

**MODEL S. R SINGH PADA *FUZZY TIME SERIES*
DALAM PERAMALAN**

(Skripsi)

Oleh

**WIRANTI FEBRIYANTI
NPM 1617031020**



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

ABSTRACT

THE S. R SINGH IN *FUZZY TIME SERIES* IN FORECASTING

By

WIRANTI FEBRIYANTI

The purpose of this research is to produce the value of forecasting the number of ship passengers at the main port using S.R SINGH model in *fuzzy* time series. In this study using the help of *Microsoft Office Excel*. Forecasting results in October 2020 amounted to 20.347(people). With an accuracy rate of 0,9580835% indicating that the S.R Singh model in the *fuzzy* time series in the best.

Keywords : Forecasting, S.R Singh model, *Fuzzy* Time Series

ABSTRAK

MODEL S.R SINGH PADA *FUZZY TIME SERIES* DALAM PERAMALAN

Oleh

WIRANTI FEBRIYANTI

Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung nilai hasil peramalan jumlah penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama dengan menggunakan model S. R Singh pada *fuzzy time series*. Pada penelitian ini menggunakan bantuan *Microsoft Office Excel*. Hasil peramalan pada bulan Oktober 2020 yaitu sebesar 20.347 (orang). Dengan nilai tingkat akurasi sebesar 0,958035% menunjukkan bahwa model S. R Singh pada *fuzzy time series* adalah yang terbaik

Kata kunci: Peramalan, Model S.R Singh, *Fuzzy Time Series*

**MODEL S. R SINGH PADA *FUZZY TIME SERIES*
DALAM PERAMALAN**

Oleh

WIRANTI FEBRIYANTI

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA MATEMATIKA

pada

**Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



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

Judul Skripsi : **MODEL S. R SINGH PADA FUZZY TIME SERIES DALAM PERAMALAN**

Nama Mahasiswa : **Wiranti Febriyanti**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1617031020**

Jurusan : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



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

Amanto, S.Si., M.Si.
NIP 19730314 200012 1 002

2. **Ketua Jurusan Matematika**

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

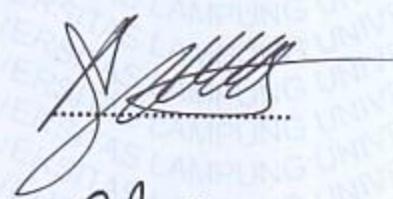
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

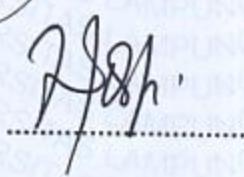
Ketua : Drs. Nusyirwan, M.Si



Sekretaris : Amanto, S.Si., M.Si



Penguji
Bukan Pembimbing : Widiarti, S.Si., M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, M.T.

NIP 19740705 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 11 Februari 2022

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASIWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Wiranti Febriyanti**
Nomor Pokok Mahasiswa : **1617031020**
Judul : **MODEL S. R SINGH PADA *FUZZY TIME SERIES* DALAM PERAMALAN**
Jurusan : **Matematika**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri. Semua hasil tulisan yang tertuang di dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 11 Februari 2022

Penulis



Wiranti Febriyanti
NPM 1617031020

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Wiranti Febriyanti, dilahirkan di Kagungan Ratu pada tanggal 11 Februari 1998 dan merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Madarun dan Ibu Rajimah.

Penulis menempuh pendidikan di TK Dharma Wanita pada tahun 2003-2004, Sekolah Dasar Negeri 1 Kagungan ratu tahun 2004-2010, Pendidikan Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Tulang Bawang Udik pada tahun 2010-2013, Pendidikan Menengah Atas di SMA Negeri 1 Tumijajar pada tahun 2013-2016. Pada tahun 2016 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Progam Studi S1 Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahui Alam Universitas Lampung, Bandar Lampung melalui jalur SNMPTN. Pada bulan Januari – Februari 2019 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Kantor Badan Pusat Statistika di Desa Rejoagung, Kecamatan Tulungagung, Kabupaten Tulungagung. Pada bulan juli – Agustus 2019 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Negeri Ratu, Kecamatan Batu Brak, Kabupaten Lampung Barat.

KATA INSPIRASI

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan kerjakanlah dengan sungguh – sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(Q.S. Al-Isyirah : 6-8)

“Berbuat baiklah selama masih diberi kesempatan untuk hidup”

(motto hidup)

Persembahan

Dengan mengucap syukur, Alhamdulillah robbil'amin

Ku persembahkan karya kecilku ini kepada:

Kedua orang tuaku tercinta Bapak Madarun dan Ibu Rajimah

Bapak dan ibu yang tak henti-hentinya memberikan dukungan, arahan, motivasi, kasih sayang dan selalu mendoakan kesuksesan bagiku. Bapak dan ibu yang tak pernah mengeluh bekerja walaupun di usia yang tak lagi muda. Terimakasih sebesar-besarnya untuk bapak dan ibu yang selama ini melakukan apa saja demi mewujudkan cita-citaku. Sayangku Untuk Bapak dan ibu.

