

**PERAMALAN PENDAPATAN PAJAK HOTEL DAN  
RESTORAN MENGGUNAKAN METODE *TRIPLE  
EXPONENTIAL SMOOTHING, BROWN'S DOUBLE  
EXPONENTIAL SMOOTHING, SERTA FUZZY TIME SERIES***

(Studi Kasus: Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran Kota Yogyakarta

Periode Januari 2016 – April 2021)

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Program  
Studi Statistika



Disusun Oleh:

Rizki Amalia

18611136

**PROGRAM STUDI STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING  
TUGAS AKHIR**

Judul : Peramalan Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran  
Menggunakan Metode *Triple Exponential Smoothing*,  
*Brown's Double Exponential Smoothing*, Serta *Fuzzy  
Time Series*  
(Studi Kasus: Jumlah Pendapatan Pajak Hotel dan  
Restoran Kota Yogyakarta Periode Januari 2016 –  
April 2021).

Nama Mahasiswa : Rizki Amalia

NIM : 18611136

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK  
DIUJIKAN**

Mengetahui  
**Ketua Prodi Statistika**



(Dr. Edy Widodo, S.Si., M.Si.)

Yogyakarta, 11 Juli 2022  
**Pembimbing**



(Muhammad Hasan Sidiq K, S.Si., M.Sc.)

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**

**PERAMALAN PENDAPATAN PAJAK HOTEL DAN RESTORAN**  
**MENGGUNAKAN METODE *TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING*,**  
***BROWN'S DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING*, SERTA *FUZZY TIME***  
***SERIES***

(Studi Kasus: Jumlah Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran Kota Yogyakarta  
Periode Januari 2016 – April 2021)

Nama Mahasiswa : Rizki Amalia

NIM : 18611136

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN**  
**PADA TANGGAL : 5 Juli 2022**

**Nama Penguji**

**Tanda Tangan**

1. Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc



2. Kariyam, S.Si., M.Si



3. Muhammad Hasan Sidiq K, S.Si., M.Sc.



Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



(Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.)



## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr.Wb*

Alhamdulillah Robbil 'Alamin, Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penyusun diberi keimanan, kekuatan, kesabaran, kelancaran serta keselamatan selama melaksanakan Kerja Praktik sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam tak lupa juga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Laporan ini disusun dalam rangka pemenuhan persyaratan mahasiswa/i untuk mendapatkan gelar strata satu (S1) program studi statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. Laporan yang berjudul "Peramalan Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran Menggunakan Metode *Triple Exponential Smoothing, Brown's Double Exponential Smoothing, Serta Fuzzy Time Series*". Dalam proses penyusunan laporan, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Fathul Wahid, S.T., M.SC., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Prof. Riyanto. S.Pd., M.Si., Ph.D. selaku dekan FMIPA UII beserta jajarannya.
3. Dr. Edy Widodo, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Statistika beserta seluruh jajarannya.
4. Muhammad Hasan Sidiq Kurniawan, S.Si., M.Sc, selaku dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir.
5. Kedua Orang Tua, Bapak Fatkur dan Ibu St. Nur Hidayati, serta Adik saya tercinta Melvin Zainal Asiqin, yang selalu memberikan kasih sayang, mendukung, mendoakan, dan memberikan bantuan baik moril maupun materil untuk kelancaran penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

6. Teman-teman seperjuangan: Belinda, Dae Ratu, Asha Rizkiana, Wulan Maghfirotul, Inu Alifiyah, Galuh Puspita serta Irbah Balqis yang telah menemani, mendukung dan sama-sama berjuang dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman satu kelompok bimbingan yang senantiasa berbagi suka cita, serta menemani selama perkuliahan dan mengerjakan laporan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas Kerja Praktik beserta laporannya.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan ridho-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis. Amin ya Rabbal Alamiin.

Dalam Penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang berkaitan dengan laporan ini agar menjadi lebih baik.

*Wassalamualaikum Wr.Wb*

Yogyakarta, 11 Juli 2022



Rizki Amalia

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
PERNYATAAN .....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	7
1.3. Batasan Masalah.....	7
1.4. Tujuan Penelitian .....	8
1.5. Manfaat Penelitian .....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
BAB III LANDASAN TEORI.....	13
3.1. Pajak.....	13
3.1.1 Pengertian Pajak Hotel .....	14
3.1.2 Pengertian Pajak Restoran .....	15
3.2. Analisis Runtun Waktu .....	15
3.3. Peramalan .....	17
3.4. <i>Exponential Smoothing</i> .....	18
3.4.1 <i>Brown's Double Exponential Smoothing</i> .....	19
3.4.2 <i>Triple Exponential Smoothing</i> .....	21
3.5. Himpunan Fuzzy .....	23
3.6. Fuzzifikasi .....	24
3.7. Defuzzifikasi.....	24
3.8. <i>Fuzzy Time Series</i> .....	25
3.8.1 <i>Fuzzy Time Series Chen</i> .....	25
3.8.2 <i>Fuzzy Time Series Cheng</i> .....	30
3.9. Ukuran Ketepatan Peramalan.....	33
3.9.1 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> .....	33
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....	35
4.1. Populasi Penelitian .....	35
4.2. Jenis dan Sumber Data .....	35
4.3. Variabel penelitian .....	35
4.4. Metode Analisis .....	36
4.5. Tahapan Analisis .....	36
4.5.1 Tahapan Analisis TES .....	36
4.5.2 <i>Brown's Double Exponential Smoothing dan Fuzzy Time Series Chen</i> serta <i>Cheng</i> .....	38
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40

5.1.	Analisis Pola Data Time Series.....	40
5.2.	Analisis <i>Triple Exponential Smoothing</i> .....	41
	5.2.1 Parameter optimal percobaan pertama .....	42
	5.2.2 Parameter optimal percobaan kedua.....	44
	5.2.3 Perbandingan Hasil Akurasi .....	47
5.3.	<i>Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)</i> .....	48
5.4.	Analisis <i>Fuzzy Time Series</i> .....	52
	5.4.1 <i>Fuzzy Time Series Chen</i> .....	52
	5.4.2 <i>Fuzzy Time Series Cheng</i> .....	60
	5.4.3 Ukuran ketepatan peramalan .....	63
5.5.	Perbandingan Nilai MAPE Tiga Metode .....	64
	BAB VI PENUTUP .....	66
6.1.	Kesimpulan .....	66
6.2.	Saran.....	67
	DAFTAR PUSTAKA .....	68
	LAMPIRAN .....	73



## DAFTAR TABEL

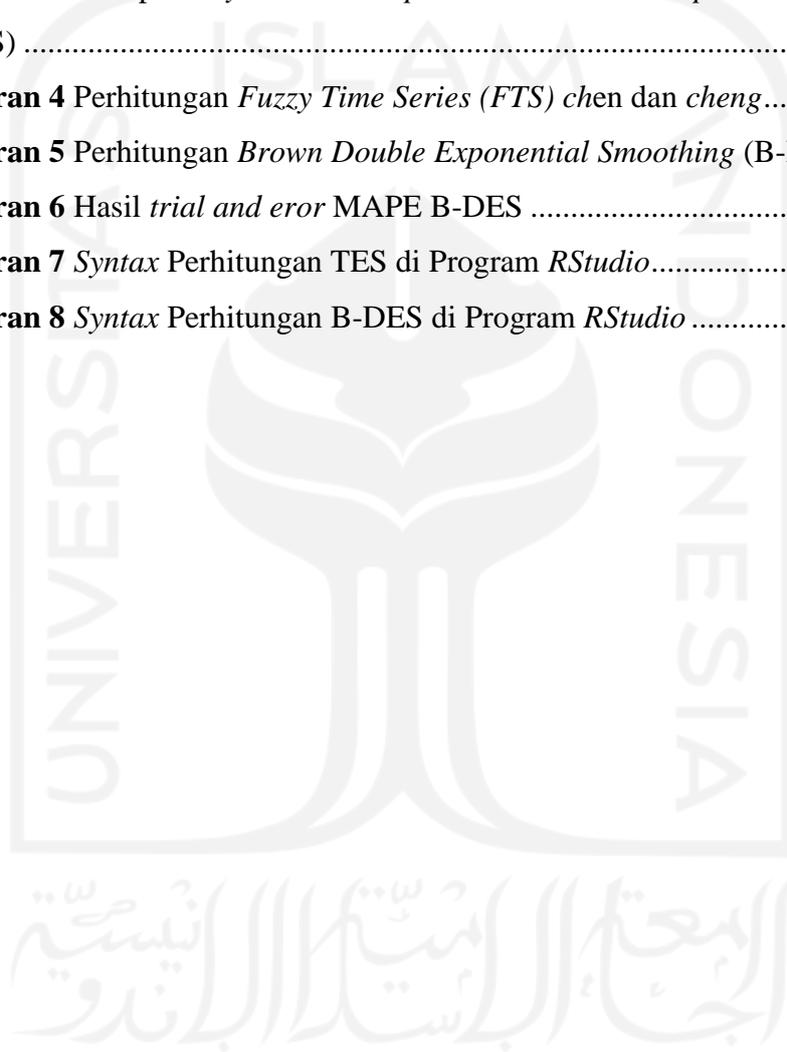
<b>Tabel 3.1</b> Contoh data produksi padi .....	20
<b>Tabel 3.2</b> Contoh data penjualan .....	22
<b>Tabel 3.3</b> Contoh data penjualan tanaman .....	26
<b>Tabel 3.4</b> Sub himpunan interval data penjualan tanaman.....	27
<b>Tabel 3.5</b> Matrik <i>aij</i> .....	28
<b>Tabel 3.6</b> Fuzzifikasi data penjualan tanaman .....	29
<b>Tabel 3.7</b> FLR data penjualan tanaman.....	29
<b>Tabel 3.8</b> Kriteria perhitungan MAPE .....	34
<b>Tabel 4.1</b> Definisi variabel .....	35
<b>Tabel 5.1</b> Tabel parameter.....	42
<b>Tabel 5.2</b> Tabel hasil peramalan metode TES.....	43
<b>Tabel 5.3</b> Tabel Parameter .....	44
<b>Tabel 5.4</b> Tabel hasil peramalan metode TES.....	46
<b>Tabel 5.5</b> Tabel perbandingan nilai akurasi (MAPE).....	47
<b>Tabel 5.6</b> Tabel perbandingan data aktual, <i>fitted value</i> , dan hasil peramalan.....	50
<b>Tabel 5.7</b> Tabel kelas interval .....	53
<b>Tabel 5.8</b> Tabel nilai keanggotaan .....	53
<b>Tabel 5.9</b> Tabel fuzzifikasi.....	55
<b>Tabel 5.10</b> Tabel FLR .....	56
<b>Tabel 5.11</b> Tabel FLRG .....	57
<b>Tabel 5.12</b> Tabel defuzzifikasi.....	57
<b>Tabel 5.13</b> Tabel hasil peramalan FTS Chen .....	58
<b>Tabel 5.14</b> Tabel hasil pembobotan .....	61
<b>Tabel 5.15</b> Tabel defuzzifikasi.....	61
<b>Tabel 5.16</b> Tabel hasil peramalan FTS Cheng .....	62
<b>Tabel 5.17</b> Tabel perbandingan nilai MAPE metode FTS Chen dan Cheng .....	63
<b>Tabel 5.18</b> Tabel perbandingan nilai MAPE ketiga metode .....	64

