8 |
| 2.4 <i>Fuzzy Time Series</i> | 9 |
| 2.5 <i>Markov chain</i> | 14 |
| 2.6 Algoritma Ruey Chyn Tsaur | 16 |
| 2.7 Pengukuran Kesalahan Ramalan..... | 19 |
| 2.7.1 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> | 20 |
| III. METODE PENELITIAN..... | 21 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 21 |
| 3.2 Data Penelitian | 21 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 24 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1 Hasil Penelitian | 27 |
| 4.2 Logika Ruey Chyn Tsaur | 29 |
| 4.3 Menentukan <i>error</i> | 43 |
| 4.4 Peramalan Menggunakan Logika Ruey Chyn Tsaur | 44 |
| V. KESIMPULAN | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA | 27 |

DAFTAR TABEL

Halaman

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 kriteria perhitungan <i>error</i> MAPE | 20 |
| Tabel 3.1 Data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Utama Juanda (BPS, 2021)..... | 22 |
| Tabel 4.1 Data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Utama Juanda..... | 27 |
| Tabel 4.2 Pembagian Himpunan Semesta | 31 |
| Tabel 4.3 Nilai Tengah Setiap Partisi | 31 |
| Tabel 4.4 Data <i>Fuzzyfikasi</i> | 33 |
| Tabel 4.5 <i>Fuzzy Logical Relationship</i> | 34 |
| Tabel 4.6 <i>Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)</i> | 35 |
| Tabel 4.7 Matriks Probabilitas Transisi | 36 |
| Tabel 4.8 Data Peramalan Awal | 37 |
| Tabel 4.9 Hasil Data Kecendrungan Nilai Peramalan | 38 |
| Tabel 4.10 Hasil Data Peramalan Akhir | 39 |
| Tabel 4.11 Hasil Peramalan Pada Data <i>Testing</i> | 41 |
| Tabel 4.12 Nilai <i>Error</i> Data Pengujian..... | 43 |
| Tabel 4.13 Peramalan Menggunakan Logika Ruy Chyn Tsaur | 44 |

DAFTAR GAMBAR

Halaman

| | | |
|-----------|--|----|
| Gambar 1. | Pola kecendrungan (<i>Trend</i>) | 7 |
| Gambar 2. | Grafik Jumlah Penumpang Pesawat | 28 |
| Gambar 3. | Plot Data <i>Training</i> | 40 |
| Gambar 4. | Plot Data <i>Testing</i> | 42 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Menteri perhubungan menyatakan bahwa transportasi Transportasi mempunyai peran penting, bahkan menjadi kebutuhan utama masyarakat, terutama transportasi udara. Oleh sebab itu, menteri perhubungan terus berupaya mengembangkan serta meningkatkan berbagai infrastruktur-infrastruktur untuk meningkatkan kebutuhan masyarakat. Peristiwa meningkatnya jumlah penumpang pesawat pada periode mendatang dapat dianalisis dengan ilmu statistika, yaitu dengan melakukan peramalan.

Peramalan merupakan proses penafsiran mengenai sesuatu yang terjadi pada waktu yang akan datang. Peramalan sangat penting dalam kehidupan manusia, karena tujuan utama proses peramalan adalah mengurangi ketidakpastian dan membuat perkiraan lebih baik dari apa yang akan terjadi di masa depan. Sistem peramalan yang handal dan akurat dibutuhkan untuk membuat keputusan yang tepat dalam suatu kebijakan. Suatu kebijakan ditetapkan untuk kemajuan usaha, sehingga perusahaan akan mendapatkan keuntungan yang maksimal.

Metode yang dapat digunakan pada peramalan adalah metode perhitungan secara sistematis. Metode yang digunakan yaitu deret waktu. Data deret waktu adalah data yang dikumpulkan menurut aturan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu. Data deret waktu terbagi menjadi dua yaitu, metode *Box Jenkinsh* dan metode *fuzzy*.

Metode *Box Jenkins* adalah metode yang berbeda dengan metode peramalan lainnya. Metode *Box Jenkins* memerlukan jumlah data yang cukup banyak dalam prosesnya, sebaliknya metode *fuzzy* adalah suatu metode yang perlu diubah dalam bentuk kualitatif dan meskipun metode *fuzzy* dapat digunakan dalam jangka panjang tetap tidak membutuhkan banyak data (Kristiawan, 2016).

Metode *Fuzzy Time Series* (FTS) merupakan metode pada data *time series* yang menggunakan logika *fuzzy*, dimana logika *fuzzy* menjelaskan data yang samar (Krisnawan, 2016). Dalam penelitian ini menggunakan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur. Metode *Ruey Chyn Tsaur* adalah metode yang menggabungkan antara *marcov chain* dan *fuzzy time series* untuk meminimalisir terjadinya *error* yang besar. Dari hasil penelitian sebelumnya metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur memperoleh hasil yang lebih akurat disbanding dengan metode-metode sebelumnya ketika diaplikasikan pada kasus peramalan penerimaan mahasiswa baru di Universitas Alabama (Tsaur, 2011). Oleh sebab itu, penulis tertarik untuk mengetahui hasil dari peramalan jumlah penumpang pesawat bandara Juanda menggunakan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur. Pada penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam membuat perencanaan pada bidang transportasi udara terutama di Bandara Utama Juanda di masa yang akan datang.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hasil akurasi jumlah penumpang pesawat di Bandara Utama Juanda dengan metode *Ruey Chyn Tsaur*.
2. Mengetahui hasil dari peramalan jumlah penumpang pesawat di Bandara Utama Juanda pada bulan Juli 2022 sampai dengan Desember 2022.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui lebih jauh mengenai metode *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur.
2. Mengetahui tingkat akurasi ramalan yang diperoleh dengan menggunakan *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Peramalan