Suamiku Tiko Cahyono dan Anakku Farel Restu Pratama

Maafkan saya yang membagi waktu untuk menyelesaikan karya ini. Terimakasih untuk suport dan tak pernah mengeluh selama ini. Bertanda cinta untukmu suami dan anakku.

Almamater ku Tercinta

Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**MODEL S. R SINGH PADA FUZZY TIME SERIES DALAM PERAMALAN**” . Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis dibantu oleh banyak pihak baik dalam hal bimbingan, dorongan, maupun saran. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Nusyirwan, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, ide, saran dan kritik bagi penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Amanto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan dukungan dan semangat bagi penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Widiarti, S.Si., M.Si., selaku penguji yang telah memberikan saran dan kritik dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Asmiati, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang memberikan bimbingan dan selama perkuliahan.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
6. Bapak Dr. Eng. Sucipto Dwi Yuwono, S.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Pngetahuan Alam Universitas Lampung.

7. Bapak, ibu, dan kakak-kakak, yang selalu memberikan semangat, arahan, dukungan, cinta dan kasih sayang serta selalu berdoa demi kesuksesan penulis.
8. Sahabat seperjuangan (Susi, Eria, Ismawati, Endang, Hesti dan Rara).
9. Keluarga besar HIMATIKA FMIPA Unila dan seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Bandar Lampung, 11 Februari 2022
Penulis,

Wiranti Febriyanti
NPM.1617031020

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|----------------------------------------------------------|------------|
| DAFTAR TABEL | iii |
| DAFTAR GAMBAR..... | iv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | v |
| 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 Analisis Deret Waktu | 4 |
| 2.2 Statistika Deskriptif..... | 4 |
| 2.3 Peramalan..... | 5 |
| 2.4 Pola Data dalam Peramalan | 5 |
| 2.5 Logika <i>Fuzzy</i> | 8 |
| 2.6 Himpunan <i>Fuzzy</i> | 9 |
| 2.7 <i>Fuzzy Time Series</i> | 10 |
| 2.8 <i>Fuzzy Time Series</i> Model S.R. Singh..... | 11 |
| 2.9 Pengukuran Ketepatan Hasil Peramalan | 14 |
| 2.9.1 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> | 15 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| III. METODOLOGI PENELITIAN | 16 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 16 |
| 3.2 Data Penelitian | 16 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 16 |
| | |
| IV.HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 18 |
| 4.1 Deskripsi Data..... | 18 |
| 4.2 Penentuan model S.R Singh pada Fuzzy Time Series | 18 |
| 4.3 Peramalan menggunakan Model S. R Singh Pada <i>fuzzy Time Series</i> | 19 |
| 4.3.1 Menentukan Himpunan Semesta Pembicaraan..... | 20 |
| 4.3.2.Menentukan Banyaknya Himpunan <i>Fuzzy</i> | 21 |
| 4.3.3 Menghitung Nilai Tengah Himpunan <i>Fuzzy</i> | 25 |
| 4.3.4.Pendefinisian Derajat Keanggotaan Himpunan <i>Fuzzy</i> terhadap A_i dalam Proses <i>Fuzzyfikasi</i> | 26 |
| 4.3.5.Fuzzyfikasi Data Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama.... | 28 |
| 4.3.6. Penentuan <i>Fuzzy Logical Relationship</i> (FLR) dari Data Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama..... | 30 |
| 4.3.7 Menentukan Fuzzy Logical Relation Group (FLRG) dari Data Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama..... | 32 |
| 4.3.8. Perhitungan <i>Defuzzyfikasi</i> Nilai Peramalaan dari Data Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama. | 33 |
| 4.3.9. Perhitungan Nilai Mape Dari Hasil Peramalan..... | 36 |
| | |
| V KESIMPULAN..... | 37 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 38 |

DAFTAR TABEL

Halaman

| | |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Nilai MAPE untuk Evaluasi Peramalan..... | 15 |
| Tabel 4.2 Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama | 18 |
| Tabel 4.3 2Selisih Absolut Data Historis..... | 21 |
| Tabel 4.3.3 Nilai Tengah Himpunan <i>fuzzy</i> | 24 |
| Tabel 4.3.4 Hasil Fuzzyfikas..... | 26 |
| Tabel 4.3.5 Fuzzyfikasi Data Jumlah Penumpang Kapal Laut | 27 |
| Tabel 4.3.6 FLR dari Data Jumlah Penumpang Kapal Laut | 30 |
| Tabel 4.3.7 FLRG dari Data Jumlah Penumpang Kapal Laut. | 32 |
| Tabel 4.3.8 <i>Defuzzyfikasi</i> Nilai Peramalan. | 33 |
| Tabel 4.3.9 Hasil Defuzzyfikasi Nilai Pramalan..... | 34 |
| Tabel 4.3.10 Perhitungan Nilai MAPE dari Hasil Peramalan..... | 35 |