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram realisasi pajak kota Yogyakarta.....	3
<b>Gambar 1.2</b> Pendapatan pajak Hotel dan Restoran tahun 2016-2019.....	3
<b>Gambar 1.3.</b> Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran saat Covid-19.....	5
<b>Gambar 3.1</b> Grafik pola horizontal.....	16
<b>Gambar 3.2.</b> Grafik pola musiman.....	16
<b>Gambar 3.3</b> Grafik pola siklis.....	17
<b>Gambar 3.4.</b> Grafik pola trend.....	17
<b>Gambar 4.1</b> Flowchart peramalan dengan TES.....	37
<b>Gambar 4.2</b> <i>Flowchart</i> peramalan dengan B-DES dan FTS Chen, Cheng.....	39
<b>Gambar 5.1</b> Plot data pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta.....	40
<b>Gambar 5.2</b> Plot hasil peramalan metode TES.....	44
<b>Gambar 5.3</b> Plot Hasil peramalan metode TES.....	46
<b>Gambar 5.4</b> Plot hasil peramalan metode B-DES.....	50
<b>Gambar 5.5</b> Plot hasil peramalan FTS Chen.....	60
<b>Gambar 5.6</b> Plot hasil peramalan FTS Cheng.....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Data pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta Januari 2016 – April 2021 .....	73
<b>Lampiran 2</b> Tampilan syntax dan output metode <i>Triple Exponential Smoothing</i> (TES).....	76
<b>Lampiran 3</b> Tampilan <i>syntax</i> dan <i>output Brown Double Exponential Smoothing</i> (B-DES) .....	80
<b>Lampiran 4</b> Perhitungan <i>Fuzzy Time Series (FTS) chen dan cheng</i> .....	82
<b>Lampiran 5</b> Perhitungan <i>Brown Double Exponential Smoothing</i> (B-DES).....	84
<b>Lampiran 6</b> Hasil <i>trial and eror MAPE B-DES</i> .....	86
<b>Lampiran 7</b> <i>Syntax</i> Perhitungan TES di Program <i>RStudio</i> .....	88
<b>Lampiran 8</b> <i>Syntax</i> Perhitungan B-DES di Program <i>RStudio</i> .....	90



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 11 Juli 2022



( Rizki Amalia )  
Rizki Amalia

## INTISARI

### PERAMALAN PENDAPATAN PAJAK HOTEL DAN RESTORAN MENGUNAKAN METODE *TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING*, *BROWN'S DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING*, SERTA *FUZZY TIME* *SERIES*

(Studi Kasus: Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran Kota Yogyakarta Periode  
Januari 2016 – April 2021)

Rizki Amalia

Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia

Pajak adalah salah satu dari ke-tiga sumber dana potensial yang diakui sebagai hak pemerintah dalam penambahan kekayaan serta memajukan perekonomian baik negara maupun daerah. Perhitungan estimasi target penerimaan pajak yang tidak tepat berpengaruh pada berbagai rencana program kegiatan yang ditetapkan apalagi dimasa pandemi Covid-19 seperti sekarang yang memberikan dampak signifikan terhadap realisasi pendapatan asli daerah. Di kota Yogyakarta yang memiliki sektor potensial yaitu sektor swasta, pajak hotel dan restoran memiliki kontribusi besar bagi pendapatan daerah dibandingkan lainnya, sehingga melakukan peramalan merupakan salah satu langkah yang tepat guna dijadikan pedoman serta alat bantu pemerintah kota Yogyakarta dalam menyusun perencanaan, pengambilan keputusan, dan membuat kebijakan-kebijakan di masa yang akan datang sesuai dengan perkiraan target penerimaan pajak yang didapatkan. Dalam penelitian ini dilakukan *forecasting* pendapatan pajak hotel kota Yogyakarta periode Januari 2016 – April 2021. Namun, dikarenakan data saat adanya pandemi Covid-19 mengalami penurunan yang signifikan sehingga dalam melakukan peramalan data dibagi menjadi dua periode sebelum adanya pandemi dan saat adanya pandemi. Periode sebelum pandemi (Januari 2016 – Desember 2019) dilakukan peramalan menggunakan metode TES. Dengan menggunakan metode TES diperoleh MAPE sebesar 8,64% menggunakan  $\alpha = 0.25$ ,  $\beta = 0.1$ ,  $\gamma = 0.7$ . Sedangkan, periode saat adanya pandemi (Januari 2020 – April 2021) dilakukan peramalan menggunakan metode B-DES, FTS Chen serta Cheng. Dimana dari ketiga metode tersebut yang memperoleh MAPE terkecil adalah FTS Cheng yakni sebesar 54,4% dengan hasil peramalan untuk bulan Mei 2021 adalah Rp11.170.000.000,00. besarnya nilai MAPE tersebut menunjukkan adanya dampak nyata dari pandemi Covid-19 terhadap pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta.

**Kata Kunci** : Pajak, Peramalan, TES, B-DES, FTS Chen dan Cheng

## ABSTRACT

**FORECASTING OF HOTEL AND RESTAURANT TAX INCOME USING  
THE TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING, BROWN'S DOUBLE  
EXPONENTIAL SMOOTHING, AND FUZZY TIME SERIES METHODS**  
(Case Study: Yogyakarta City Hotel and Restaurant Tax Revenue Period  
January 2016 – April 2021)

Rizki Amalia

Department of Statistics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Islamic University of Indonesia

*Tax is one of the three potential sources of funds recognized as the government's right to increase wealth and promote the economy of both the state and the region. The calculation of the estimated tax revenue target that is not precise has an effect on various planned activity programs, especially during the current Covid-19 pandemic, which has a significant impact on the realization of regional original income. In the city of Yogyakarta, which has a potential sector, namely the private sector, hotel and restaurant taxes have a greater contribution to regional income compared to others, so forecasting is one of the right steps to be used as guidelines and tools for the Yogyakarta city government in planning, making decisions, and make future policies in accordance with the estimated tax revenue targets obtained. In this study, a forecasting of hotel tax revenue for the city of Yogyakarta was carried out for the period January 2016 – April 2021. However, due to the data during the Covid-19 pandemic, there was a significant decline so that in forecasting the data was divided into two periods before the pandemic and during the pandemic. The period before the pandemic (January 2016 – December 2019) was forecasted using the TES method. By using the TES method, the MAPE is 8.64% using  $\alpha=0.25$ ,  $\beta=0.1$ ,  $\gamma=0.7$ . Meanwhile, during the period of a pandemic (January 2020 – April 2021) forecasting is carried out using the B-DES, FTS Chen and Cheng methods. Where of the three methods the smallest MAPE is FTS Cheng which is 54.4% with forecasting results for May 2021 is Rp. 11.170.000.000.00. The magnitude of the MAPE value shows the real impact of the Covid-19 pandemic on hotel and restaurant tax revenues in the city of Yogyakarta.*

**Keywords:** Tax, Forecasting, TES, B-DES, FTS Chen and Cheng

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

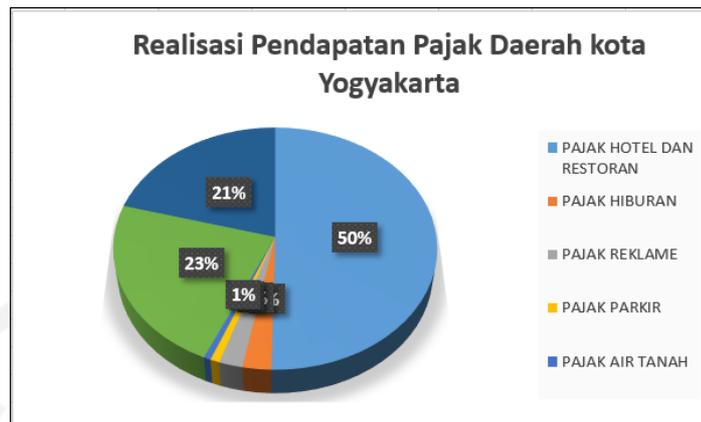
Indonesia merupakan negara yang memiliki tiga (3) sumber dana yang diakui sebagai hak pemerintah dalam penambahan kekayaan yang sangat potensial, salah satunya ialah pendapatan dari pajak, yang digunakan oleh pemerintah pusat maupun daerah sebagai salah satu sumber pembiayaan dalam penyelenggaraan roda pemerintah. Menurut UU No. 28 Tahun 2007 pajak adalah pungutan wajib kepada negara yang terutang oleh orang pribadi atau badan yang bersifat memaksa, dengan tidak mendapatkan imbalan secara langsung dan digunakan untuk keperluan negara bagi sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.