Peramalan adalah perkiraan kondisi di masa yang akan datang. Dalam peramalan asumsi yang digunakan adalah pola masa lampau akan berlanjut ke masa yang akan datang. Meramal dapat didasarkan pada keahlian perkiraan, yang pada didasarkan pada data historis dan pengalaman (Makridakis, 1999).

Peramalan diartikan sebagai analisis data masa lalu untuk mengestimasi nilai di masa yang akan datang. Peranan peramalan sangat penting baik tidaknya hasil suatu penelitian dalam bidang ekonomi, usaha, dan lain-lain sangat ditentukan oleh ketepatan peramalan yang dibuat. Oleh karena itu, ketepatan dari peramalan tersebut merupakan hal yang sangat penting. Walau demikian, seperti yang kita ketahui bahwa suatu ramalan akan selalu ada unsur kesalahannya. Sehingga yang perlu diperhatikan adalah usaha untuk memperkecil kemungkinan kesalahan tersebut (Makridakis, 1999).

2.1.1 Jenis-Jenis Peramalan

Berdasarkan sifatnya, peramalan dibedakan atas dua macam yaitu:

1. Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan atas pendapat suatu pihak dan datanya tidak dapat dipresentasikan secara tegas menjadi suatu angka atau nilai. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya.

2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa disebut sebagai data *time series* (Jumingan, 2009).

Hasil dari suatu peramalan sangat bergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Baik tidaknya metode yang dipergunakan ditentukan oleh perbedaan atau penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi.

2.1.2 Jangka Waktu Peramalan

Jangka waktu peramalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu (Heizar dan Render, 2005):

1. Peramalan jangka pendek, peramalan untuk jangka waktu kurang dari tiga bulan.
2. Peramalan jangka menengah, peramalan untuk jangka waktu antara tiga bulan sampai tiga tahun.
3. Peramalan jangka panjang, peramalan untuk jangka waktu lebih dari tiga tahun.

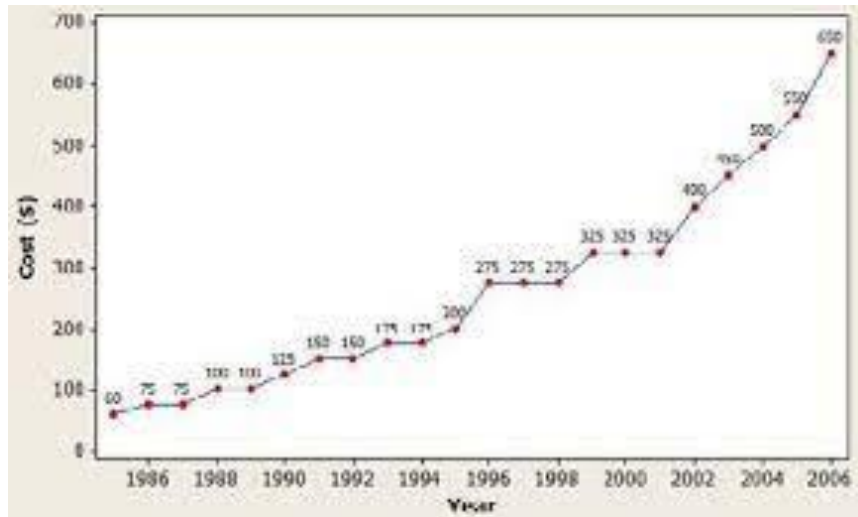
2.2 Data Deret Waktu

Data deret waktu adalah data yang dikumpulkan menurut aturan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu. Jika waktu dipandang bersifat diskrit (waktu dapat dimodelkan bersifat kontinu), frekuensi pengumpulan selalu sama. Dalam kasus diskrit, frekuensi dapat berupa detik, menit, jam, hari, minggu, bulan, atau tahun (Montgomery, 2008).

Menurut Asra dan Rudiansyah (2013), pada dasarnya perubahan-perubahan nilai dari data deret waktu mempunyai empat komponen, yaitu:

1. Kecendrungan (*Trend*)

Pola *Trend* adalah suatu kecendrungan umum (*general tendency*) dari suatu data berkala. *Trend* tersebut mungkin mendatar yang meunjukkan tidak ada perbedaan nilai dari waktu ke waktu, atau menarik atau menurun selama satu periode pengamatan. Biasanya dalam data berkala, factor *trend* ini merupakan faktor yang dominan dan yang paling sering dianalisis serta dipergunakan sebagai dasar utama ramalan.