DAFTAR GAMBAR

Halaman

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Pola Horizontal..... | 6 |
| Gambar 2.2 Pola Musiman..... | 6 |
| Gambar 2.3 Pola Siklis..... | 7 |
| Gambar 2.4 Pola Trend. | 8 |
| Gambar 4.1 <i>Time series plot</i> data Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama. | 19 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Selisih Absolut Data Historis. | 39 |
| Lampiran 2. Hasil <i>Defuzzyfikasi</i> Nilai Peramalan..... | 41 |
| Lampiran 3. Perhitungan Nilai MAPE dari Hasil Peramalan. | 43 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Data deret waktu adalah data yang direkam di dalam interval waktu yang sama dalam jangka waktu yang relatif panjang. Interval waktu perekaman dapat terjadi sangat singkat maupun cukup panjang tergantung dari jenis data yang digunakan. Analisis yang memerlukan jumlah data yang banyak dalam suatu periode tertentu dinamakan analisis deret waktu. Analisis deret waktu adalah salah satu metode statistika yang digunakan untuk mengolah data deret waktu sehingga diperoleh model pada peramalan. Peramalan adalah suatu kegiatan yang dilakukan oleh seorang peneliti dalam meramalkan kejadian di masa yang akan datang dengan menggunakan pendekatan ilmu tertentu (Yudi, 2018).

Peramalan memiliki peranan yang besar dalam kehidupan manusia. Hal ini terjadi karena peramalan digunakan untuk mengetahui suatu nilai yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Metode dalam analisis deret waktu memiliki beberapa pilihan yang dapat digunakan dalam meramalkan data, seperti ARIMA, SARIMA, *Smoothing*, fungsi transfer dan sebagainya. Metode-metode tersebut memiliki kelemahan yaitu membutuhkan banyak data historis dan mensyaratkan asumsi-asumsi tertentu yang harus dipenuhi, seperti metode ARIMA dan SARIMA. Metode yang berkembang untuk mengatasi kelemahan-kelemahan pada metode peramalan sebelumnya ialah metode *fuzzy time series* (Wang, 2015).

Fuzzy time series adalah peramalan data yang menggunakan himpunan *fuzzy* sebagai dasar pemodelan peramalan. Peramalan dengan *Fuzzy time series* adalah peramalan dengan mengolah pola data masa lalu kemudian digunakan

untuk meramalkan data yang akan datang. *Fuzzy time series* memiliki kelebihan berupa tidak memerlukan jumlah data historis dalam jumlah banyak dan tidak memerlukan asumsi dalam melakukan peramalan. *Fuzzy time series* pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1994) lalu dikembangkan oleh S. R. Singh (2007). *Fuzzy time series* dengan model S. R. Singh digunakan untuk peramalan yang bersifat jangka pendek dengan pola data stasioner maupun non-stasioner. Penerapan *Fuzzy time series* dengan model S. R. Singh salah satunya akan dilakukan untuk meramalkan jumlah penumpang kapal laut.

Pada umumnya Kapal Laut saat ini telah menjadi salah satu media transportasi andalan masyarakat Indonesia untuk melakukan perjalanan melewati pulau satu kepulauan lainnya. Pada masa liburan, PT Pelabuhan Indonesia (Pelindo) harus memberangkatkan Kapal Laut tambahan untuk mengatasi jumlah penumpang yang terjadi. Oleh karena itu, diperlukan suatu peramalan untuk mengatasi jumlah penumpang yang mungkin terjadi pada masa liburan serta mencegah jumlah penumpang yang tidak terangkut oleh kapal laut .

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan. Penulis akan menggunakan model S. R. Singh pada *Fuzzy Time Series* dalam rangka meramalkan Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama, dan menggunakan data Bulan Januari 2016-September 2020. Kemudian untuk mengukur ketepatan hasil peramalan terhadap data asli menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan model S. R. Singh pada *Fuzzy Time Series*.
2. Melakukan peramalan Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama menggunakan model S. R. Singh pada *Fuzzy Time Series*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu menambah pengetahuan tentang logika *fuzzy* untuk peramalan data deret waktu dan memberikan informasi kepada pembaca apabila ingin melakukan penelitian mengenai model S. R. Singh pada *Fuzzy Time Series*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Deret Waktu

Menurut Makridakis, dkk (1999), analisis deret waktu merupakan salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilitas keadaan yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan. Analisis deret waktu didasarkan pada pengamatan sekarang (D_t) dipengaruhi oleh satu atau beberapa pengamatan sebelumnya (D_{t-k}).

Data deret waktu adalah data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu (Makridakis, dkk., 1999). Data deret waktu berhubungan dengan data statistik yang dicatat dan diselidiki dalam interval waktu, seperti penjualan, harga, persediaan, produksi, tenaga kerja, nilai tukar (*kurs*), harga saham dan lain-lain.

