

**PERBANDINGAN AKURASI PERAMALAN  
JUMLAH PENUMPANG PESAWAT BANDAR UDARA  
INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN  
MENGUNAKAN METODE *FUZZY TIME SERIES*  
CHEN DAN METODE *FUZZY TIME SERIES* SINGH**

**SKRIPSI**



**RESTUYANI PATANDIANAN**

**H051181014**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**NOVEMBER 2022**

**PERBANDINGAN AKURASI PERAMALAN JUMLAH  
PENUMPANG PESAWAT BANDAR UDARA INTERNASIONAL  
SULTAN HASANUDDIN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY  
TIME SERIES* CHEN DAN METODE *FUZZY TIME SERIES* SINGH**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada  
Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan  
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

**RESTUYANI PATANDIANAN**

**H051181014**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR  
NOVEMBER 2022**

**LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

**Perbandingan Akurasi Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh**

adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun

**Makassar, 30 November 2022**



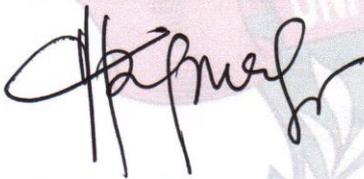
**Restuyani Patandianan**

**NIM H051181014**

**PERBANDINGAN AKURASI PERAMALAN JUMLAH  
PENUMPANG PESAWAT BANDAR UDARA INTERNASIONAL  
SULTAN HASANUDDIN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY  
TIME SERIES* CHEN DAN METODE *FUZZY TIME SERIES* SINGH**

**Disetujui Oleh:**

**Pembimbing Utama**



**Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.**

**NIP. 1975042920 00032001**

**Pembimbing Pertama**



**Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si.**

**NIP. 197201171997032002**

**Ketua Program Studi**



**Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si.**

**NIP. 197201171997032002**

Pada 30 November 2022

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Restuyani Patandianan  
NIM : H051181014  
Program Studi : Statistika  
Judul Skripsi : Perbandingan Akurasi Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.**

**DEWAN PENGUJI**

1. Ketua : Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si. (.....)
2. Sekretaris : Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si. (.....)
3. Anggota : Drs. Raupong, M.Si. (.....)
4. Anggota : Dra. Nasrah Sirajang, M.Si. (.....)

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 30 November 2022

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala penyertaan-Nya dalam sepanjang perjalanan penyusunan tugas akhir ini. Berkat kemurahan hati-Nya yang selalu menuntun penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Perbandingan Akurasi Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh**” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis mengucapkan terima kasih tulus untuk kedua orang tua terkasih mama **Bertha** dan bapak **Sattu** yang selalu memberikan dukungan baik dalam bentuk doa, cinta dan kebesaran hati serta materi hingga saat ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh keluarga besar yang ada di Makassar dan di Toraja atas segala doa dan kasih sayang yang diberikan.

Penghargaan yang tulus dan ucapan terima kasih dengan penuh keikhlasan juga disampaikan kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
3. **Ibu Dr. Nurtiti Sunusi S.Si., M.Si.**, selaku Ketua Departemen Statistika, segenap Dosen Pengajar dan Staf yang telah membekali ilmu dan kemudahan kepada penulis dalam berbagai hal selama menjadi mahasiswa di Departemen Statistika.
4. **Ibu Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.**, selaku Pembimbing Utama dan **Ibu Dr. Nurtiti Sunusi S.Si., M.Si.**, selaku Pembimbing Pendamping yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pemikirannya di tengah berbagai kesibukan dan prioritasnya untuk senantiasa memberikan arahan, dorongan, dan motivasi kepada penulis mulai dari awal hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.