Pembagian pajak menurut otoritas pemungutan pajak terbagi menjadi pajak pusat (negara) dan pajak daerah (lokal). Pajak pusat ialah pajak yang dipungut pemerintah pusat melalui instansi terkait, contohnya: pajak pertambahan nilai (PPN) atau pajak yang dikenakan atas setiap pertambahan nilai dari barang atau jasa dalam peredarannya dari produsen ke konsumen, pajak penghasilan, serta pajak bumi dan bangunan. Sedangkan, pajak yang dipungut oleh pemerintah daerah terhadap rakyat yang terbatas pada daerah itu sendiri disebut pajak daerah (Priandini, 2017). Wewenang pemungutan pajak daerah didasarkan pada Undang-Undang nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah maka pemerintah daerah diberikan kewenangan untuk mengatur dan mengurus sendiri urusan pemerintahannya berdasarkan asas otonomi dan tugas pembantuan dimana diarahkan untuk mempercepat terwujudnya kesejahteraan masyarakat melalui peningkatan pelayanan, pemberdayaan dan peran serta masyarakat.

Undang-undang terkait otonomi daerah tersebut secara eksplisit menjelaskan bahwa seluruh daerah termasuk kabupaten/kota diberikan kewenangan dalam mengatur, mengelola dan membuat kebijakan-kebijakan untuk meningkatkan kualitas daerahnya sendiri. Salah satu kewenangan yang dimiliki pemerintah Daerah/Kota/Kabupaten ialah pengelolaan pajak daerah yang diharapkan menjadi

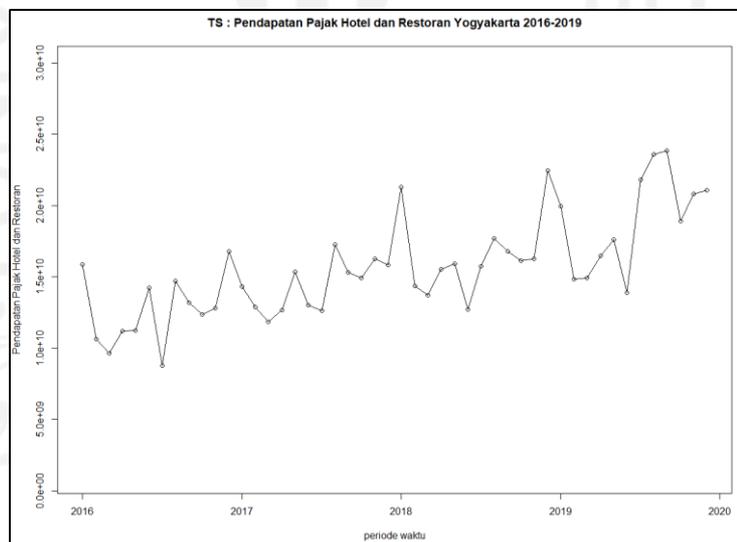
salah satu aspek utama yang berperan penting dalam memberikan kontribusi terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang digunakan untuk membiayai urusan pemerintahan, pembangunan maupun pemberdayaan masyarakat di daerah (Lohy, 2017). Pajak daerah secara spesifik diatur dalam Undang-undang Nomor 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah, dimana jenis-jenis pajak yang menjadi kewenangan pemerintah propinsi adalah Pajak Kendaraan Bermotor, Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor, Pajak Bahan Bakar Kendaraan Bermotor, Pajak Air Permukaan, dan Pajak Rokok. Sedangkan jenis-jenis pajak daerah yang menjadi kewenangan pemerintah kota/Kabupaten adalah Pajak Hotel, Pajak Restoran, Pajak Hiburan, Pajak Reklame, Pajak Penerangan Jalan, Pajak Mineral Bukan Logam dan Batuan, Pajak Parkir, Pajak Air Tanah, Pajak Sarang Burung Walet, Pajak Bumi dan Bangunan Perdesaan dan Perkotaan, dan Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan.

Yogyakarta adalah satu-satunya provinsi yang dijuluki daerah istimewa atau D.I.Y. Julukan daerah istimewa tersebut diberikan karena Yogyakarta memiliki kewenangan untuk mengatur dan mengurus wilayahnya sendiri. Pada provinsi DIY memiliki 5 kabupaten/kota didalamnya, salah satunya adalah kota Yogyakarta yang merupakan ibukotanya. Kota Yogyakarta memiliki sektor potensial yaitu sektor swasta, selain itu Yogyakarta juga terkenal dengan julukan Kota Pelajar saking banyaknya kampus dan institusi pendidikan tinggi, yang tentunya menjadikan banyak munculnya sektor penunjang diantaranya seperti hotel, restoran. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS), kota Yogyakarta memiliki jumlah hotel sebanyak 417, sedangkan untuk restoran sebanyak 1126 unit, paling banyak dibandingkan kabupaten/kota lain di provinsi D.I.Y. Sektor-sektor tersebut juga termasuk dalam penerimaan pajak daerah. Berdasarkan data dari *website*.opendata milik Pemerintah Kota Yogyakarta dipaparkan bahwasannya nilai realisasi pendapatan pajak hotel dan restoran di kota Yogyakarta memiliki jumlah yang cukup besar dibandingkan beberapa macam pajak daerah yang telah disebutkan yakni memiliki presentase mencapai angka 50%. Dapat dilihat seperti pada diagram berikut.



**Gambar 1.1** Diagram realisasi pajak kota Yogyakarta

Selain itu, Ketiadaan sumber daya alam menyebabkan Pemkot Yogyakarta tak punya pilihan selain menggenjot sektor pariwisata untuk mendapatkan PAD. Hal itulah yang membuat Pemkot sangat mengandalkan pajak hotel dan restoran untuk menambah saldo pendapatan mereka (BPK RI, 2018). Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran juga memiliki pergerakan yang meningkat setiap tahunnya selama 4 tahun (2016-2019). Berikut pergerakan jumlah pendapatan Pajak Hotel dan Restoran setiap bulannya mulai tahun 2016 sampai dengan 2019.



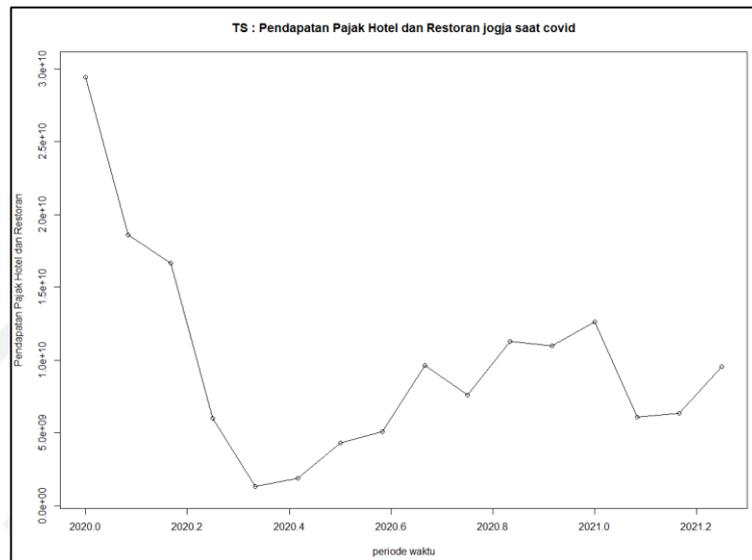
**Gambar 1.2** Pendapatan pajak Hotel dan Restoran tahun 2016-2019

Pada **Gambar 1.2** dapat dilihat dari tahun 2016 hingga 2019 jumlah pendapatan Pajak Hotel dan Restoran mengalami pergerakan yang fluktuasi, namun secara garis besar dapat dikatakan mengalami kenaikan yang signifikan. Hal

tersebut tentu saja menjadikan pajak hotel dan restoran sebagai salah satu sumber yang paling berpengaruh dan diandalkan pemerintah setempat untuk PAD kota Yogyakarta yang berdampak pada peningkatan kesejahteraan masyarakat maupun pembangunan daerah.

Pada awal tahun 2020 Organisasi kesehatan dunia (WHO) mengumumkan adanya virus mematikan yang berasal dari provinsi Wuhan, China bernama *SARS-Cov-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2)* atau Covid-19 dan ditetapkan sebagai pandemi global dengan penyebaran yang sangat cepat hingga dalam waktu kurang dari 3 bulan, Covid-19 telah menginfeksi lebih dari 126.000 orang di 123 negara, dari Asia, Eropa, Amerika hingga Afrika Selatan (Putri, 2020). Pada 2 Maret 2020 presiden Joko Widodo mengkonfirmasi kasus Covid-19 pertama di Indonesia. Jokowi mengungkapkan, ada dua orang WNI yang terkonfirmasi positif Covid-19. Gejala yang ditimbulkan dari virus *SARS-Cov-2* diantaranya batuk, demam, letih, sesak napas, dan tidak nafsu makan. Namun, berbeda dengan influenza, virus corona dapat berkembang dengan cepat hingga mengakibatkan infeksi lebih parah dan gagal organ dan berujung kematian (Ihsanuddin, 2020).