2.2 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2004). Analisis ini dilakukan dengan melihat ukuran pemusatan, ukuran penyebaran serta melihat secara visual dalam bentuk plot deret waktu.

2.3 Peramalan

Menurut Santosa, dkk (2019), peramalan (*forecasting*) merupakan suatu teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini. Peramalan biasanya dilakukan untuk mengurangi ketidakpastian terhadap sesuatu yang terjadi di masa yang akan datang. Suatu usaha untuk mengurangi ketidakpastian tersebut dilakukan dengan menggunakan metode peramalan.

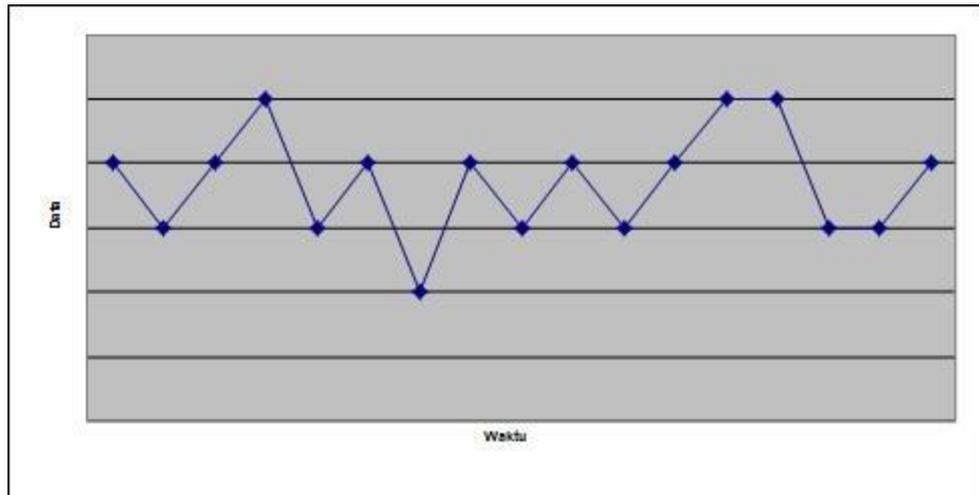
Metode peramalan dibagi ke dalam dua kategori utama, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kuantitatif dilakukan apabila informasi masa lalu tersedia sehingga peramalan bisa dilakukan, informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik. Dalam metode kualitatif pendapat-pendapat dari para ahli akan menjadi pertimbangan dalam pengambilan keputusan sebagai hasil dari peramalan yang telah dilakukan, apabila ada data masa lalu tersedia, peramalan dengan metode kuantitatif akan lebih efektif digunakan dibandingkan dengan metode kualitatif (Makridakis, dkk., 1999).

2.4 Pola Data dalam Peramalan

Menurut Makridakis, dkk (1999), terdapat empat pola data yang lazim ditemui dalam peramalan yaitu sebagai berikut:

1. Pola Horizontal

Pola horizontal terjadi bila data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang konstan. Produk yang tingkat penjualan tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut ini:

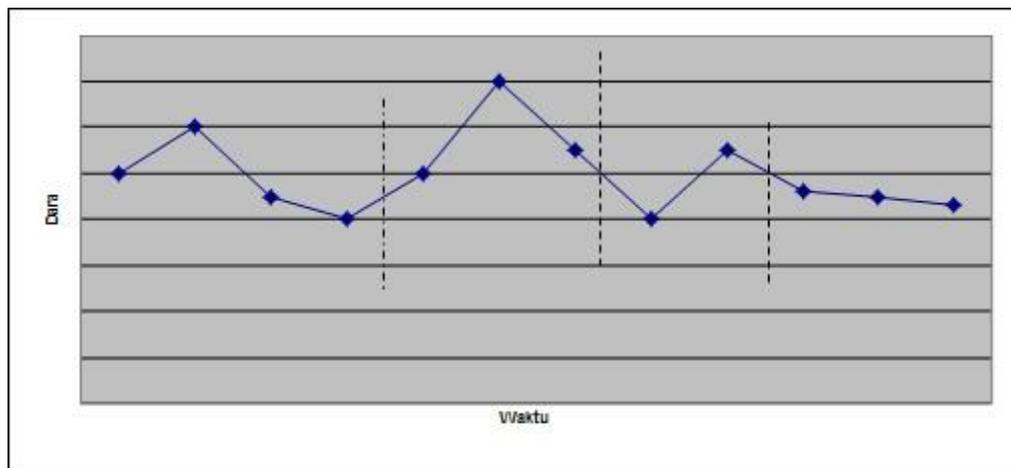


Gambar 2.1. Pola Horizontal

2. Pola Musiman

Pola musiman terjadi bila nilai data dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan atau hari-hari pada minggu tertentu).