5. **Bapak Drs. Raupong, M.Si.** dan **Ibu Dra. Nasrah Sirajang, M.Si.**, selaku Tim Penguji yang telah memberikan kritikan yang membangun dalam penyempurnaan penyusunan tugas akhir ini serta waktu yang telah diberikan kepada penulis.
6. **Bapak Andi Kresna Jaya S.Si., M.Si.**, selaku Penasehat Akademik penulis. Terima kasih atas segala bantuan, nasehat serta motivasi yang selalu diberikan kepada Penulis selama menjalani pendidikan di Departemen Statistika.
7. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada **kakak Ann** dan **abang Yusuf** yang sudah membantu penulis selama perkuliahan sampai di titik ini.
8. Untuk *Support System Bebe* terima kasih sudah menemani dan bersedia direpotkan dalam penyusunan skripsi ini, mendengarkan semua keluhan dan suka duka dari awal hingga akhir.
9. Untuk sobat koperasi, **Manto, Agra, Nopa, Dian, Rifka, Yuyu, Hafis, Ika, Acca, Emi, Fani,** dan **Haksar** terima kasih atas segala kebersamaan selama dunia perkuliahan, kerja sama, kenangan suka duka serta dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
10. Untuk **Rara** yang sebagai sahabat sejak SD sampai menjadi mahasiswa terima kasih karena selalu membersamai penulis memperjuangkan tugas akhir dengan segala drama tugas akhir ini, segala kebersamaan, canda tawa, nangis dan marah-marahnya.
11. **Teman-teman Statistika 2018** atas segala kebersamaan selama 4 tahun lebih di dunia perkuliahan, kerja sama, kenangan suka duka serta dukungan selama proses perkuliahan hingga skripsi ini dapat selesai.
12. **GMKI Komisariat FMIPA Unhas** yang telah menjadi wadah pengembangan dan pelayanan bagi penulis.
13. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang turut mendoakan, memberi dukungan moril maupun materil kepada penulis selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
14. *Last but not least, i wanna thank me.* Terima kasih karena selalu berjuang dan masih bertahan untuk melakukan semua kerja keras ini, tidak pernah menyerah sesulit apapun prosesnya. Jatuh bangunnya selalu disyukuri, terima kasih atas air mata yang menjadi penyemangat dan penguat untuk bangkit lagi. Terima kasih karna selalu berusaha memberikan yang terbaik, *God always love me.*

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun diperlukan dalam penulisan selanjutnya. Akhirnya, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan wawasan bidang ilmu Statistika dan menjadi Berkat untuk penulis dan pembaca, Amin. *Thank you Lord!*

Makassar, 30 November 2022

Restuyani Patandianan

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIK**

---

Sebagai civitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Restuyani Patandianan  
NIM : H051181014  
Program Studi : Statistika  
Departemen : Statistika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul:

**“Perbandingan Akurasi Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar pada tanggal, 30 November 2022

Yang menyatakan



(Restuyani Patandianan)

## ABSTRAK

Pesawat merupakan alat transportasi yang banyak diminati masyarakat karena kenyamanan dan kecepatannya dalam menjangkau berbagai wilayah sehingga sering terjadi lonjakan jumlah penumpang pesawat. Untuk mengantisipasi terjadinya lonjakan jumlah penumpang maka diperlukan penanganan dengan melakukan peramalan jumlah penumpang pesawat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan hasil peramalan dan tingkat akurasi peramalan antara Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh pada jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin. Hasil peramalan menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Chen diperoleh sebanyak 281.554 penumpang dan tingkat akurasi menggunakan MAPE diperoleh sebesar 88,54% dengan kategori peramalan baik. Sedangkan pada Metode *Fuzzy Time Series* Singh diperoleh hasil peramalan sebanyak 298.866 penumpang dan tingkat akurasi sebesar 96,999% dengan kategori peramalan sangat baik. Jadi, dapat disimpulkan bahwa Metode *Fuzzy Time Series* Singh memiliki tingkat akurasi peramalan yang lebih baik dibandingkan dengan Metode *Fuzzy Time Series* Chen pada jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin.

**Kata Kunci:** *Fuzzy Time Series* Chen, *Fuzzy Time Series* Singh, MAPE, penumpang pesawat

## ABSTRACT

*The airplane is a popular public transportation because of its ease and rapidity in the region, which often causing frequent increase the number of airplane passengers. In anticipation of a surge in the number of passengers, it is necessary to be treated by forecasting the number of passengers. The study was intended to find out the comparative results of forecasting and accuracy of Fuzzy Time Series Chen and Fuzzy Time Series Singh on the international airport Sultan Hasanuddin passengers. The results from the forecast using fuzzy time series Chen gained 281.554 passengers and an accurate MAPE with 88,54% in the good forecasting category. As for Fuzzy Time Series Singh, the results of forecasting were 298.866 passengers and an accuracy rate of 96.999% with the excellent forecasting category. Thus, it can be concluded that Fuzzy Time Series Singh has a better degree of accuracy than Fuzzy Time Series Chen on the international airport Sultan Hasanuddin passengers.*

**Keywords:** *Fuzzy Time Series Chen, Fuzzy Time Series Singh, MAPE, airplane passengers*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMBUNG</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Peramalan .....	5
2.1.1 Jenis-jenis Peramalan .....	5
2.1.2 Jangka Waktu Peramalan .....	6
2.1.3 Jenis-jenis Pola Data .....	6