Adanya pandemi Covid-19 yang berkepanjangan dan sudah menyebar di seluruh Indonesia bahkan hingga saat ini masih berlangsung mengakibatkan dampak yang sangat signifikan terhadap realisasi pendapatan asli daerah (PAD) kota Yogyakarta (Leon, 2021) di antaranya, pendapatan Pajak Hotel dan Restoran. Banyaknya restoran dan hotel yang tutup karena adanya Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB), yang merupakan salah satu upaya pemerintah dalam memutuskan rantai penyebaran Covid-19. Berikut ditampilkan kondisi pendapatan Pajak Hotel dan Restoran di kota Yogyakarta selama pandemi Covid-19 dari tahun Januari 2020 hingga April 2021.



**Gambar 1.3.** Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran saat Covid-19

Pada **Gambar 1.3.** terlihat bahwa pendapatan Pajak Hotel dan Restoran di kota Yogyakarta mengalami penurunan yang sangat signifikan, dimana kondisi terburuk berada pada bulan Mei 2020 seiring dengan semakin tingginya angka penyebaran Covid-19 di Indonesia, termasuk Yogyakarta serta penerapan *lockdown* oleh pemerintah. Setelah mengalami penurunan yang drastis tersebut, diketahui pendapatan Pajak Hotel dan Restoran mengalami peningkatan sedikit demi sedikit, namun kenaikan dan penurunan tersebut masih sangat sensitif dikarenakan kasus terkonfirmasi Covid-19 di Indonesia juga masih terus mengalami fluktuasi yang tidak menentu hingga saat ini.

Akibat adanya kondisi tersebut, melakukan peramalan mengenai pendapatan Pajak Hotel dan Restoran adalah salah satu langkah yang tepat guna dijadikan pedoman serta alat bantu pemerintah kota Yogyakarta dalam menyusun perencanaan, pengambilan keputusan, dan membuat kebijakan-kebijakan di masa yang akan datang sesuai dengan perkiraan target penerimaan pajak yang didapatkan, sehingga pengelolaan, pembangunan, dan kesejahteraan masyarakat daerah menjadi lebih optimal. Banyak sekali metode peramalan yang ada, salah satunya adalah metode *Exponential Smoothing*, yaitu metode yang secara terus menerus melakukan perbaikan peramalan dengan mengambil nilai rata-rata penghalusan (*smoothing*) nilai masa lalu dari suatu data runtut waktu dengan cara

menurun (*exponential*). Metode *Exponential Smoothing* terbagi menjadi tiga kelas dengan pola data *time series*, yaitu metode *Single Exponential Smoothing* untuk pola data yang bersifat horisontal, metode *Double Exponential Smoothing* untuk data yang mengalami *trend*, dan metode *Triple Exponential Smoothing* untuk data *trend* dan terdapat pengaruh musiman (Putro, 2018). Berdasarkan **Gambar 1.2** dan **Gambar 1.3** dapat diketahui bahwa pendapatan Pajak Hotel dan Restoran jika dilihat secara keseluruhan memiliki pola data *trend* dan terdapat pengaruh musiman, sehingga metode *Triple Exponential Smoothing* sangat cocok digunakan.

Selain itu, terdapat metode *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES). Metode tersebut dikemukakan oleh Brown. B-DES ialah metode yang bekerja dengan menambahkan nilai pemulusan ganda untuk nilai pemulusan tunggal dengan menggunakan satu parameter saja. Metode ini sederhana untuk diaplikasikan karena tidak memerlukan asumsi dan hasil prediksinya memiliki keakuratan yang cukup tinggi. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Inayah, 2010) menunjukkan peramalan kejadian TB paru di Provinsi Jawa Timur dengan metode B-DES menghasilkan nilai MAPE yang lebih baik yaitu sebesar 9,85% daripada dengan metode DES dari Holt sebesar 13,57%.

Selain itu, terdapat juga metode peramalan *Fuzzy Time Series*. *Fuzzy Time Series* ialah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *Fuzzy* sebagai dasar pengaplikasiannya, dimana dalam proses peramalannya menyesuaikan pola data dari masa lalu yang digunakan untuk memproyeksi data yang akan datang (Tauryawati, 2014). Kelebihan dari metode *Fuzzy Time Series* yaitu dapat digunakan secara luas pada sembarang data *real time* (Hansun, 2012). *Fuzzy time series* memiliki beberapa model dalam penerapannya seperti *Fuzzy Time Series Chen* dan *Fuzzy Time Series Cheng*. Kedua metode ini memiliki pengaplikasian yang berbeda dalam memprediksi data. Model *Fuzzy* merupakan salah satu model yang telah dikembangkan untuk peramalan *time series* yang bersifat fleksibel. Asumsi-asumsi data seperti stasioner dan normalitas data diabaikan dalam pemodelan *Fuzzy* (Sumartini H. M., 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut dilakukan Penelitian tentang peramalan pendapatan Pajak Hotel dan Restoran kota Yogyakarta dalam satuan bulanan bukan tahunan, dikarenakan jika dalam satuan tahunan jumlah data terlalu sedikit, yakni periode Januari 2016 – April 2021. Pada proses peramalannya dilakukan pemisahan data sebelum adanya pandemi Covid-19 yakni periode Januari 2016 – Desember 2019 digunakan metode *Triple Exponential Smoothing (TES)*, dan periode saat adanya pandemi Covid-19 yakni Januari 2020 – April 2021 akan dianalisis menggunakan metode *Brown's double Exponential Smoothing (B-DES)*, dan *Fuzzy Time Series Chen* serta *Cheng*. Pemisahan periode tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah pandemi Covid-19 memiliki pengaruh yang sangat besar atau tidak terhadap Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran. Hasil dari metode tersebut akan dibandingkan dengan melihat MAPE terkecil untuk memperoleh hasil peramalan yang paling tepat.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana gambaran umum pendapatan Pajak Hotel dan Restoran di kota Yogyakarta periode sebelum adanya pandemi Covid-19 dan saat pandemi Covid-19 (januari 2016 – April 2021)?
2. Bagaimana hasil peramalan pendapatan Pajak Hotel dan Restoran di kota Yogyakarta sebelum adanya pandemi Covid-19 periode januari 2016 – Desember 2019?
3. Bagaimana hasil peramalan pendapatan Pajak Hotel dan Restoran di kota Yogyakarta saat adanya pandemi Covid-19 periode Januari 2020 – April 2021?
4. Bagaimana perbandingan kebaikan hasil peramalan antara metode *Brown Double Exponential Smoothing (B-DES)* dengan *Fuzzy Time Series Chen* serta *Cheng*?

## **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan pada Penelitian ini adalah data bulanan pendapatan Pajak Hotel dan Restoran di kota Yogyakarta pada periode Januari 2016 – April 2021.
2. Variabel yang digunakan pada Penelitian adalah pendapatan bulanan Pajak Hotel dan Restoran di kota Yogyakarta.
3. Untuk data sebelum adanya pandemi Covid-19 yakni Januari 2016 – Desember 2019 metode analisis yang digunakan adalah *Triple Exponential Smoothing* (TES), dikarenakan pola datanya adalah *trend* dan musiman.
4. Untuk data saat adanya pandemi Covid-19 yakni Januari 2020 – April 2021 metode yang digunakan adalah *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) serta *Fuzzy Time Series Chen* dan *Cheng*, dikarenakan pola datanya adalah *trend*.
5. *Software* yang digunakan dalam Penelitian ini adalah *Rstudio* 1.4.1717 dan *Microsoft Excel* 2016.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui gambaran umum pendapatan Pajak Hotel dan Restoran di kota Yogyakarta periode Januari 2016 – April 2021.
2. Mengetahui hasil peramalan pendapatan Pajak Hotel dan Restoran di kota Yogyakarta sebelum adanya pandemi Covid-19 periode Januari 2016 – Desember 2019.
3. Mengetahui hasil peramalan pendapatan Pajak Hotel dan Restoran di kota Yogyakarta saat adanya pandemi Covid-19 periode Januari 2020 – April 2021.
4. Mengetahui hasil perbandingan antara metode *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) dengan *Fuzzy Time Series Chen* serta *Cheng*.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

- a. Memberikan wawasan bagi penulis tentang penerapan ilmu statistika dalam peramalan pendapatan Pajak Hotel dan Restoran untuk beberapa bulan kedepan menggunakan metode *time series*.
- b. Memberikan informasi yang penting dan bermanfaat kepada pemerintah kota Yogyakarta terkait hasil peramalan pendapatan Pajak Hotel dan Restoran sehingga dapat digunakan oleh pemerintah kota Yogyakarta sebagai acuan dalam menentukan kebijakan yang tepat untuk pembangunan dan pengelolaan daerah.
- c. Bagi penulis, dapat menerapkan ilmu yang diperoleh pada saat kuliah, serta dapat dijadikan bahan referensi untuk Penelitian selanjutnya.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melakukan penelitian yang baik, diperlukan beberapa penelitian terdahulu untuk dijadikan referensi dan acuan dalam memperkuat penelitian yang akan dilakukan penulis. Berikut beberapa Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode *Triple Exponential Smoothing* (TES), *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES), *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Chen*, maupun Penelitian yang berkaitan dengan Pajak Hotel dan Restoran.