Gambar 1. Pola kecendrungan(*Trend*)

2. Musim (*Seasonality*)

Pola musiman yaitu suatu pola perubahan data berkala yang kurang lebih berpola sama dalam setiap tahun pada kurun waktu pengamatan. Dengan kata lain, perubahan musiman adalah perubahan yang ada pada data berkala yang terjadi secara beratur dari waktu ke waktu dalam satu tahun. Pola perubahan dalam satu tahun tersebut terjadi kembali dalam bentuk yang sama pada tahun-tahun lainnya.

3. Siklus (*Cyclical*)

Pola siklus (*cyclical*) yaitu suatu pola perubahan yang sama yang terjadi dan berulang untuk periode lebih dari satu tahun. Dalam hal perekonomian, komponen siklus ini biasanya terjadi karena adanya perubahan pola sistem ekonomi secara keseluruhan di suatu daerah.

4. Ketidakteraturan/Acak (*Irregular*)

Pola ini memperlihatkan fluktuasi data yang acak. karena adanya suatu perubahan yang mendadak. Gerakan yang tidak teratur atau gerakan acak inilah yang bersifat sporadic.

2.3 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah elemen pembentuk *soft computing*. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A Zadeh. Pada tahun 1965 (Kusumadewi dan Purnomo, 2010). Menurut bahasa, *fuzzy* artinya kabur atau samar.

Adapun beberapa definisi mengenai logika *fuzzy* diantaranya sebagai berikut:

1. Logika *fuzzy* memiliki nilai yaitu keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan antara hitam dan putih, pada bentuk linguistic, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, dan “sangat” (Zadeh, 1965).
2. Logika *fuzzy* merupakan logika yang digunakan untuk menjelaskan ketidakpastian atau keambiguan, logika *fuzzy* adalah cabang teori himpunan *fuzzy* untuk menyelesaikan keambiguan.
3. Logika *fuzzy* merupakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistic menjadi numerik.

Beberapa hal harus diketahui untuk memahami sistem logika *fuzzy* yaitu:

1. Variabel *Fuzzy*

Variabel *Fuzzy* adalah variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem dalam *fuzzy*.

2. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *Fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili kondisi maupun keadaan tertentu pada suatu variabel *fuzzy*.

3. Himpunan Tegas

Pada himpunan tegas atau *crisp*, nilai keanggotaan bernilai nol atau satu.

4. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan mempunyai nilai dengan interval mulai dari 0 sampai 1. (Widharta, 2013).

2.4 Fuzzy Time Series

Fuzzy time series (FTS) adalah metode peramalan data yang menggunakan *fuzzy* sebagai dasar prinsip-prinsipnya. Pada metode ini peramalan menggunakan sistem mengangkap pola data dari data historis yang akan digunakan untuk menginterpretasikan data yang akan datang. Himpunan *fuzzy* atau disebut dengan suatu kelas dengan memiliki batasan yang kabur atau samar.

Algoritma *fuzzytime series* merupakan penyelesaian prediksi sebagai berikut (Anggraini, 2018).

1. Menentukan Himpunan Semesta

Tahapan ini untuk menentukan himpunan semesta, namun sebelum itu ditentukan nilai terkecil dan terbesar dari data historis terlebih dahulu. Maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} U &= [U_{\text{minimal}}; U_{\text{maximal}}] \\ U &= [D_{\text{minimal}} - D_1; D_{\text{maximal}} + D_2] \end{aligned} \quad (2.1)$$

Keterangan,

D_{minimal} = nilai minimum

D_{maximal} = nilai maksimum

Dimana D_1 dan D_2 adalah dua bilangan positif yang tepat. Penentuan nilai D_1 dan D_2 dilakukan oleh peneliti dan diambil secara acak, tujuan diambilnya nilai D_1 dan D_2 untuk mempermudah dalam pembagian interval.

2. Menghitung Jumlah Kelas

Jumlah kelas baiknya ditentukan sedemikian rupa sehingga seluruh data tercakup didalamnya. Menentukan jumlah kelas dengan cara menghitung banyak partisi pada himpunan semesta U dengan membagi menjadi beberapa interval dengan rentang nilai yang sama. Untuk mnentukannya, menggunakan istilah Kaidah Sturges.

Adapun formula kaidah sturges adalah:

$$K = 1 + 3,32 \log N \quad (2.2)$$

Dimana K adalah jumlah kelas, N adalah banyaknya data sedangkan 1 dan 3,22 adalah konstanta.

3. Menentukan Interval Kelas

Interval merupakan selisih antara batas atas dan batas bawah. Kemudian untuk menentukan interval kelas dibentuk nilai linguistik suatu himpunan *fuzzy* pada interval–interval yang dibentuk dari himpunan semesta (U).