2.2 Logika <i>Fuzzy</i> .....	8
2.3 Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	8
2.4 <i>Fuzzy Time Series</i> .....	9
2.5 <i>Fuzzy Time Series</i> Chen dan <i>Fuzzy Time Series</i> Singh .....	11
2.7 Akurasi Metode Peramalan .....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Jenis dan Sumber Data .....	14
3.2 Algoritma <i>Fuzzy Time Series</i> Chen dan <i>Fuzzy Time Series</i> Singh.....	14
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>16</b>
4.1 Analisis Deskriptif.....	16
4.2 Penerapan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Chen.....	17
4.3 Penerapan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Singh.....	22
4.4 Perbandingan Akurasi Hasil Peramalan .....	28
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>30</b>
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran.....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>33</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pola Data <i>Horizontal</i> .....	6
Gambar 2. 2 Pola Data <i>Trend</i> .....	7
Gambar 2.3 Pola Data Musiman .....	7
Gambar 2.4 Pola Data Siklis .....	8
Gambar 4. 1 Rata-rata Jumlah Penumpang Pesawat Bandara Internasional .....	16
Gambar 4. 2 Plot Data Aktual dan Peramalan <i>Fuzzy Time Series</i> Chen.....	22
Gambar 4. 3 Plot Data Aktual dan Peramalan <i>Fuzzy Time Series</i> Singh.....	28

**DAFTAR TABEL**

Tabel 4. 1 Panjang Interval .....	17
Tabel 4.2 Fuzzifikasi Data Jumlah Penumpang Pesawat.....	19
Tabel 4.3 <i>Fuzzy Logic Relations</i> (FLR).....	19
Tabel 4.4 <i>Fuzzy Logic Relations Group</i> (FLRG).....	20
Tabel 4. 5 Defuzzifikasi Data Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Chen.....	20
Tabel 4. 6 Hasil Peramalan Menggunakan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Chen.....	21
Tabel 4. 7 Nilai MAPE Hasil Peramalan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Chen .....	22
Tabel 4. 8 Defuzzifikasi Data Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Singh.....	26
Tabel 4. 9 Hasil Peramalan Menggunakan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Singh.....	27
Tabel 4. 10 Nilai MAPE Hasil Peramalan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Singh.....	28
Tabel 4. 11 Perbandingan Nilai Akurasi Peramalan .....	29

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin periode Januari 2010 – Desember 2019.....	34
Lampiran 2 Fuzzifikasi Data Jumlah Penumpang Pesawat Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Chen .....	37
Lampiran 3 <i>Fuzzy Logic Relations</i> (FLR) <i>Fuzzy Time Series</i> Chen .....	40
Lampiran 4 Hasil peramalan data jumlah penumpang pesawat menggunakan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Chen.....	43
Lampiran 5 Fuzzifikasi Data Jumlah Penumpang Pesawat Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Singh .....	46
Lampiran 6 <i>Fuzzy Logic Relations</i> (FLR) <i>Fuzzy Time Series</i> Sinh .....	49
Lampiran 7 Hasil peramalan data jumlah penumpang pesawat menggunakan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Singh.....	52

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu alat transportasi yang saat ini banyak diminati masyarakat adalah transportasi udara yaitu pesawat karena kemudahan dan kecepatannya dalam menjangkau berbagai wilayah. Sehingga lebih menunjang aktivitas masyarakat serta relatif nyaman dibandingkan transportasi lainnya. Pada umumnya lonjakan data terjadi pada awal tahun, akhir tahun, libur sekolah dan hari raya tertentu. Menurut Badan Pusat Statistik terjadi lonjakan data penumpang pesawat Bandara Internasional Sultan Hasanuddin secara tiba-tiba pada bulan Oktober tahun 2009 sebanyak 1.788.119 penumpang. Sedangkan pada tahun 2009 tersebut selain bulan Oktober, jumlah penumpang pesawat hanya sekitar 1.100.000 penumpang. Kenaikan jumlah penumpang yang berlebihan dan tidak terprediksi dapat mengakibatkan kepadatan lalu lintas pada penerbangan sehingga dapat menyebabkan keterlambatan penerbangan dan pengaruh tingkat pelayanan pada saat di bandara. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi terjadinya lonjakan jumlah penumpang pesawat dalam hal ini diperlukan antisipasi untuk menangani peristiwa seperti ini yaitu dengan melakukan peramalan jumlah penumpang. Peramalan merupakan kegiatan menganalisis hasil pengujian data pada masa lalu, untuk memproyeksikan suatu kejadian di masa yang akan datang (Farida dkk., 2021).