(Sumartini et al., 2017) memiliki penelitian yang berjudul “Peramalan Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Cheng*”. Penelitian ini bertujuan meramalkan data IHSG untuk 1 (satu) bulan kedepan. Diketahui data IHSG dari bulan Januari 2011 sampai dengan September 2016 yang terdiri dari 69 data tidak menunjukkan gerakan atau pola tertentu. IHSG terendah terjadi pada periode awal atau bulan Januari 2011, menandakan IHSG pada saat itu mengalami penurunan sedangkan IHSG tertinggi terjadi pada bulan Maret 2015 atau pada data ke 51, yang artinya IHSG pada saat itu mengalami kenaikan. kesimpulan dari penelitian tersebut adalah berdasarkan hasil peramalan IHSG untuk bulan Oktober 2016 didapatkan nilai MAPE sebesar 2,56% dengan nilai Akurasi sebesar 97,44%, yang artinya metode *FTS cheng* memiliki kinerja sangat baik.

(Fitria & Hartono, 2017) memiliki penelitian yang berjudul “Peramalan Jumlah Penumpang Pada *Siluet Tour And Travel* Kota Malang Menggunakan Metode *Triple Exponential Smoothing*”. Penggunaan metode *Triple Exponential Smoothing* pada Penelitian ini dikarenakan data jumlah penumpang mengalami fluktuasi setiap bulannya (tidak stabil) serta mengandung unsur musiman. Hasil dari Penelitian ini adalah didapatkan MAPE dari perhitungan proses peramalan jumlah penumpang 1 bulan kedepan sebesar 9,86% dengan alpha 0,4.

Afifah dan Permana (2018) memiliki penelitian yang berjudul “Metode Pemulusan Eksponensial *Triple Tipe Brown* pada Peramalan Pajak Restoran dan Hotel Kota Padang”. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan penerimaan jumlah pajak restoran dan hotel di kota Padang pada 5 tahun mendatang. Pada

Penelitian ini, digunakan data penerimaan jumlah pajak hotel dan restoran di Kota Padang mulai tahun 2007 hingga 2016. Diketahui selama periode tersebut data mengalami fluktuasi dan membentuk pola *trend* yang meningkat. Kesimpulan dari Penelitian ini adalah metode pemulusan Eksponensial *Triple Tipe Brown* sangat tepat digunakan dalam peramalan pajak restoran dan hotel kota padang daripada pemulusan pertama dan kedua, dengan hasil penerimaan jumlah pajak untuk 2017 sampai 2021 ditaksir mengalami peningkatan disetiap tahunnya.

Asri dan Permana (2019) memiliki penelitian yang berjudul “Peramalan Penerimaan Pajak Negara Indonesia Tahun 2019 Menggunakan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Tipe Brown”. Adapun alasan penggunaan metode pemulusan Eksponensial Tipe Brown lebih cocok pada Penelitian ini ialah plot data penerimaan pajak negara Indonesia Mulai tahun 2007 sampai dengan 2018 menunjukkan pola trend linear. Proses perhitungan peramalan pajak Indonesia untuk satu tahun kedepan dimulai dengan menentukan nilai parameter  $\alpha$  yang memiliki nilai berkisar antara 0 sampai 1. Berdasarkan *trial and error* didapatkan nilai parameter  $\alpha$  dengan MSE terkecil adalah  $\alpha = 0,57$ . Sehingga didapatkan kesimpulan dengan metode pemulusan Eksponensial Ganda Tipe Brown digunakan parameter  $\alpha = 0,57$  menghasilkan nilai peramalan pajak negara Indonesia tahun 2019 sebesar Rp 1.734.847 milyar.

(Purwanti & Purwadi, 2019) memiliki penelitian yang berjudul “Metode *Brown's Double Exponential Smoothing* Peramalan Laju Inflasi di Indonesia”. Penelitian ini bertujuan menerapkan metode *Brown's Double Exponential Smoothing* dalam peramalan laju inflasi di Indonesia, dengan hasil nilai parameter optimum yaitu alpha ( $\alpha$ ) yang diperoleh sebesar 0,9 dan nilai MAPE sebesar 10,608%. Dari MAPE tersebut dapat disimpulkan bahwa metode brown's mempunyai kemampuan yang baik dalam peramalan.

Penelitian lain yang berjudul “Penerapan Metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Cheng* Dalam Peramalan Rata-Rata Harga Beras Ditingkat Perdagangan Besar (Grosir) di Indonesia” yang dilakukan oleh (Febriyanti, 2020). Penelitian ini bertujuan meramalkan rata-rata harga beras untuk bulan juli 2020 menggunakan metode FTS dengan membandingkan dua model yakni Chen dan Cheng, karena

metode tersebut dapat diaplikasikan pada sembarang data real. Diketahui harga beras di Indonesia terus mengalami kenaikan Mulai Januari 2015 sampai Juni 2020. Hasil dari Penelitian ini ialah model Cheng memiliki MAPE lebih kecil daripada Chen, yakni sebesar 0.87% sedangkan model Chen memiliki MAPE sebesar 1.28%. Dengan demikian dapat dikatakan metode FTS cheng sangat baik atau lebih cocok digunakan dalam meramalkan rata-rata harga beras di tingkat perdagangan beras di Indonesia.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, yang menjadi pembeda antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah dalam hal data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data penerimaan jumlah pajak Hotel dan Restoran kota Yogyakarta, dimana data tersebut dalam peramalannya akan dibagi menjadi 2 periode yakni sebelum adanya pandemi Covid-19 mulai dari bulan Januari 2016 sampai Desember 2019 menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing*, dan periode saat adanya pandemi Covid-19 yakni bulan Januari 2020 sampai dengan April 2021 yang akan dilakukan peramalan menggunakan metode *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) serta *Fuzzy Time Series Cheng dan chen*.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. Pajak**

pajak adalah pungutan wajib kepada negara yang terutang oleh orang pribadi atau badan yang bersifat memaksa, dengan tidak mendapatkan imbalan secara langsung dan digunakan untuk keperluan negara bagi sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Pembagian pajak menurut otoritas pemungutan pajak terbagi menjadi pajak pusat (negara) dan pajak daerah (lokal). Wewenang pemungutan pajak daerah didasarkan pada Undang-Undang nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah maka pemerintah daerah diberikan kewenangan untuk mengatur dan mengurus sendiri urusan pemerintahannya berdasarkan asas otonomi dan tugas pembantuan dimana diarahkan untuk mempercepat terwujudnya kesejahteraan masyarakat melalui peningkatan pelayanan, pemberdayaan dan peran serta masyarakat. Wewenang pemerintah Daerah/Kab/Kota dalam pengelolaan pajak tersebut diharapkan menjadi salah satu aspek utama yang berperan penting dalam memberikan kontribusi terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang digunakan untuk membiayai urusan pemerintahan, pembangunan maupun pemberdayaan masyarakat didaerah (Lohy, 2017). Dari beberapa jenis pajak daerah, yang memiliki potensi dan kontribusi yang cukup besar bagi PAD Kota Yogyakarta adalah Pajak Hotel dan Pajak Restoran.

Pajak Hotel dan Restoran dalam pemungutannya diukur dari berapa banyak pengunjung (tamu) yang datang dan fasilitas apa saja yang digunakan, misalnya untuk hotel dihitung dari fasilitas apa yang digunakan oleh tamu seperti sewa kamar, mobil, tempat olahraga, service, telepon, dan lain-lain yang nantinya akan dikenakan dengan pajak hotel sebesar 10%. Hampir sama dengan Hotel, pajak restoran juga dikenakan 10% dari jumlah harga makanan dan minuman yang dipesan. Pemungutan pajak restoran dan hotel dilakukan sesuai dengan peraturan yang ditetapkan. Setiap restoran dan hotel dikenakan pajak dengan jumlah yang berbeda sesuai dengan penghasilan setiap bulannya (Afifah & Permana, 2018).

### 3.1.1 Pengertian Pajak Hotel

Menurut peraturan daerah kota Yogyakarta Nomor 2 Tahun 2006 tentang pajak hotel, bahwasannya pajak hotel ialah iuran wajib yang dipungut atas pelayanan yang disediakan oleh hotel dengan pembayaran. Sedangkan hotel adalah bangunan yang khusus disediakan bagi orang untuk menginap istirahat, memperoleh pelayanan, dan atau fasilitas lainnya dengan dipungut bayaran, termasuk bangunan lainnya yang menyatu, dikelola dan dimiliki oleh pihak yang sama, kecuali untuk pertokoan dan perkantoran.

Pengusaha hotel ialah perorangan atau badan yang menyelenggarakan usaha hotel untuk dan atas namanya sendiri atau untuk dan atas nama pihak lain yang menjadi tanggungannya. Sedangkan objek pajak adalah setiap pelayanan yang disediakan dengan pembayaran dihotel. Objek pajak berupa:

1. Fasilitas penginapan atau fasilitas tinggal jangka pendek.
2. Pelayanan penunjang sebagai kelengkapan fasilitas penginapan atau tinggal jangka pendek yang sifatnya memberikan kemudahan dan kenyamanan.
3. Fasilitas olahraga dan hiburan yang disediakan khusus untuk tamu hotel bukan untuk umum.
4. Jasa persewaan ruangan untuk kegiatan acara atau pertemuan di hotel.