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (2.3)$$

dimana,

U = himpunan semesta

Untuk menentukan panjang interval dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$l = \frac{U_{max} - U_{min}}{\text{jumlah kelas}}$$

$$l = \frac{(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)}{\text{jumlah kelas}} \quad (2.4)$$

Interval selanjutnya dapat diperoleh sebagai berikut:

$$u_1 = [D_{min} - D_1; D_{min} - D_1 + l]$$

$$u_2 = [D_{min} - D_1 + l; D_{min} - D_1 + 2l] \quad (2.5)$$

$$\vdots$$

$$u_n = [D_{min} - D_1 + (n - 1)l; D_{min} - D_1 + nl]$$

Dimana $l = 1, 2, 3, \dots, n$. dan n adalah banyaknya partisi atau kelas yang didapat .

Kemudian setelah mendapatkan interval kelas dilanjutkan dengan menghitung nilai tengah pada setiap interval dengan menggunakan persamaan berikut:

$$m_i = \frac{\text{batas bawah} + \text{batas akhir}}{2} \quad (2.6)$$

4. Menentukan Himpunan *fuzzy*

Himpunan fuzzy secara sederhana dapat dikatakan sebagai himpunan yang setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan. Untuk mempermudah menentukan himpunan fuzzy, setiap himpunan *fuzzy* adalah $A_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$. dimana n adalah banyaknya interval yaitu $u_1 = [d_1 : d_2], u_2 = [d_2 : d_3], \dots, u_n = [d_n : d_{n-1}]$. Himpunan fuzzy didefinisikan sebagai berikut:

$$A_j = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_j(u_i)}{u_i} \quad (2.7)$$

Dimana μ_j adalah derajat keanggotaan dari himpunan fuzzy A_j pada elemen himpunan u_i , dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $0 < \mu_j < 1$. Derajat keanggotaan mempunyai 3 syarat dengan tipe 3 data yaitu benar (1), samar (0,5), dan tidak benar (0). Dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mu_j(u_i) = \begin{cases} 1 & ; j = i \\ 0,5 & ; j = i - 1 \text{ atau } j = i + 1 \\ 0 & ; \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.8)$$

Aturan 1 Apabila terdapat $\mu_j(u_i)$ dengan $j = i$, maka $\mu_j(u_i) = 1$.

Aturan 2 Apabila terdapat $\mu_j(u_i)$ dengan $j = i - 1$ atau $j = i + 1$, maka $\mu_j(u_i) = 0,5$

Aturan 3 Apabila tidak termasuk dalam dua syarat diatas, maka $\mu_j(u_i) = 0$.

Berdasarkan persamaan 2.8 sehingga didapat:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i} \\ A_2 &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i} \\ A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i} \\ A_4 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i} \\ &\quad \vdots \\ A_j &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0,5}{u_{i-1}} + \frac{1}{u_i} \end{aligned} \quad (2.9)$$

5. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah tahapan yang bertujuan mengubah variabel numerik menjadi variabel *fuzzy* dengan bentuk interval. Untuk mengubah variabel numerik ke dalam variabel linguistic dengan cara mengelompokkan data ke dalam himpunan samar.

6. Menentukan *Fuzzy Logical Relations* (FLR)

Fuzzy Logical Relation (FLR) adalah hubungan antar data dengan data setelahnya dalam bentuk himpunan samar A. Jika $F(t-1)$ adalah A_i dan $F(t) = A_j$, maka

hubungan FLR ditulis dengan $A_i \rightarrow A_j$. Dengan A_i sebagai *current state* atau kondisi saat ini dan A_j sebagai *inext state* atau kejadian berikutnya.

7. Tentukan *Fuzzy Logic Relation Grup* (FLRG)

Fuzzy Logic Relation Grup dibentuk dari pengelompokan *Fuzzy Logic Relation* (FLR). FLRG dibentuk berdasarkan hubungan dengan *current state* atau sisi sebelah kiri dari FLR yang bersifat tetap.

8. Defuzzifikasi

Pada proses defuzzifikasi menghasilkan peramalan, proses defuzzifikasi dilakukan dengan aturan Tsaur, adapun langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Jika kelompok FLRG pada A_i kosong ($A_i \rightarrow \emptyset$), maka hasil peramalan yang didapat dengan persamaan $F_t = mj$. Dimana m_j adalah nilai tengah dari u_j .
- b. Jika FLRG pada A_i adalah relasi satu ke satu ($A_i \rightarrow A_k$) maka peramalan yang didapat adalah nilai tengah dari u_k .
- c. Jika FLRG pada A_i adalah relasi satu ke banyak ($A_i \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_j$) maka hasil peramalan dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_t = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_j}{j} \quad (2.10)$$

2.5 Markov Chain

Markov Chain pertama kali dikembangkan oleh A. A. Markov, seorang ahli Rusia pada tahun 1906. Rantai markov adalah teknik dalam ilmu probabilitas yang digunakan untuk menganalisis perpindahan probabilitas dari suatu kondisi ke kondisi lainnya.