Dalam melakukan peramalan terdapat 2 metode umum yaitu kualitatif dan kuantitatif. Dalam penelitian ini metode yang akan digunakan yaitu metode kuantitatif. Metode kuantitatif umumnya digunakan dalam melakukan peramalan dengan metode *time series*. Seiring berkembangnya metode *time series*, berkembang juga teori *fuzzy* yang digabungkan dengan metode *time series* yaitu *Fuzzy Time Series* (FTS) yang dikembangkan oleh Song & Chissom. FTS merupakan peramalan pada data deret waktu yang menggunakan konsep himpunan *fuzzy* sebagai dasar perhitungannya, dengan menggabungkan analisis dalam ilmu *soft* komputasi dan bidang statistik (Lusiana dan Yuliarty, 2020). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Fuzzy Time Series* Chen (2002) dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh (2007) yang merupakan pengembangan dari

metode FTS. Keunggulan dari metode ini adalah mendefinisikan relasi *fuzzy* yang dibentuk dengan menentukan hubungan logika dari data *fuzzy* yang melibatkan himpunan *fuzzy* dari partisi himpunan semesta. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaannya mulai dari 0 sampai 1, dan tingkat warna keabuan, hitam dan putih dapat dijangkau sehingga hasil peramalan yang diperoleh dapat lebih akurat (Usmia dkk., 2021).

Data *time series* merupakan data yang diperoleh dari amatan suatu objek dari beberapa periode waktu. Data penumpang pesawat merupakan salah satu bentuk data *time series*, karena data penumpang pesawat ini tercatat setiap waktu dalam harian atau bulanan serta merupakan pola data yang deretnya dipengaruhi oleh faktor musiman atau *trend*. Sehingga beberapa fenomena terkait kenaikan jumlah penumpang pesawat pada periode mendatang dapat dianalisis menggunakan disiplin ilmu statistika dengan melihat pola datanya menggunakan analisis deskriptif yakni mengidentifikasi pola dalam data *time series*, seperti *trend*, siklus, atau musiman (Iqbalullah & Winahju, 2014).

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode FTS beserta metode pengembangannya seperti penelitian oleh Aryanti (2012) dengan melakukan perbandingan Metode FTS Song-Chissom dan Metode FTS Singh untuk prediksi kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer, dalam penelitiannya diperoleh hasil bahwa Metode FTS Singh lebih baik dalam meramalkan kebutuhan *bandwidth* jaringan komputer. Kemudian, Fauziah dkk (2016) dengan melakukan peramalan menggunakan FTS Chen dengan studi kasus curah hujan Kota Samarinda dengan hasil penelitian peramalan menggunakan sampel data sebanyak 29 menghasilkan hasil *error* atau kesalahan paling kecil dibandingkan menggunakan data dengan jumlah sample yang lebih banyak. Penelitian lainnya oleh Handoko (2010) yang melakukan penelitian dengan meramalkan beban listrik jangka pendek pada sistem kelistrikan Jawa Timur dan Bali menggunakan metode FTS Song Chissom dan metode S. R. Singh dengan menggunakan perangkat lunak *Matlab*. Pada penelitian tersebut memberikan hasil untuk peramalan beban jangka pendek dengan metode Song Chissom dengan *error* lebih kecil dari metode S. R. Singh sehingga metode Song Chissom lebih baik dari pada metode S. R. Singh.

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode FTS dapat diterapkan dan dikembangkan pada berbagai bidang dan perlu diketahui

bahwa pemilihan metode harus mempertimbangkan pola data. Adapun pola pada data penumpang pesawat berdasarkan analisis deskriptif yaitu sebagian besar memiliki nilai yang lebih besar dari nilai rata-rata. Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan membandingkan dua metode FTS yaitu metode *Fuzzy Time Series* Chen dan metode *Fuzzy Time Series* Singh dalam meramalkan data yang bertujuan untuk melihat tingkat akurasi berdasarkan nilai dari hasil peramalan kedua metode tersebut terhadap data yang memiliki periode waktu bulanan yakni data jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin periode Januari 2010 – Desember 2019. Sehingga, pada penelitian ini peneliti mengangkat judul “Perbandingan Akurasi Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh”.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hasil peramalan Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh pada jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin periode Januari 2010 – Desember 2019?
2. Bagaimana perbandingan akurasi hasil peramalan Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh terhadap jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin periode Januari 2010 – Desember 2019?