Selain itu, pengertian hotel sendiri adalah sebuah bangunan tempat orang tinggal, namun dengan jangka waktu yang singkat dan dikenakan biaya serta terdapat beberapa fasilitas yang dapat digunakan. Adapun fasilitas yang dimiliki hotel diantaranya sebagai berikut:

- Jasa penginapan
- Pelayanan makan dan minum
- Jasa laundry
- *Cleaning service*
- Tempat olahraga dan hiburan
- Penyewaan ruang untuk kegiatan, dll.

Berdasarkan Klasifikasi hotel-hotel diindonesia yang telah dikeluarkan oleh praturan pemerintah, dibuat oleh Dirjen Pariwisata dengan surat keputusan atau SK: Kep-22/U/VI/78, disebutkan terdapat 5 golongan hotel diantaranya:

- Hotel bintang 1

- Hotel bintang 2
- Hotel bintang 3
- Hotel bintang 4
- Hotel bintang 5

Perbedaan Klasifikasi hotel yang telah disebutkan diatas didasarkan pada pertimbangan beberapa aspek yaitu jumlah kamar, fasilitas dan peralatan yang disediakan, serta mutu pelayanan. Hotel yang dirasa tidak memenuhi standar kelas diatas, atau bahkan dibawah standar minimum yang ditentukan disebut dengan hotel non bintang. (Lohy, 2017)

### **3.1.2 Pengertian Pajak Restoran**

Pajak restoran adalah pajak atas pelayanan yang disediakan oleh restoran. Sedangkan, restoran ialah fasilitas penyedia makanan dan/atau minuman yang dipungut biaya atas apa yang dimakan, yang mencakup juga rumah makan, kafetaria, kantin, warung, bar dan sejenisnya termasuk boga/katering.

Adapun subjek dari pajak restoran ialah orang pribadi atau badan yang membeli makanan atau minuman dari restoran. Sedangkan untuk objek dari pajak restoran itu sendiri adalah pelayanan yang disediakan/diberikan oleh restoran. Pelayanan yang dimaksudkan meliputi pelayanan penjualan makanan atau minuman yang dikonsumsi pembeli, baik dikonsumsi ditempat maupun ditempat lain.

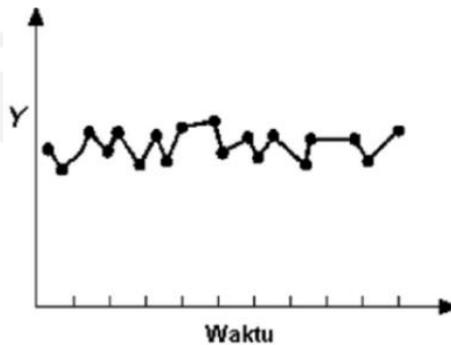
### **3.2. Analisis Runtun Waktu**

*Time series* merupakan data yang terdiri dari beberapa variabel yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu dalam rentang waktu tertentu. Rentang waktu tersebut dapat berupa periode tahunan, triwulan, bulanan, mingguan, dan harian, bahkan adapula yang menggunakan periode jam (Rosadi, 2006). Contoh: data harga saham, index harga konsumen, jumlah siswa tahunan, dll. Didalam analisis runtun waktu juga sudah mencakup analisis deskriptif untuk data, dimana analisis deskriptif biasanya dengan melihat plot pola data yang terbentuk.

Terdapat empat pola data dalam analisis runtun waktu yang harus diperhatikan untuk proses peramalan, yaitu:

### 1. Pola Horizontal

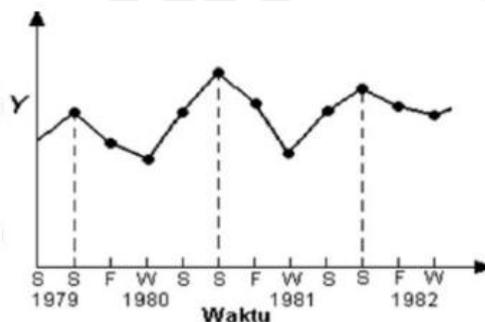
Pola data horizontal terbentuk jika data berfluktuasi di sekitar rata-rata yang konstan. Dapat dilihat pada **Gambar 3.3** kenaikan dan penurunan data tidak berada jauh dari rata-rata, dan terlihat juga bahwa data satu dengan yang lainnya saling bergantung. Contoh dari pola ini yakni penjualan suatu produk yang naik turun setiap bulannya.



**Gambar 3.1** Grafik pola horizontal  
Sumber:(Andini & Auristandi, 2016)

### 2. Pola Musiman

Pola musiman terjadi jika data dipengaruhi faktor musiman, contohnya dalam rentang waktu tertentu, bulanan, atau mingguan. Data membentuk pola seperti puncak dan lembah yang terjadi secara berulang dalam rentang waktu yang tidak berubah-ubah. Biasanya, peramalan jangka pendek sering dilakukan untuk pola musiman. Contoh: data harga bahan pokok akan naik menjelang Ramadhan dan tahun baru.

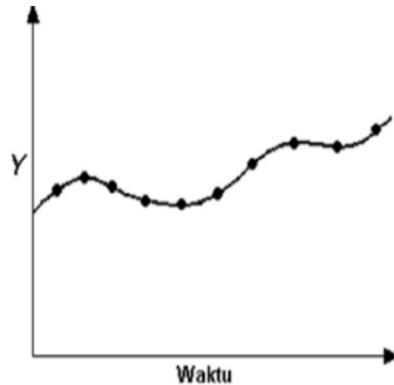


**Gambar 3.2.** Grafik pola musiman  
Sumber:(Andini & Auristandi, 2016)

### 3. Pola Siklis

Pola siklis terbentuk jika data dipengaruhi oleh fluktuasi yang berjangka panjang, seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Pola siklis

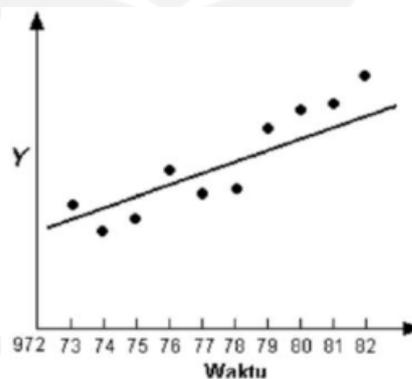
berbentuk seperti gelombang yang berulang namun tidak stabil. Contoh: data krisis ekonomi yang melanda hampir setiap 10 tahun (tahun 1998, 2008, dan 2018)



**Gambar 3.3** Grafik pola siklus  
Sumber:(Andini & Auristandi, 2016)

#### 4. Pola Trend

Pola trend ditandai dengan pergerakan data yang meningkat atau menurun dimana penyebarannya dalam jangka panjang. Digambarkan dengan sebuah garis lurus atau kurva dalam beberapa waktu secara terus menerus.



**Gambar 3.4.** Grafik pola trend  
Sumber:(Andini & Auristandi, 2016)

#### 3.3. Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah proses dimana memperkirakan atau memprediksi kejadian dimasa yang akan datang berdasarkan data atau kejadian dimasa lalu (Wardah & Iskandar, 2016). Peramalan merupakan usaha untuk mengurangi ketidakpastian yang dapat mencakup banyak bidang diantaranya bisnis dan industri, pemerintahan, ekonomi, ilmu lingkungan, medis, ilmu sosial, politik dan keuangan (Nurlifa & Kusumadewi, 2017).

Menurut (Makridakis S. , 1999) peramalan terbagi menjadi 2 kelompok metode diantaranya, yakni kuantitatif dan kualitatif. Peramalan kuantitatif ialah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif atau model matematis di masa lalu. Hasil peramalan kuantitatif bergantung pada metode yang digunakan, dimana metode terbaik adalah metode yang menghasilkan eror atau kesalahan terkecil yang biasanya diukur dengan MSE (*Mean Square Error*), MAE (*Mean Absolute Error*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Peramalan kuantitatif dapat digunakan jika memenuhi beberapa kondisi yaitu, terdapat informasi masa lalu, adanya data yang berbentuk numerik, dan dapat diasumsikan sebagai pola data yang lalu dapat berkelanjutan ke masa yang akan datang. Sedangkan peramalan kualitatif adalah peramalan yang menganalisis kondisi obyektif yang memanfaatkan faktor-faktor seperti intuisi, pendapat, dan pengalaman pribadi.

Peramalan diklasifikasikan menjadi 3 berdasarkan jangka waktu, yaitu:

1. Peramalan jangka pendek, menggunakan periode waktu (harian, mingguan, bulanan) ke masa depan, umumnya kurang dari 3 periode.
2. Peramalan jangka menengah, umumnya berjangka waktu 3 periode.
3. Peramalan jangka panjang, biasanya memiliki jangka lebih dari 3 periode.

(Nurlifa & Kusumadewi, 2017)

Di dalam praktiknya, terdapat beberapa metode yang digunakan dalam melakukan peramalan, salah satunya ialah metode *exponential smoothing*.