Probabilitas merupakan cara untuk menyatakan informasi kejadian yang akan terjadi maupun telah terjadi. Probabilitas dapat diartikan juga sebagai peluang. Probabilitas suatu kejadian dapat dituliskan dengan menggunakan sebuah angka. Dimana angka tersebut bernilai $0 \leq 1$. Transisi merupakan perubahan kejadian satu dengan kejadian yang terjadi di periode selanjutnya. P_{ij} merupakan peluang transisi atau perpindahan dalam suatu proses dari *state* A_i ke *state* A_j . Peluang transisi dituliskan dengan matriks P . adapun tujuan adanya proses probabilitas transisi adalah untuk menentukan probabilitas transisi yang akan diambil secara acak (Bagus, 2011). Untuk menghitung Probabilitas transisi dapat menggunakan persamaan berikut:

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}, i \text{ dan } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.11)$$

dimana,

P_{ij} = probabilitas transisi dari kejadian i dan j

M_{ij} = jumlah transisi dari i dan j

M_i = jumlah kejadian yang terjadi pada i

Adapun matrik probabilitas transisi ditulis sebagai berikut:

$$[P_{ij}]_{n \times n} = \begin{pmatrix} P_{11} & \dots & P_{1n} \\ \dots & P_{22} & \dots \\ P_{n1} & \dots & P_{nn} \end{pmatrix} \quad (2.12)$$

dengan $P_{ij} \geq 0$ dan $\sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} = 1$

Apabila *state* j bisa diakses i atau sebaliknya maka *state* i dan j dapat dikatakan berkomunikasi, dan dinotasikan $i \leftrightarrow j$ (Mega et all, 2017).

Teorema 2.7.1 konsep komunikasi (\leftrightarrow) adalah suatu relasi ekuivalen (Brzezina et all, 2002).

1. *State* yang berkomunikasi dengan dirinya, karena $p_{ii}^{(0)} = P\{X_0 = i | X_0 = i\} = 1$ ($i \leftrightarrow i$).
2. Jika *state* i berkominikasi dengan *state* j ($i \leftrightarrow j$) maka *state* j berkomunikasi dengan i ($j \leftrightarrow i$), karena i dapat diakses dari j dan sebaliknya j dapat diakses dari i .
3. *State* i berkomunikasi dengan *state* j ($i \leftrightarrow j$) dan j berkomunikasi dengan k ($j \leftrightarrow k$), maka *state* i berkomunikasi dengan *state* k ($i \leftrightarrow k$).

definisi 2.7.2 *State* i disebut *state* penyerap, apabila $p_{ii} = 1$. Jika suatu *state* merupakan *state* penyerap, maka tidak ada *state* yang bisa diakses dari *state* tersebut.

Definisi 2.7.3 suatu *state* dapat dikatakan berulang jika $f_{ii} = 1$ atau ketika suatu *state* berproses kembali *state* tersebut, sedangkan *state* dikatakan transient jika $f_{ii} < 1$ atau ketika *state* tertentu proses tidak akan kembali ke *state* itu lagi (Yohanes, 2009).

2.6 Algoritma Ruey Chyn Tsaur

Algoritma Ruey Chyn Tsaur adalah metode yang menggabungkan antara metode *fuzzy time series* dan metode *Ruey Chyn Tsaur*. Konsep baru yang dilakukan untuk menganalisis keakuratan dari perhitungan prediksi pada nilai mata uang Taiwan dengan dolar US (Tsaur, 2011). Hasil dari penelitian ini dapat memberikan akurasi yang baik dibandingkan metode *fuzzy time series* (Bindu, 2013). Langkah-langkah peramalan dengan menggunakan Logika Ruey Chyn Tsaur pada Langkah 1 sampai 6 merupakan Langkah dalam *fuzzy time series* dan pada langkah berikutnya merupakan Langkah dalam *markov chain* sebagai berikut (Anggraini, 2018):

1. Membentuk Himpunan Semesta U

Proses membentuk himpunan semesta U menggunakan persamaan pada 2.1. namun sebelum itu tentukan dahulu D_{minimal} dan D_{maximal} pada data historis.

2. Membentuk Interval

Setelah menghitung nilai minimum dan maksimum selanjutnya menentukan jumlah partisi interval-interval dengan menggunakan persamaan 2.2. Dilanjutkan dengan mengubah nilai linguistic, panjang interval, serta nilai tengah atau median dari masing-masing interval.

3. Menentukan Himpunan Fuzzy

Pada proses ini menghitung derajat keanggotaan pada setiap himpunan dengan menggunakan persamaan 2.7 dan 2.8.

4. Menentukan *Fuzzyfikasi*

Fuzzyfikasi ini bertujuan untuk mengubah variabel numerik menjadi variabel fuzzy dengan bentuk interval.

5. Menentukan *Fuzzy Logical Relation* (FLR)

Menemukan *Fuzzy Logical Relation* adalah hubungan antara urutan data.

6. Menentukan *Fuzzy Logical Relation Group* (FLRG)

Fuzzy Logical Relation Group (FLRG) adalah hubungan *state* ke *state*.