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin periode Januari 2010 – Desember 2019 yang diperoleh dari situs *website* Badan Pusat Statistik yang diunduh pada tanggal 31 Maret 2022.
2. Derajat keanggotaan yang digunakan pada metode dalam penelitian ini yaitu 0, 0,5 dan 1.
3. Teknik akurasi hasil peramalan yang digunakan yaitu berdasarkan nilai MAPE.
4. Data diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* dan *Software R-studio*.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk:

1. Memperoleh hasil peramalan Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh pada jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin periode Januari 2010 – Desember 2019.
2. Memperoleh hasil akurasi peramalan terbaik antara Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh pada data jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin periode Januari 2010 – Desember 2019.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk menambah pengetahuan dalam penerapan Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Metode *Fuzzy Time Series* Singh terkait peramalan dalam pembuatan karya ilmiah atau dapat dikembangkan dalam penelitian lain selanjutnya.
2. Dapat menjadi sumber informasi bagi masyarakat dan umum mengenai manfaat meramalkan data yakni dapat mengetahui gambaran jumlah penumpang pesawat pada periode yang akan datang.
3. Sebagai saran, masukan dan sumber informasi bagi semua maskapai penerbangan agar dapat mempersiapkan fasilitas dan pelayanan dengan lebih baik apabila terjadi pelonjakan jumlah penumpang pesawat pada periode berikutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Peramalan

Peramalan merupakan kegiatan menganalisis hasil pengujian data pada masa lalu, untuk memproyeksikan suatu kejadian di masa yang akan datang (Farida dkk., 2021). Peramalan juga diartikan sebagai penggunaan teknik-teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka-angka historis. Peramalan tidak bisa dilakukan tanpa kesalahan (*error*). Peneliti hanya mampu mengusahakan agar *error* terjadi seminimal mungkin. Metode peramalan dibutuhkan karena suatu pihak dituntut untuk mengambil keputusan dalam ketidakpastian. Sehingga peramalan yang dilakukan dengan analisis dan perhitungan akan dapat lebih diterima dibandingkan dengan peramalan yang bersifat hanya menebak-nebak tanpa analisis dan perhitungan. Peramalan yang dilakukan dengan akurat akan menghasilkan manfaat berupa kepuasan pelanggan, kepercayaan diri, kontrol operasi, dan *profit* atau status keuangan *breakeven* (Syakura dkk., 2016).

##### 2.1.1 Jenis-jenis Peramalan

Berdasarkan sifatnya, peramalan dibedakan atas dua macam yaitu (Lusiana dan Yulianty, 2020):

###### a. Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan atas pendapat suatu pihak dan datanya tidak dapat direpresentasikan 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.

###### b. 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*.

### 2.1.2 Jangka Waktu Peramalan

Jangka waktu peramalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu (Lusiana dan Yuliarty, 2020):

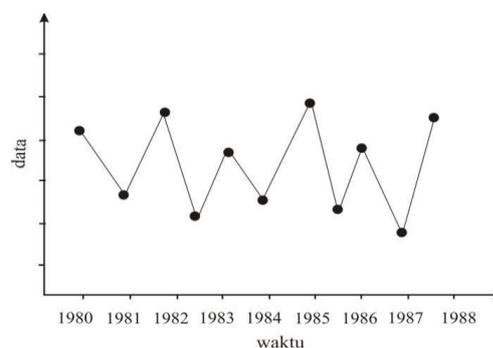
1. Peramalan jangka pendek, peramalan untuk jangka waktu kurang dari tiga bulan.
2. Peramalan jangka menengah, peramalan untuk jangka waktu antara tiga bulan sampai tiga tahun.
3. Peramalan jangka panjang, peramalan untuk jangka waktu lebih dari tiga tahun.

### 2.1.3 Jenis-jenis Pola Data

Langkah penting dalam memilih suatu metode deret waktu (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu (Anggraini, 2018):

#### 1. Pola *Horizontal*

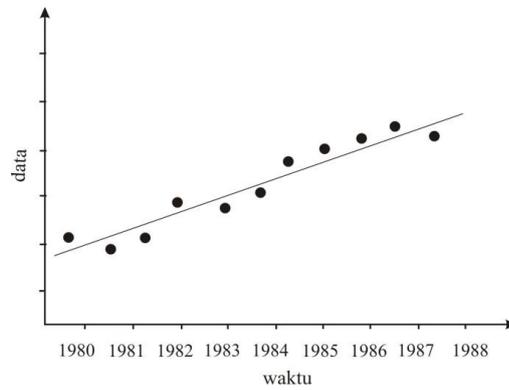
Pola data ini dapat terjadi bilamana data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Suatu data yang fluktuasinya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Bentuk pola *horizontal* ditunjukkan seperti Gambar 2.1.