### **3.4. *Exponential Smoothing***

Peramalan *Exponential Smoothing* merupakan salah satu metode dalam *time series* yang digunakan untuk peramalan rata-rata bergerak dengan pembobotan menurun data masa lalu secara eksponensial. Metode *Exponential Smoothing* terbagi menjadi tiga kelas dengan pola data *time series*, meliputi metode *Single Exponential Smoothing* untuk pemulusan data yang bersifat stasioner, tidak mengandung trend dan musiman serta hanya memiliki satu parameter yakni alpha ( $\alpha$ ), metode *Double Exponential Smoothing* untuk data yang mengalami trend dengan dua kali pemulusan dan metode *Triple Exponential Smoothing* untuk data trend dan terdapat pengaruh musiman dengan tiga kali pemulusan (Makridakis S. , 1999). Kelebihan dari metode ini dibandingkan metode-metode lain yakni metode

penghalusan eksponensial bersifat sederhana, intuitif dan mudah dipahami. Artinya walaupun sederhana namun sangat berguna untuk peramalan jangka pendek dengan data historis yang panjang (Lestari et al., 2020).

### 3.4.1 *Brown's Double Exponential Smoothing*

*Brown's Double Exponential smoothing* sama dengan *Brown's Linear Exponential Smoothing* yang dikemukakan oleh Brown. Metode ini merupakan metode yang dilakukan dengan menambahkan nilai pemulusan ganda untuk nilai-nilai pemulusan tunggal dan hanya menggunakan satu parameter yaitu alpha. Penggunaan metode ini ditunjukkan untuk data yang memiliki unsur *trend* baik naik maupun turun. Berikut adalah persamaan dari metode *Brown's Double Exponential smoothing*:

1. Persamaan menghitung nilai pemulusan tunggal

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (3.1)$$

2. Persamaan menghitung nilai pemulusan ganda

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (3.2)$$

3. Persamaan menentukan nilai konstanta pemulusan

$$a_t = 2S'_t - S''_t \quad (3.3)$$

4. Persamaan menentukan nilai koefisien trend

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad (3.4)$$

5. Persamaan menghitung peramalan

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) \quad (3.5)$$

Keterangan:

$S'_t$  = Nilai pemulusan tunggal

$S''_t$  = Nilai pemulusan ganda

$X_t$  = Data aktual periode ke-t

$a_t$  = Nilai konstanta pemulusan pada periode t

$b_t$  = Nilai koefisien trend pada periode t

$F_{t+m}$  = peramalan ke-m periode

$\alpha$  = Parameter dengan interval  $0 < \alpha < 1$

$m$  = Jumlah waktu yang akan diramalkan

Contoh :

Berikut adalah data produksi padi 5 periode. Lakukan peramalan menggunakan metode *Brown's Double Exponential Smoothing* untuk 1 periode kedepan. (Ditentukan  $\alpha = 0,5$ )

**Tabel 3.1** Contoh data produksi padi

<i>periode</i>	<i>Produksi</i>
1	14,29
2	13,81
3	13,58
4	13,88
5	14,26

Langkah pertama dilakukan perhitungan nilai pemulusan tunggal

$$S'_2 = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{2-1}$$

$$S'_2 = 0,5(13,81) + (1 - 0,5)14,29$$

$$S'_2 = 14,05$$

Dilanjutkan dengan menghitung nilai pemulusan ganda

$$S''_2 = \alpha S'_2 + (1 - \alpha)S''_{2-1}$$

$$S''_2 = 0,5(14,05) + (1 - 0,5)14,29$$

$$S''_2 = 14,17$$

Menghitung nilai  $a_t$

$$a_2 = 2S'_2 - S''_2$$

$$a_2 = 2(14,05) - 14,17$$

$$a_2 = 13,93$$

Menghitung nilai  $b_t$

$$b_2 = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_2 - S''_2)$$

$$b_2 = \frac{0,5}{1 - 0,5} (14,05 - 14,17)$$

$$b_2 = -0,12$$

Peramalan 1 periode kedepan

$$F_{2+m} = a_t + b_t(m)$$

$$F_{2+m} = 13,93 + (-0,12)(1)$$

$$F_{2+m} = 13,81$$

Dari contoh perhitungan diatas dapat dilakukan percobaan menggunakan nilai parameter  $\alpha$  yang lain sehingga menemukan hasil yang optimum.

### 3.4.2 Triple Exponential Smoothing

Metode *Triple Exponential Smoothing* adalah metode dalam analisis *time series* untuk data yang mengandung unsur *trend* dan terdapat pengaruh musiman dengan tiga parameter pemulusan yakni *alpha* ( $\alpha$ ) untuk pemulusan eksponensial dari nilai data pada akhir setiap periode, *beta* ( $\beta$ ) untuk pemulusan *trend*, dan *gamma* ( $\gamma$ ) untuk pemulusan musiman, yang memiliki nilai berkisar antara 0-1. Adapun persamaan yang digunakan dalam peramalan menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing* sebagai berikut (Ismiati et al., 2020):

$$S_t = \alpha \times (X_t - C_{t-L}) + (1 - \alpha) \times (S_{t-1} + B_{t-1}) \quad (3.6)$$

$$B_t = \beta \times (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \times B_{t-1} \quad (3.7)$$

$$C_t = \gamma \times (X_t - S_t) + (1 - \gamma) \times C_{t-L} \quad (3.8)$$

$$F_{t+m} = S_t + m \times B_t + C_{t-L+1+(m-1) \bmod L} \quad (3.9)$$

Keterangan:

$S_t$  = Nilai pemulusan pada periode ke-t

$B_t$  = Pemulusan *trend*

$C_t$  = Pemulusan musiman

$X_t$  = Data aktual periode ke-t

$F_{t+m}$  = Mencari peramalan di periode berikutnya

$\alpha$  = Parameter pemulusan eksponensial yang bernilai ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ).

$\beta$  = Parameter pemulusan *trend* ( $0 \leq \beta \leq 1$ ).

$\gamma$  = Parameter pemulusan musiman ( $0 \leq \gamma \leq 1$ ).

$m$  = Jumlah waktu yang akan diramalkan

$L$  = Panjang periode musiman

Contoh :

Diberikan data penjualan untuk 5 periode atau 5 bulan kedepan sebagai berikut:

**Tabel 3.2** Contoh data penjualan

Bulan	Data Penjualan
Januari	42
Februari	37
Maret	50
April	36
Mei	40

Ditentukan parameter ( $\alpha, \beta, \gamma = 0,5$ ), dengan nilai inisiasi untuk  $S_{t-1}$  atau pada bulan April = 36,  $B_{t-1} = 30$ ,  $C_{t-L} = 2$  dan  $L = 4$ .

$$S_t = \alpha \times (X_t - C_{t-L}) + (1 - \alpha) \times (S_{t-1} + B_{t-1})$$

$$S_5 = 0,5 \times (40 - 2) + (1 - 0,5) \times (36 - 30)$$

$$S_5 = 19 + 3$$

$$S_5 = 22$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh  $S_5 = 22$  maka perhitungan nilai  $B_t$  sebagai berikut:

$$B_t = \beta \times (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \times B_{t-1}$$

$$B_5 = 0,5 \times (22 - 36) + (1 - 0,5) \times 30$$

$$B_5 = -7 + 15$$

$$B_5 = 8$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh  $B_5 = 8$  maka dilanjutkan dengan menghitung nilai  $C_5$  sebagai berikut:

$$C_t = \gamma \times (X_t - S_t) + (1 - \gamma) \times C_{t-L}$$

$$C_5 = 0,5 \times (36 - 22) + (1 - 0,5) \times 2$$

$$C_5 = 7 + 1$$

$$C_5 = 8$$

Setelah didapatkan nilai  $S_t, B_t$  dan  $C_t$  maka dapat dihitung nilai peramalan untuk bulan juni seperti berikut:

$$F_{t+m} = S_t + m \times B_t + C_{t-L+1+((m-1) \bmod L)}$$

$$F_{5+1} = 22 + 1 \times 8 + 8$$

$$F_{5+1} = 38$$

Dari perhitungan diatas dapat dilakukan percobaan menggunakan  $\alpha, \beta$ , dan  $\gamma$  yang lain agar mendapatkan nilai peramalan yang optimal.

### 3.5. Himpunan Fuzzy

Logika fuzzy pertama kali dikembangkan melalui sebuah tulisan tentang teori himpunan fuzzy oleh Lotfi Azker Zadeh pada tahun 1965, menurut (Susilo, 2006). Himpunan fuzzy adalah konsep yang mendasari lahirnya logika fuzzy. Zadeh memperluas teori mengenai himpunan klasik menjadi himpunan fuzzy sehingga himpunan klasik merupakan kejadian khusus dari himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy adalah himpunan yang anggotanya memiliki derajat keanggotaan tertentu yang nilainya berada pada selang angka 0 sampai 1. Himpunan fuzzy memiliki 2 (dua) atribut yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu group yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan Bahasa alami, seperti: Muda, Parobaya, Tua. Contoh lain dalam hal “kecepatan” yaitu (lambat, sedang, cepat)
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Contoh: 9, 20, 50, dan sebagainya.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami himpunan fuzzy (Susilo, 2003), yaitu:

1. Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy.

2. Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu linguistic atau penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan Bahasa alami. Sedangkan yang kedua yaitu numerik atau suatu nilai angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel.
3. Semesta pembicaraan yakni keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy.
4. Domain himpunan fuzzy atau keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy.

Pada himpunan fuzzy nilai keanggotaan terletak pada rentang antara 0 sampai 1 yang artinya himpunan fuzzy dapat mewakili Interpretasi tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan probabilitasnya. Nilai 0 memiliki arti salah dan nilai 1 memiliki arti benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah, dengan kata lain kebenaran suatu item tidak hanya benar dan salah.