7. Menentukan Matriks Probabilitas Transisi

Pada proses ini dapat menggunakan FLRG

8. Defuzzifikasi

a. Menghitung Peramalan Awal

Pada proses ini hasil dapat berdasarkan FLR, FLRG, dan matriks probabilitas transisi yang diperoleh sebelumnya. Peramalan awal (F_t) dengan $t = 1, 2, 3, \dots, N$ dapat digunakan sebagai berikut:

- Jika *fuzzy logic relation group* dari A_i merupakan himpunan kosong ($A_i \rightarrow \emptyset$), maka peramalan $F(t)$ adalah m_i , m_i merupakan titik tengah dari interval u_i . Dengan persamaan sebagai berikut:

$$F(t) = m_i \quad (2.13)$$

- Jika *fuzzy logic relation group* dari A_i adalah *relatione to one* (misalnya $A_i \rightarrow A_k$ dimana $P_{ik} = 1$ dan $P_{ij} = 0, j \neq k$) dan m_k merupakan nilai tengah dari u_k dengan persamaan sebagai berikut:

$$F(t) = m_l P_{jl} = ml \quad (2.14)$$

- Jika *fuzzy logic relation group* adalah relasi *one to many* (misalnya $A_i \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_j$) dengan Y_{t-1} adalah data sebenarnya ($t - 1$) maka hasil peramalan dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$F(t) = m_1P_{i1} + m_2P_{i2} + \dots + m_{i-1}P_{i(i-1)} + Y_{(t-1)}P_i + m_{i+1}P_{i(i+1)} + \dots + m_nP_{ij} \quad (2.15)$$

dimana,

m_{i-1}, m_{i+1} adalah nilai tengah u_{j-1}, u_{j+1}

b. Menyesuaikan Kecendrungan Nilai Peramalan

Menyesuaikan kecendrungan nilai peramalan lebih baik dengan memperbaiki *error* atau memperkecil kesalahan peramalan dengan aturan sebagai berikut:

- Apabila *fuzzy logic relation* A_i berkomunikasi dengan A_j dimulai dari *state* A_i saat waktu $t - 1$ sebagai $F(t - 1) = A_i$ dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D = \left(\frac{l \times s}{2} \right) \quad (2.16)$$

dimana,

l = panjang dari interval

s = banyak transisi yang maju

- Apabila *fuzzy logic relation* A_i berkomunikasi dengan A_j ketika *state* A_i saat waktu $t - 1$ sebagai $F(t - 1) = A_i$ dan membuat transisi naik ke *state* A_j pada waktu t , dimana ($i > j$) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D = - \left(\frac{l \times r}{2} \right) \quad (2.17)$$

dimana,

l = panjang dari interval

r = banyaknya transisi yang mundur

- Apabila *fuzzy logic relation* A_i berkomunikasi dengan A_j dimana, $i = j$ maka nilai kecendrungan hasil dari peramalan adalah $D = 0$.

c. Menghitung Hasil Akhir Peramalan

Pada proses peramalan akhir menggunakan penggabungan dari metode *fuzzy time series* dengan *markov chain*. Adapun persamaannya sebagai berikut:

$$F' = F_t + D \quad (2.18)$$

dimana,

F' = hasil peramalan akhir

F_t = hasil peramalan awal

D = nilai kecendrungan peramalan

2.7 Pengukuran Kesalahan Ralaman

Kesalahan peramalan (*error*) merupakan suatu cara untuk mengukur seberapa baik kinerja suatu model peramalan yang digunakan dengan cara membandingkan data aktual dengan hasil peramalan. Apabila tingkat kesalahan atau error yang didapatkan semakin kecil, maka hasil peramalan akan mendekati data aktual. Ketepatan pada peramalan digunakan sebagai kriteria penolakan dalam memilih suatu metode.

Untuk menentukan ketepatan suatu metode dapat menggunakan beberapa ukuran yaitu nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE adalah ukuran ketepatan relatif yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar presentase penyimpangan hasil dari suatu peramalan, MSD (*Mean Squared Deviation*) adalah penyimpangan dengan merata-ratakan kuadrat *error*, dan MAD (*Mean Absolute Deviation*) adalah ukuran merata-ratakan nilai absolut *error* dari seluruh peramalan.

karena MAD dan MSE merupakan ukuran yang bergantung pada data deret waktu. Oleh sebab itu berdasarkan pertimbangan tersebut. MAPE dianggap ukuran yang tepat digunakan dalam peramalan (Sungkawa, 2011).

2.7.1. Mean Absolute Percentage Error(MAPE)

Untuk menghitung *error* dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y(t) - F'(t)|}{Y(t)} \times 100 \quad (2.19)$$

dimana,

MAPE = nilai *error*

Y(t) = data actual

F'(t) = nilai hasil peramalan

n = jumlah data penumpang pesawat

kriteria dalam perhitungan peramalan *error* MAPE yaitu:

Tabel 2.1. kriteria perhitungan *error* MAPE

| Kriteria Peramalan | Persentase MAPE |
|--------------------|-----------------|
| Sangat Baik | MAPE <10% |
| Baik | MAPE 10% - 20% |
| Cukup | MAPE 20% - 50% |
| Tidak Akurat | MAPE > 50% |