**Gambar 2. 1** Pola Data *Horizontal*

#### 2. Pola *Trend* (T)

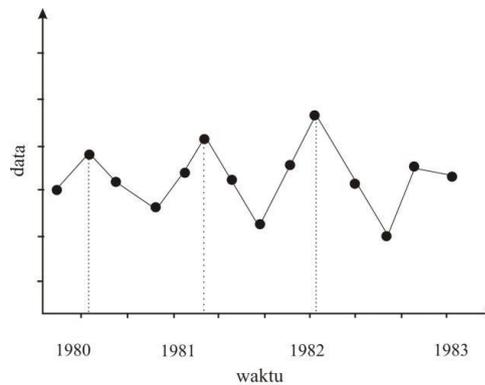
Pola data ini dapat terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Bentuk pola *trend* ditunjukkan seperti Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Pola Data *Trend*

### 3. Pola Musiman

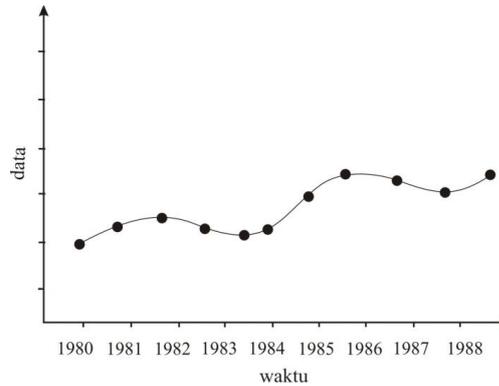
Pola data ini dapat terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya, kuartal tahun tertentu, bulan atau hari-hari pada minggu tertentu). Semuanya menunjukkan jenis pola ini. Bentuk pola musiman ditunjukkan seperti Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Pola Data Musiman

### 4. Pola Siklis

Pola data ini terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti berhubungan dengan siklus bisnis. Bentuk pola siklis ditunjukkan seperti Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Pola Data Siklis

## 2.2 Logika Fuzzy

Secara umum logika *fuzzy* adalah suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaannya mulai dari 0 sampai 1, dan tingkat warnanya keabuan, hitam dan putih, serta dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan” dan “sangat” (Irawan dan Herviana, 2018).

## 2.3 Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Prof. Lotfi Zadeh yang didasarkan pada gagasan dalam memperluas jangkauan fungsi karakteristik sehingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan *real* pada interval. Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaannya mulai dari 0 sampai 1, yang berarti himpunan *fuzzy* dapat mewakili interpretasi tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan dan probabilitasnya. Nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah, dengan kata lain nilai kebenaran suatu *item* tidak hanya benar dan salah. Himpunan *fuzzy* biasanya digunakan untuk mengantisipasi nilai-nilai yang bersifat tidak pasti. Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut yaitu (Sugumonrong dkk., 2019):

1. Linguistik, merupakan penamaan suatu grup yang mewakili suatu kondisi tertentu. Contohnya: Tinggi, pendek.
2. Numeris yang menunjukkan suatu nilai atau ukuran dari suatu variabel. Contohnya: 10, 25, 76 dan sebagainya.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami himpunan *fuzzy*, yaitu:

1. Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: permintaan, persediaan, produksi, konsumen.
2. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh: semesta pembicaraan untuk variabel temperatur:  $X = [0, 100]$ .
3. Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Contoh domain himpunan *fuzzy* untuk semesta  $X = [0, 120]$ . Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaannya mulai dari 0 sampai 1, yang berarti himpunan *fuzzy* dapat mewakili interpretasi tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan probabilitasnya. Nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah.