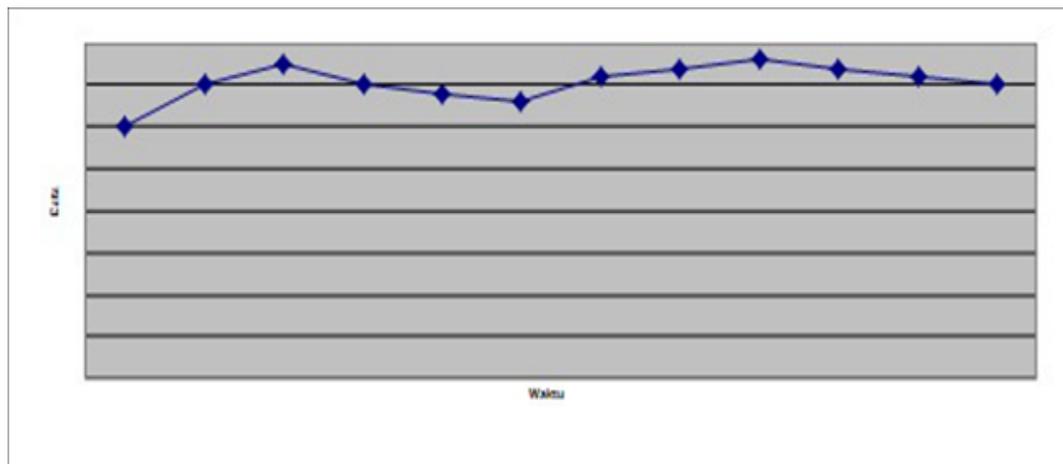
Struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2. Pola Musiman

3. Pola Siklis

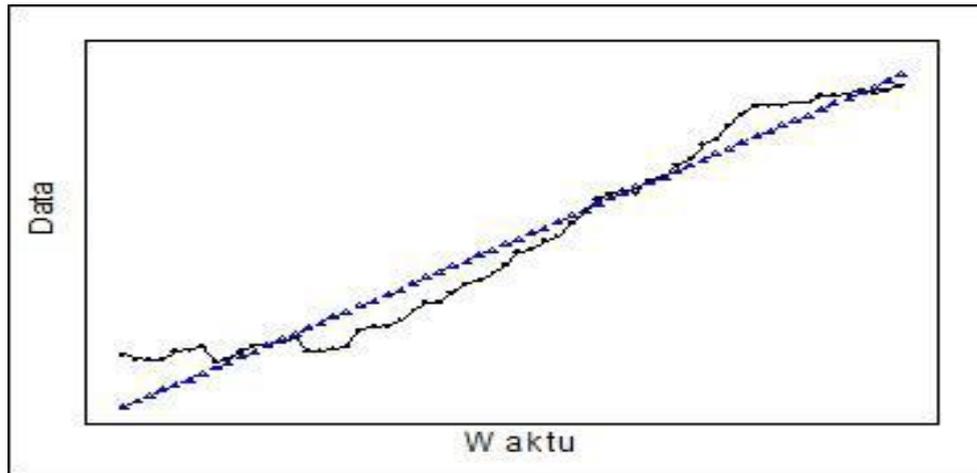
Pola siklis terjadi bila data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Dalam kegiatan bisnis dan ekonomi, gerakan-gerakan hanya dianggap siklik apabila timbul kembali setelah jangka waktu lebih dari 1 tahun (Cryer, 2008). Struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.3. Pola Siklis

4. Pola Trend

Pola *Trend* terjadi bila ada kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Pola *trend* sangat berguna untuk membuat peramalan (*forecasting*) yang merupakan perkiraan masa depan yang diperlukan bagi perencanaan (Supangat, 2007). Struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.4. Pola *Trend*

2.5 Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965 (Kusumadewi dan Purnomo, 2013). Beberapa definisi logika *fuzzy* adalah sebagai berikut:

- a. Menurut Kusumadewi (2003), logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinu dan logika *fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran.
- b. Menurut Susilo (2006), logika *fuzzy* adalah logika yang menggunakan konsep sifat kesamaran. Sehingga logika *fuzzy* adalah logika dengan tak hingga banyak nilai kebenaran yang dinyatakan dalam bilangan real dalam selang $[0,1]$.

Menurut Sutojo, dkk (2010), hal-hal yang harus diperhatikan dalam memahami logika *fuzzy* yaitu :

1. Variabel *fuzzy*, yaitu variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contohnya : penghasilan, temperatur, permintaan, umur, dan sebagainya.
2. Himpunan *fuzzy*, yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Contohnya : variabel temperatur terbagi menjadi 5

himpunan *fuzzy*, yaitu dingin, sejuk, normal, hangat dan panas.