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun akademik 2022/2023 dan bertempat di jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan adalah data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Utama Juanda pada penerbangan domestik dan merupakan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). data yang digunakan pada penelitian ini adalah data jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Utama Juanda dari Bulan Januari 2016 sampai dengan Bulan Juni 2022 sebanyak 78 data. Data tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Data Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Utama Juanda (BPS, 2021)

| No | Bulan/Tahun | Jumlah Penumpang |
|-----------|--------------------|-------------------------|
| 1. | Jan-2016 | 656208 |
| 2. | Feb-2016 | 571726 |
| 3. | Mar-2016 | 618357 |
| 4. | Apr-2016 | 596085 |
| 5. | Mei-2016 | 675702 |
| 6. | Jun-2016 | 523451 |
| 7. | Jul-2016 | 825715 |
| 8. | Agt-2016 | 792232 |
| 9. | Sep-2016 | 649375 |
| 10. | Okt-2016 | 718451 |
| 11. | Nov-2016 | 699285 |
| 12. | Des-2016 | 693048 |
| 13. | Jan-2017 | 672153 |
| 14. | Feb-2017 | 546280 |
| 15. | Mar-2017 | 613925 |
| 16. | Apr-2017 | 615053 |
| 17. | Mei-2017 | 618375 |
| 18. | Jun-2017 | 539747 |
| 19. | Jul-2017 | 889548 |
| 20. | Agt-2017 | 676016 |
| 21. | Sep-2017 | 696308 |
| 22. | Okt-2017 | 655005 |
| 23. | Nov-2017 | 666423 |
| 24. | Des-2017 | 735560 |
| 25. | Jan-2018 | 689756 |
| 26. | Feb-2018 | 597290 |
| 27. | Mar-2018 | 660707 |
| 28. | Apr-2018 | 671763 |
| 29. | Mei-2018 | 592835 |
| 30. | Jun-2018 | 706372 |
| 31. | Jul-2018 | 856010 |
| 32. | Agt-2018 | 720669 |
| 33. | Sep-2018 | 706926 |
| 34. | Okt-2018 | 688559 |
| 35. | Nov-2018 | 634151 |

Tabel 3.1 (lanjutan)

| No | Bulan/Tahun | Jumlah Penumpang |
|-----------|--------------------|-------------------------|
| 36. | Des-2018 | 642080 |
| 37. | Jan-2019 | 560242 |
| 38. | Feb-2019 | 473070 |
| 39. | Mar-2019 | 481147 |
| 40. | Apr-2019 | 443457 |
| 41. | Mei-2019 | 378933 |
| 42. | Jun-2019 | 607024 |
| 43. | Jul-2019 | 620237 |
| 44. | Agt-2019 | 541273 |
| 45. | Sep-2019 | 516321 |
| 46. | Okt-2019 | 543876 |
| 47. | Nov-2019 | 549010 |
| 48. | Des-2019 | 574001 |
| 49. | Jan-2020 | 553747 |
| 50. | Feb-2020 | 481881 |
| 51. | Mar-2020 | 408725 |
| 52. | Apr-2020 | 97748 |
| 53. | Mei-2020 | 5397 |
| 54. | Jun-2020 | 64137 |
| 55. | Jul-2020 | 121240 |
| 56. | Agt-2020 | 186467 |
| 57. | Sep-2020 | 162402 |
| 58. | Okt-2020 | 182889 |
| 59. | Nov-2020 | 238036 |
| 60. | Des-2020 | 244579 |
| 61. | Jan-2021 | 189560 |
| 62. | Feb-2021 | 152366 |
| 63. | Mar-2021 | 198457 |
| 64. | Apr-2021 | 219430 |
| 65. | Mei-2021 | 210700 |
| 66. | Jun-2021 | 346782 |
| 67. | Jul-2021 | 74127 |
| 68. | Agt-2021 | 97491 |
| 69. | Sep-2021 | 166419 |
| 70. | Okt-2021 | 231536 |
| 71. | Nov-2021 | 278750 |
| 72. | Des-2022 | 305669 |
| 73. | Jan-2022 | 301152 |
| 74. | Feb-2022 | 220164 |

Tabel 3.1 (lanjutan)

| | | |
|-----|----------|--------|
| 75. | Mar-2022 | 319093 |
| 76. | Apr-2022 | 285101 |
| 77. | Jun-2022 | 501021 |
| 78. | Mei-2022 | 404070 |

3.3 Metode Penelitian

Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data historikal.
2. Menentukan himpunan semesta (U)

Pada tahap ini dicari nilai minimum dan maksimum dari data aktual dengan menggunakan persamaan

$$U = [D_{\text{minimal}} - D_1; D_{\text{maximal}} + D_2]$$

dimana,

D_{minimal} = nilai minimum

D_{maximal} = nilai maksimum

Dimana D_1 dan D_2 merupakan nilai konstanta (bilangan positif yang tepat)

3. Menghitung Interval

Menentukan interval bertujuan untuk mengetahui jumlah partisi pada interval. Untuk menghitung banyaknya partisi interval *fuzzy* yang terbentuk digunakan rumus *Stuges*

$$\text{Jumlah Interval} = 1 + 3,32 \log N$$

Kemudian menentukan panjang interval dengan menggunakan persamaan 2.4

$$l = \frac{(D_{\text{maximal}} + D_2) - (D_{\text{minimal}} - D_1)}{\text{Jumlah kelas}}$$

dan didapatkan himpunan semesta U sebanyak n.

4. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Nilai keanggotaan ini diperoleh dari fungsi keanggotaan yang telah dibuat sebelumnya

$$A_j = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_j(u_i)}{u_i}$$

Dimana μ_j adalah derajat keanggotaan dari himpunan fuzzy A_j pada elemen himpunan u_i , dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $0 < \mu_j < 1$.

5. Menentukan *Fuzzyfikasi*

Tahap *Fuzzyfikasi* bertujuan untuk mengubah variabel numerik ke dalam variabel linguistik.

6. Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR)

Tahap ini menentukan relasi *fuzzy* yaitu $A_i \rightarrow A_j$. Dimana A_i sebagai *current state* yaitu kejadian saat ini dan A_j sebagai *next state* yaitu kejadian berikutnya.

7. Menentukan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG)

Tahap ini mengelompokkan *Fuzzy Logic Relations* kedalam beberapa kelompok.

8. Menentukan Matriks Probabilitas Transisi

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan elemen-elemen matriks dengan menggunakan persamaan 2.11 dan persamaan 2.12

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}, i \text{ dan } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

dimana,

P_{ij} = probabilitas transisi dari kejadian i ke j

M_{ij} = jumlah transisi dari i ke j

M_i = jumlah kejadian yang terjadi pada i

Adapun matrik probabilitas transisi ditulis sebagai berikut:

$$[P_{ij}]_{n \times n} = \begin{pmatrix} P_{11} & \dots & P_{1n} \\ \dots & P_{22} & \dots \\ P_{n1} & \dots & P_{nn} \end{pmatrix}$$

dengan $P_{ij} \geq 0$ dan $\sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} = 1$

9. Defuzzifikasi

- a. Menghitung Peramalan Awal
- b. Menyesuaikan Kecenderungan Nilai Peramalan
- c. Menghitung Peramalan Akhir

10. Menghitung MAPE

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui nilai *error* dari hasil peramalan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y(t) - F'(t)|}{Y(t)} \times 100$$

11. Peramalan Periode Berikutnya

Peramalan periode berikutnya merupakan tahap terakhir yang dapat dilakukan apabila model peramalan dengan menggunakan fuzzy time series ruy chyn tsaurmendapatkan kriteria baik.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil peramalan jumlah penumpang pesawat di Bandara Utama Juanda bulan Juli 2022 sebesar 314842, bulan Agustus 2022 sebesar 313680, bulan September 2022 sebesar 304105,2, bulan Oktober 2022 sebesar 303408, bulan Nopember 2022 sebesar 297663,12, dan bulan Desember 2022 sebesar 297244,8.
2. Hasil akurasi peramalan dengan metode *ruey chyn tsaur* pada data jumlah penumpang pesawat di Bandara Utama Juanda mendapatkan MAPE sebesar 15,72%. Nilai rata-rata *error* yang dihasilkan antara 10% sampai 20% maka nilai *error* yang dihasilkan dianggap baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, D.Y.2018. Analisis Data Runtun Untuk Peramalan Penjualan Sepeda Motor Di Indonesia Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Dengan Logika *Cheng* Dan *fuzzy Time Series* Dengan Logika *Ruey Chyn* Tsaur. Tugas Akhir Jurusan Statistika. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Asra, A dan Rudiansyah. 2013. *Statistika Terapan*. Ed. Ke-1. In Media, Jakarta.
- Badan Pusat Statistika (BPS). 2016. Jumlah Penumpang Pesawat Bandara Utama Juanda. URL:<https://www.bps.go.id/>. Diakses Tanggal 17 Maret 2021.
- Brzezniak dan Zastawniak. 2002. *Basic Sochastic Processes*. Springer, London.
- Heizer dan Reinder . 2005. *Operation Management 7th Edition*. Penerbi Salemba Empat, Jakarta.
- Jumingan. 2009. Studi Kelayakan Bisnis. Teori dan Proposal Kelayakkan. Bumi Aksara, Jakara.
- Kristiawan, N. 2016. Model Analisis Prediksi Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series*. INFOKAM Nomo 1. Th. XII/Maret/16. Semarang.
- Kusumadewi, S dan H, Purnomo. 2010. Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Makridakis. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Ed. Ke-2. Terjemahan Untung Sus Andriyanto. Erlangga, Jakarta.
- Montgomery, D.C. 2008. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Sungkawa, L dan Ries, T. 2011. Penerapan Ukuran Kecepatan Nilai Peramalan Data Deret Waktu Dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satriamandiri Citrmulia. *Mathematics & Statistic Department*. School of Computer Science. Binus University , Comtech Volume 2, Nomor 2, 636-645.

Tsaur, R. C. 2011 *Fuzzy Time Series Markoc Chain Model With An Application to Forecast he Exchange Rate Between The Taiwan and US Dollar*. ICIC International , pp:4931-4942.

Widharta dan Sugiharto 2013. Penyusunan dan Strategi Penjualan Dalam Rangka Meningkatkan Penjualan Toko Damai. *Jurnal Manajemen Pemasaran Petra*. Volume 1-1, Surabaya.

Langi, Yohanes. 2009. Penentuan Klasifikasi State Pada Rantai Markov. *Jurnal Ilmiah Sains*. 9(1):63-67.