#### 2.4 Fuzzy Time Series

FTS merupakan peramalan data yang menggunakan konsep *fuzzy set* sebagai prinsip dasar perhitungannya. Sistem peramalan dengan menggunakan metode ini bekerja dengan menangkap pola dari data historis kemudian digunakan untuk memproyeksikan data dimasa mendatang. Q. Song dan B.S. Chissom adalah orang yang mengembangkan metode ini untuk pertama kali pada tahun 1993. Metode ini sering digunakan oleh sebagian besar para peneliti untuk menyelesaikan masalah peramalan. Proses yang dibutuhkan juga sangat sederhana dan tidak rumit. FTS juga merupakan salah satu metode *soft computing* yang telah digunakan dan diterapkan dalam analisis data runtun waktu. Tujuan utama dari FTS adalah untuk meramalkan data runtun waktu yang dapat digunakan secara luas pada sembarang data *real time* (Sugumonrong dkk., 2019). Menurut Song & Chissom (1994), definisi FTS dapat digambarkan sebagai berikut:

1. Definisikan semesta  $U$  berdasarkan data historis dengan menggunakan data terbesar dan data terkecil seperti berikut:

$$U = [D_{min}, D_{max}] \quad (2.1)$$

2. Menentukan rentang atau  $R$  (*range*) dari  $U$ . *Range* dapat diperoleh dengan mengurangkan nilai data terbesar dan data terkecil dari data aktual, sehingga dapat dituliskan sebagai:

$$R = D_{max} - D_{min} \quad (2.2)$$

3. Pembentukan interval

Membagi himpunan semesta menjadi beberapa interval dengan panjang yang sama. Untuk mengetahui banyaknya kelas interval ( $k$ ) dapat menggunakan rumus *Sturges* berikut:

$$k = 1 + (3,333 \log(n)) \quad (2.3)$$

dengan,

$n$  = banyaknya data observasi

sehingga membentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan sesuatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta ( $U$ ).

$$(U) = \{u_1, u_2, \dots, u_k\} \quad (2.4)$$

dengan,

$U$  = himpunan semesta

$u_i$  = besarnya  $U$  untuk  $i = 1, 2, \dots, k$

4. Pembentukan Panjang interval ( $L$ )

$$L = \frac{R}{k} \quad (2.5)$$

5. Menghitung nilai tengah ( $m$ ). Nilai tengah ini merupakan tanda kelas interval menurut Sudjana yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$m = \frac{1}{2} (\text{ujung bawah} + \text{ujung atas}) \quad (2.6)$$

Dengan bilangan-bilangan disebelah kiri interval disebut ujung bawah dan bilangan-bilangan disebelah kanannya disebut ujung atas.

6. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan sebuah rangkaian kesatuan (*continue*) dari derajat keanggotaan (*grade of membership*). Misalkan  $U$  adalah himpunan semesta, dengan  $(U) = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$  yang mana  $u_i$  adalah nilai yang mungkin dari  $U$ , kemudian variabel linguistik  $A_i$  terhadap  $U$  dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\mu A_i(u_1)}{u_1} + \frac{\mu A_i(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{\mu A_i(u_k)}{u_k} \quad (2.7)$$

$\mu A_i$  merupakan fungsi keanggotaan dari *fuzzy set*  $A_i$ , sedemikian hingga  $\mu A_i : U \rightarrow [0,1]$ . Jika  $u_i$  adalah keanggotaan dari  $A_i$  maka  $\mu A_i(u_i)$  adalah derajat keanggotaan  $u_i$  terhadap  $A_i$ .

## 2.5 *Fuzzy Time Series Chen dan Fuzzy Time Series Singh*

Pada mulanya terdapat metode dari Song and Chrissom yang memiliki perhitungan rumit dimana perhitungannya menggunakan operasi matriks yang kompleks walaupun pada hasil defuzzifikasinya sama. Sehingga (Chen, 1996) mengembangkan metode yang lebih sederhana dari pada metode sebelumnya dengan menggunakan operasi aritmatika yang disederhanakan (Fahmi dkk., 2013). Demikian pula dengan metode FTS yang dikembangkan oleh S.R. Singh pada tahun 2007 yaitu FTS Singh dimana proses defuzzifikasinya menggunakan nilai maksimum dengan tahapan sebagai berikut (Nur dkk., 2020):

1. Definisikan semesta  $U$  berdasarkan data historis dengan menggunakan data terbesar dan data terkecil seperti pada Persamaan 2.1.
2. Menentukan rentang atau  $R$  (*range*) dari  $U$ . *Range* dapat diperoleh dengan mengurangkan nilai data terbesar dan data terkecil dari data aktual seperti pada Persamaan 2.2.

3. Pembentukan interval

Membagi himpunan semesta menjadi beberapa interval dengan panjang yang sama. Untuk mengetahui banyaknya kelas interval ( $k$ ) dapat menggunakan rumus *Sturges* seperti pada Persamaan 2.3.