3. Semesta pembicaraan, yaitu keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicara dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya

Contoh :

- a. Semesta pembicaraan untuk variabel umur : $[0, \infty]$
- b. Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur : $[0, 40]$

4. Domain himpunan *fuzzy*, yaitu keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam himpunan *fuzzy*. Domain merupakan himpunan riil yang senantiasa naik (bertambah) secara menonton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Contohnya :

- a. Muda : $[0, 45]$
- b. Parobaya : $[35, 55]$
- c. Tua : $[45, \infty]$
- d. Dingin : $[0, 20]$
- e. Hangat : $[25, 35]$
- f. Panas : $[30, 40]$

2.6 Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan himpunan yang digunakan untuk mengantisipasi kelemahan dari himpunan *crisp*. Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu *item* x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A(x)$, hanya memiliki dua kemungkinan, yaitu satu (1) yang berarti bahwa suatu *item* menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau nol (0), yang berarti bahwa suatu *item* tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan. Sedangkan pada himpunan *fuzzy*, nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila *item* x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* $\mu_A[x] = 0$ berarti *item* x tidak menjadi anggota himpunan A ,

demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* $\mu_A [x] = 1$ berarti anggota penuh pada himpunan A (Sigh, 2007).

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: muda, parobaya dan tua.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu Variabel, seperti: 40, 25, 50, dsb.

2.7 Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series (FTS) merupakan metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalannya menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Secara kasar himpunan *fuzzy* dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar. Nilai-nilai yang digunakan dalam peramalan *fuzzy time series* adalah himpunan *fuzzy* dari bilangan-bilangan real atas himpunan semesta yang sudah ditentukan. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk menggantikan data historis yang akan diramalkan (Tauryawati dan Irawan, 2014).

Menurut Redi (2018), telah mengembangkan konsep-konsep dasar dalam metode peramalan *fuzzy time series*. Adapun langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

Definisi 2.7.1. Misal (t) ($t = \dots, 0, 1, 2, \dots$), adalah himpunan bagian dari \mathbb{R} , menjadi semesta pembicaraan yang mana himpunan *fuzzy* $f_i(t)$ ($i = 1, 2, \dots$) yang telah didefinisikan dan $F(t)$ adalah kumpulan dari $f_i(t)$ ($i = 1, 2, \dots$). Maka $F(t)$ disebut *fuzzy time series* pada $F(t)(t = \dots, 0, 1, 2, \dots)$.

Definisi 2.7.2. Jika untuk semua $f_j(t) \in F(t)$ dimana $j \in J$, ada $f_i(t-1) \in F(t-1)$ dimana $i \in I$ sedemikian sehingga ada *fuzzy relation* $R_{ij}(t, t-1)$ dan

$f_j(t) = f_i(t-1) \circ R_{ij}(t, t-1)$ dimana ‘ \circ ’ adalah komposisi *max-min*, maka $F(t)$ hanya disebabkan oleh $F(t-1)$. Dinotasikan sebagai berikut:

$$f_i(t-1) \rightarrow f_i(t) \quad (2.1)$$

atau ekuivalen dengan,

$$F(t-1) \rightarrow F(t)$$

Definisi 2.7.3. Jika untuk semua $f_j(t) \in F(t)$ dimana $j \in J$ ada $f_i(t-1) \in F(t-1)$ dimana $i \in I$ dan *fuzzy relation* $R_{ij}(t, t-1)$ sedemikian sehingga $f_j(t) = f_i(t-1) \circ R_{ij}(t, t-1)$, misal $R(t, t-1) = \bigcup_{i,j} R_{ij}(t, t-1)$ dimana ‘ \cup ’ adalah operator gabungan. Maka $R(t, t-1)$ disebut *fuzzy relation* antara $F(t)$ dan $F(t-1)$ dan ini didefinisikan dengan persamaan *fuzzy relational* sebagai berikut:

$$F(t) = F(t-1) \circ R_{ij}(t, t-1) \quad (2.2)$$

Definisi 2.7.4. Misalkan $F(t)$ adalah *fuzzy time series* ($t = \dots, 0, 1, 2, \dots$) dan $t_1 \neq t_2$. Jika untuk semua $f_i(t_1) \in F(t_1)$ ada $f_j(t_2) \in F(t_2)$ sedemikian sehingga $f_i(t_1) = f_j(t_2)$ dan sebaliknya, maka didefinisikan $F(t_1) = F(t_2)$.

Definisi 2.7.5. Misalkan $R_1(t, t-1) = \bigcup_{i,j} R_{ij}(t, t-1)$ dan $R_2(t, t-1) = \bigcup_{i,j} R_{ij}^2(t, t-1)$ adalah dua *fuzzy relation* antara $F(t)$ dan $F(t-1)$. Jika untuk semua $f_j(t) \in F(t)$ dimana $j \in J$ ada $f_i(t-1) \in F(t-1)$ dimana $i \in I$ dan *fuzzy relations* $R_{ij}(t, t-1)$ dan $R_{ij}^2(t, t-1)$ sedemikian sehingga $f_j(t) = f_i(t-1) \circ R_{ij}(t, t-1)$ dan $f_j(t) = f_i(t-1) \circ R_{ij}^2(t, t-1)$, maka didefinisikan $R_1(t, t-1) = R_2(t, t-1)$.