Sehingga membentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan sesuatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta ( $U$ ) dengan pembulatan kebawah pada *Fuzzy Time Series Chen* dan pembulatan ke atas pada *Fuzzy Time Series Singh*.

4. Pembentukan panjang interval ( $L$ ) dengan menggunakan rumus pada Persamaan 2.5.
5. Menghitung nilai tengah ( $m$ ) dengan menggunakan rumus pada Persamaan 2.6.
6. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Tidak terdapat batasan untuk menentukan banyaknya variabel linguistik pada *fuzzy* yang dapat menjadi himpunan *fuzzy*. Untuk mempermudah, maka setiap

himpunan *fuzzy*  $A_i (i = 1, 2, \dots, k)$  didefinisikan dalam jumlah  $k$  interval. Dengan  $\mu_{ij}$  merupakan derajat keanggotaan dari  $u_j$  milik  $A_i$  yang ditentukan oleh rumus:

$$\mu_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika } i = j \\ 0.5, & \text{jika } j = i - 1 \text{ atau } i = j + 1 \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (2.8)$$

Dengan aturan untuk menentukan derajat keanggotaan  $A_i$  adalah sebagai berikut:

$$A_i = \sum_{j=1}^k \frac{\mu_{ij}}{u_j} \quad (2.9)$$

$$A_1 = \left\{ \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \dots + \frac{0}{u_k} \right\}$$

$$A_2 = \left\{ \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \dots + \frac{0}{u_k} \right\}$$

$$A_3 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \dots + \frac{0}{u_k} \right\}$$

$$\vdots$$

$$A_k = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0,5}{u_{n-1}} + \frac{0}{u_k} \right\}$$

7. Fuzzifikasi data historis.
8. Membentuk *fuzzy logical relationship* (FLR) berdasarkan data historis kemudian tetapkan *fuzzy logical relationship group* (FLRG). Menentukan FLR dan membuat FLR grup sesuai dengan waktu. FLR  $A_i \rightarrow A_j$  ditentukan berdasarkan nilai  $A_i$  yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya. Dengan  $A_i$  merupakan bulan ke- $n$  dan  $A_j$  bulan ke- $(n + 1)$  pada data runtun waktu. Misalnya jika FLR berbentuk  $A_1 \rightarrow A_1$  kemudian  $A_1 \rightarrow A_2$  dan  $A_1 \rightarrow A_3$ , maka FLRG yang terbentuk adalah  $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$ .
9. Melakukan proses defuzzifikasi pada data *fuzzy*.
10. Melakukan perhitungan nilai peramalan.

## 2.7 Akurasi Metode Peramalan

Nilai akurasi peramalan dipandang sebagai kriteria penolakan untuk memilih suatu metode peramalan sehingga dapat digunakan untuk menentukan metode yang lebih baik dalam membandingkan suatu metode. Akurasi peramalan dapat dilihat dari tingkat kesalahan dalam peramalan (*error*), dimana semakin kecil *error* yang dihasilkan maka semakin akurat peramalan yang dilakukan (Tauryawati dan Irawan, 2014). Salah satu ukuran yang digunakan untuk mengukur akurasi peramalan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Permasalahan mengenai besarnya *error* ketika nilai dari  $X_n$  (data aktual) mendekati nol dan besarnya perbedaan nilai mutlak *error* ketika nilai  $X_n$  (data aktual) lebih besar dari  $Z_n$  (data hasil ramalan) atau sebaliknya, dapat dihindari dengan menggunakan MAPE. Untuk menghitung nilai MAPE digunakan rumus sebagai berikut (Margi & Pendawa, 2015):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|X_i - Z_i|}{(X_i)} \times 100\% \quad (2.10)$$

dengan:

$n$  = ukuran sampel

$X_i$  = data historis

$Z_i$  = data hasil prediksi pada periode ke-  $i$

Semakin kecil nilai MAPE menunjukkan bahwa persentase kesalahan yang dihasilkan oleh suatu metode juga semakin kecil. Nilai MAPE yang dihasilkan mempunyai interpretasi berdasarkan kategori sebagai berikut:

- $MAPE < 10\%$  adalah kemampuan peramalan sangat baik
- $10\% \leq MAPE < 20\%$  adalah kemampuan peramalan baik
- $20\% \leq MAPE < 50\%$  adalah kemampuan peramalan cukup baik
- $MAPE \geq 50\%$  adalah kemampuan peramalan buruk

Akurasi dari hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Akurasi\ peramalan = 100\% - MAPE \quad (2.11)$$