2.8 Fuzzy Time Series Model S. R Singh

Menurut S. R. Singh (2007) sebuah *fuzzy set* adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan sebuah rangkaian kesatuan dari derajat keanggotaan (*grade of membership*). Misalkan U adalah himpunan semesta dengan $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$

dengan u_i adalah nilai yang mungkin dari U , kemudian variabel linguistik A_i terhadap U dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{2} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_p)}{u_p} \quad (2.3)$$

μ_{A_i} adalah *membership function* 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 .

Adapun langkah-langkah peramalan menggunakan *time series* model S. R Singh adalah sebagai berikut :

Langkah 1. Menentukan *universe of discourse* (semesta pembicaraan atau U).

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2] \quad (2.4)$$

dengan,

D_{min} = data minimum

D_{max} = data maksimum

D_1 dan D_2 adalah nilai konstanta

Langkah 2. Menentukan banyaknya himpunan *fuzzy* dengan langkah sebagai berikut :

1. Menentukan panjang interval U dengan rumus sebagai berikut :

$$R = D_{max} + D_2, D_{min} - D_1 \quad (2.5)$$

2. Menghitung rata-rata nilai selisih (*lag absolute*) dengan rumus sebagai berikut:

$$mean = \frac{\sum_{t=1}^{N-1} (D_{t-1}) - D_1}{N-1} \quad (2.6)$$

- a. Menentukan basis interval, hasil dari proses (2.6) dibagi 2 dengan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{mean}{2} \quad (2.7)$$

- b. Setelah mendapatkan nilai basis interval jangkauan dari basis tersebut dapat digunakan sebagai panjang interval himpunan *fuzzy*.
- c. Menentukan banyaknya himpunan *fuzzy* dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{R}{K} \quad (2.8)$$

- d. Mencari nilai tengah himpunan *fuzzy* dengan rumus sebagai berikut:

$$m_i = \frac{(Batas\ bawah\ u_i + Batas\ atas\ u_i)}{2} \quad (2.9)$$

Langkah 3. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* A_i dan melakukan fuzzifikasi pada data yang diamati. Misal A_1, A_2, \dots, A_k adalah himpunan *fuzzy* yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik. Pendefinisian himpunan *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_k pada semesta pembicaraan U adalah sebagai berikut:

$$A_1 = 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + \dots + 0/u_p$$

$$A_2 = 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + \dots + 0/u_p$$

$$A_3 = 0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4 + \dots + 0/u_p$$

.

.

.

$$A_p = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0,5/u_{p-1} + 1/u_p$$

dimana $u_i (i = 1, 2, \dots, p)$ adalah elemen dari himpunan semesta (U) dan bilangan yang diberi simbol ”/” menyatakan derajat keanggotaan $\mu_{A_i}(u_i)$ terhadap $A_i (i = 1, 2, \dots, p)$ yang mana nilainya adalah 0, 0.5 atau 1.

Langkah 4. Melakukan dan membuat tabel *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) berdasarkan data yang diamati. Dimana $A_i \rightarrow A_j$ ditentukan berdasarkan nilai

A_i yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya dan A_i adalah tahun n dan A_j tahun $n+1$ pada data *time series*.

Langkah 5. Mengklasifikasikan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) yang telah diperoleh dari langkah ke-4 ke dalam grup-grup sehingga terbentuk *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG). Misalnya jika FLR berbentuk $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_3, A_1 \rightarrow A_1$, maka FLRG terbaik yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_3$ tanpa ada pengulangan pada hubungan yang sama.

Langkah 6. Menghitung nilai peramalan atau *defuzzifikasi*. Jika $F(t-1) = A_i$, maka nilai peramalan harus sesuai dengan beberapa aturan yaitu sebagai berikut :

- I. Jika FLR dari A_i tidak ada ($A_i \rightarrow \#$), maka $F(t) = A_i$
- II. Jika hanya terdapat satu FLR $A_i \rightarrow A_j$, maka $F(t) = A_j$
- III. Jika ($A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$) maka $F(t) = A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$.

Misalkan $F(t) = A_1, A_2, \dots, A_n$, maka persamaan untuk mencari nilai peramalan akhir adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}(t) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{k} \quad (2.10)$$

dengan,

$\hat{y}(t)$ = defuzzifikasi / peramalan

m_i = nilai tengah dari A_i

2.9 Pengukuran Ketepatan Hasil Peramalan

Metode peramalan bertujuan untuk menghasilkan ramalan optimum yang tidak memiliki tingkat kesalahan besar. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil peramalan akan semakin mendekati nilai aktual. Standar umum pengukuran kesalahan peramalan yang digunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk persentase akurasi (Brooks, 2014).

2.9.1 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran presentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *Mean Absolute Percentage Error* adalah sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{D_t - F_t}{D_t} \right| \times 100\% \quad (2.11)$$

dimana,

D_t = nilai aktual pada waktu ke-t

F_t = nilai peramalan pada waktu ke-t

n = banyak data

Nilai MAPE digunakan untuk menganalisa kinerja proses peramalan seperti yang tertera pada tabel berikut :

Tabel 2.1. Nilai MAPE untuk Evaluasi Peramalan

| Nilai MAPE | Akurasi Peramalan |
|--------------------------|--------------------------|
| $MAPE \leq 10 \%$ | Tinggi |
| $10\% < MAPE \leq 20 \%$ | Baik |
| $20\% < MAPE \leq 50 \%$ | <i>Reasonable</i> |
| $MAPE \geq 50 \%$ | Rendah |

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun akademik 2021/2022 di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama dari Bulan Januari 2016 sampai dengan September 2020 dan merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Teknis analisis dalam penelitian ini menggunakan bantuan *Microsoft office excel*.

3.3 Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis Statistika Deskriptif.
2. Menentukan *universe of discourse* (semesta pembicaraan atau U).
3. Menentukan jumlah interval dan panjang interval.
4. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* A_i dan melakukan fuzzifikasi pada data yang diamati.

5. Membuat tabel *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) berdasarkan data yang diamati.
6. Mengklasifikasikan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) yang telah diperoleh dari langkah ke-5 ke dalam grup-grup sehingga terbentuk *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG).
7. Menghitung nilai peramalan atau defuzzifikasi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Plot time series Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama dari bulan Januari 2016 hingga bulan September 2020 menunjukkan jumlah tertinggi pada bulan Juli 2017. Yaitu sebesar 107.208 (orang). Kemudian jumlah terendah yaitu pada bulan Mei 2020 yaitu sebesar 2.810. Plot data yang terbentuk pada data Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama yaitu pola data musiman.
2. Hasil peramalan data Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama pada bulan Oktober 2020 dengan menggunakan menggunakan Fuzzy Time Series (FTS) model S.R Singh adalah sebesar 20.347,50.
3. Nilai MAPE dari hasil peramalan data Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Utama pada bulan Oktober 2020 adalah sebesar 0,958035%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswi dan Sukarna. 2006. *Analisis Data Deret Waktu: Teori dan Aplikasi*. Makassar: Andira Publisher.
- Brooks, C. 2014. *Introductory Econometrics for Finance 3rd ed.* Cambridge University Press, New York.
- Cryer, J.D. dan Chan, K.S. 2008. *Time Series Analysis With Application in R Second Edition*. Springer, New York.
- Febyani Rachim, Tarno, & Sugito (2020). Perbandingan *fuzzy time series* dengan metode chen dan metode S.R Singh. *Jurnal GAUSSIAN*: **9**(3), 306-315
- Fauziah, N., Wahyuningsih, S., dan Nasution, Y.N. 2016. Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda, *Statistika* Vol.4.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasi), Edisi Pertama*. Jakarta: Graha Ilmu
- Kusumadewi, S. dan Purnomo, H. 2013. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Ed. Ke-2. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C. dan McGee, V.E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1*. Diterjemahkan oleh Ir. Untung Sus Adriyanto, M.Sc. dan Ir. Abdul Basith, M.Sc. Ed. ke-2. Erlangga, Jakarta
- Riski, F. P. 2020. Penerapan Model Chen Pada Fuzzy Time Series Dalam Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Di Sumatera (Skripsi). Bandar Lampung. Universitas Lampung.

- Santoso, S. 2009. *Business Forecasting: Metode Peramalan Bisnis Masa Kini dengan MINITAB dan SPSS*. PT. Elex Media Komputindo , Jakarta.
- Singh, S. R. 2007. A Simple Time Variant Method for Fuzzy Time Series Forecasting. *Cybernetics and System: An Int. Journal*. **38**: 305-321.
- Sugiyono. 2004. *Statistika Untuk Penelitian: Cetakan Keenam*. Bandung:Alaska.
- Supangat, A.M. 2007. *Statistika Dalam Kajian Deskriptif*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V. (2010). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Susilo, Frans. 2006. *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Graha Ilmu
- Tauryawati, M.L., dan Irawan, M.I. 2014. Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng Dan Metode Box-Jenkins Untuk Memprediksi IHSG. **ISSN.3** : 2337 – 3539.
- Wang, Y., Lei, Y., Fan, X., & Wang, Y. (2015). Intuitionistic Fuzzy Time Series Forecasting Model Based on Intuitionistic Fuzzy Reasoning. *International Journal of Mathematical Problems in Engineering* :2016(1), 1-12.
- Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. Second Edition. Pearson Education Inc., Canada.
- Yudi. (2018). Peramalan Penjualan Mesin Industri Rumah Tangga dengan Metode Fuzzy Time Series Reuy Cyin TSaur. *Jurnal Informatika Kaputama* :2(1), 53-59.