### **3.6. Fuzzifikasi**

Fuzzifikasi adalah tahap pertama dari proses inferensi fuzzy. Pada Tahap ini data masukan diterima dan sistem menentukan nilai fungsi keanggotaannya serta mengubah variabel numerik (variabel non fuzzy) menjadi variabel linguistik (variabel fuzzy). Dengan kata lain fuzzifikasi merupakan pengelompokan angka-angka numeris di dalam himpunan fuzzy yang sesuai. Fungsi keanggotaan memberi arti atau mendefinisikan ekspresi *linguistic* menjadi bilangan yang dapat dimanipulasi. Fuzzifikasi memperoleh suatu nilai dan mengkombinasikannya dengan fungsi keanggotaan untuk menghasilkan nilai fuzzy. Fuzzifikasi merupakan proses penentuan sebuah bilangan input masing-masing gugus fuzzy.

### **3.7. Defuzzifikasi**

Defuzzifikasi adalah proses dimana berkebalikan dengan proses fuzzifikasi yaitu pada proses ini dilakukan penggabungan seluruh fuzzy *output* menjadi sebuah hasil spesifik yang dapat digunakan untuk masing-masing sistem *output*. Penegasan atau defuzzifikasi merupakan langkah terakhir dalam sebuah sistem kendali logika fuzzy, dimana Tujuan dari fuzzifikasi adalah menkonversikan setiap hasil himpunan fuzzy berdasarkan FLRG pada tahap sebelumnya yang diekspresikan

dalam bentuk fuzzy set ke bilangan numerik. Hasil dari konversi tersebut adalah yang nantinya akan digunakan untuk peramalan. Oleh karena itu, pemilihan metode defuzzifikasi yang sesuai juga turut memberikan pengaruh pada sistem kendali logika fuzzy dalam menghasilkan respon optimum.

### **3.8. Fuzzy Time Series**

*Fuzzy Time Series* (FTS) ialah metode peramalan data yang memiliki dasar prinsip-prinsip fuzzy. Sistem peramalan metode ini menangkap pola dari data masa lalu yang kemudian dijadikan dasar untuk memproyeksi data di masa yang akan datang. 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 ditemukan. Himpunan fuzzy digunakan untuk menggantikan data historis yang akan diramalkan.

Teori himpunan fuzzy hasil perluasan oleh zadeh digunakan untuk mengembangkan model *time variant* dan *time invariant* peramalan *fuzzy time series* dengan menerapkan pada masalah peramalan pendaftaran mahasiswa baru dengan data berkala pada universitas Alabama (Muhammad, 2018). Menurut (Nugroho, 2016) nilai yang digunakan dalam peramalan *fuzzy time series* yaitu merupakan himpunan fuzzy dari bilangan-bilangan real atas himpunan semesta yang ditentukan. Kelebihan dalam menggunakan *fuzzy time series* adalah tidak membutuhkan asumsi-asumsi dibandingkan dengan metode prediksi lainnya, selain itu metode *fuzzy time series* dapat menyelesaikan masalah peramalan data historis berupa nilai linguistic. Namun metode ini memiliki kelemahan, direkomendasikan atau lebih tepat untuk meramalkan jangka pendek dan menengah. Sementara untuk peramalan jangka panjang digunakan metode *time series* yang lain (Aditya, 2019). Serta dalam perhitungan peramalan metode *fuzzy time series*, penentuan pajang interval haruslah diperhatikan atau haruslah sesuai karena panjang interval sangat berpengaruh dalam perbedaan perhitungan hasil peramalan (Anggraini, 2016).

#### **3.8.1 Fuzzy Time Series Chen**

Metode fuzzy time series mengalami beberapa kali perkembangan, salah satunya ialah yang dikembangkan oleh shyi ming chen dan chia ching Hsu pada

penelitiannya(Chen & Hsu, 2009), yang kemudian dikenal dengan fuzzy time series chen. Metode ini lebih sederhana daripada metode yang lain. Berikut merupakan tahapan-tahapan peramalan pada *fuzzy time series* chen:

1. Menentukan *universe of discourse* (himpunan semesta).

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \quad (3.10)$$

Data aktual yang menjadi himpunan semesta nantinya akan dibagi menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama.  $D_{min}$  adalah data terkecil dan  $D_{max}$  adalah data terbesar. serta  $D_1$  dan  $D_2$  adalah suatu nilai sembarang yang ditentukan oleh peneliti

Contoh:

**Tabel 3.3** Contoh data penjualan tanaman

Periode	Jumlah
1	900
2	950
3	1085
4	800
5	1150
⋮	⋮
36	1025

Diketahui nilai minimal dan maximal data diatas secara berturut-turut yakni 800 dan 1185. Maka himpunan semesta yang terbentuk adalah:

$$U = [800 - 0; 1185 + 15]$$

2. Menentukan jumlah dan lebar kelas interval

Menentukan jumlah interval dengan aturan sturgess dengan rumus:

$$K = 1 + 3,322 \times \log n \quad (3.11)$$

Contoh:

Diketahui nilai “n” atau banyaknya data historis **Tabel 3.3** yakni 36, maka jumlah interval yang terbentuk yakni:

$$K = 1 + 3,322 \times \log(36)$$

$$K = 6,17$$

Setelah jumlah interval diketahui, selanjutnya dilakukan penghitungan lebar interval untuk membagi data dengan jumlah interval yang sama.

$$\text{lebar interval} = \frac{\text{Data maximum} - \text{Data minimum}}{\text{jumlah interval}} \quad (3.12)$$

Contoh:

Setelah dilakukan perhitungan jumlah interval diatas, maka dilanjutkan dengan menghitung lebar interval sebagai berikut.

$$\text{lebar interval} = \frac{1200 - 800}{6}$$

$$\text{lebar interval} = 66,66$$

Dari hasil diatas, maka dilanjutkan dengan menentukan batas bawah dan batas atas sesuai dengan panjang interval.

**Tabel 3.4** Sub himpunan interval data penjualan tanaman

No	Interval			Median ( $m_i$ )
	$u_i$	Batas bawah	Batas atas	
1	$u_1$	800	866,66	833,33
2	$u_2$	866,66	933,32	899,99
3	$u_3$	933,32	1000	966,65
4	$u_4$	1000	1066,64	1033,31
5	$u_5$	1066,64	1133,3	1099,97
6	$u_6$	1133,3	1200	1166,63

3. Mendefinisikan himpunan fuzzy pada  $U$  (himpunan semesta)

Tahap ini mengubah himpunan semesta yang telah terbagi dan masih berupa himpunan bilangan numerik menjadi himpunan fuzzy berdasarkan interval. Himpunan fuzzy dibentuk dengan ukuran matrik  $n \times n$ , nilai  $n$  merupakan nilai yang diperoleh dari *universe of discourse*.

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \dots + \frac{0}{u_m}, \quad (3.13)$$

$$A_2 = \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \dots + \frac{0}{u_m},$$

...

$$A_n = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \dots + \frac{0,5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n}$$

Hal tersebut dapat digambarkan dengan aturan sebagai berikut.

**Aturan 1:** jika data aktual  $X_t$  termasuk dalam  $u_j$ , maka derajat keanggotaan untuk  $u_j$  adalah 1, dan  $u_j + 1$  adalah 0.5 dan jika bukan  $u_j$  dan  $u_j + 1$ , berarti dinyatakan nol.

**Aturan 2:** jika data aktual  $X_t$  termasuk dalam  $u_j$ ,  $1 \leq j \leq n$  maka derajat keanggotaan untuk  $u_j$  adalah 1, dan untuk  $u_j - 1$  dan  $u_j + 1$  adalah 0.5 dan jika bukan  $u_j$ ,  $u_j - 1$  dan  $u_j + 1$  berarti dinyatakan nol.

**Aturan 3:** jika data aktual  $X_t$  termasuk dalam  $u_j$ ,  $1 \leq j \leq n$  maka derajat keanggotaan untuk  $u_j$  adalah 1, dan untuk  $u_j - 1$  adalah 0.5 dan jika bukan  $u_j$  dan  $u_j - 1$  berarti dinyatakan nol. (Boaisha & Amaitik, 2010)

Contoh:

Dari contoh studi kasus sebelumnya dibentuklah matrik ukuran  $n \times n$ , dimana  $n$  adalah panjang interval yang dipunya yakni 6. Berikut adalah matrik  $a_{ij}$  yang terbentuk.

**Tabel 3.5** Matrik  $a_{ij}$

	1	2	3	4	5	6
1	1	0,5	0	0	0	0
2	0,5	1	0,5	0	0	0
3	0	0,5	1	0,5	0	0
4	0	0	0,5	1	0,5	0
5	0	0	0	0,5	1	0,5
6	0	0	0	0	0,5	1

Selanjutnya himpunan fuzzy menjadi seperti berikut:

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6}$$

$$A_2 = \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6}$$

$$A_3 = \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6}$$

$$A_4 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{0}{u_6}$$

$$A_5 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0,5}{u_6}$$

$$A_6 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{1}{u_6}$$

Penjelasan:

Misal dipunyai nilai jumlah penjualan sebesar 920 maka derajat keanggotaan dari 920 pada  $u_2$  atau  $A_2$  adalah 1 dikarenakan nilai tersebut berada pada rentang antara batas atas dan bawah dari  $u_2$ . Sedangkan derajat keanggotaan di  $u$  yang lain adalah 0. Dan jika dipunyai nilai yang besarnya tepat pada batas atas atau bawah maka derajat keanggotaannya adalah 0,5.

#### 4. Fuzzifikasi data historis

Tahap ini menentukan nilai keanggotaan pada masing-masing himpunan fuzzy dari data historis, dengan nilai keanggotaannya adalah 0 sampai 1.

Contoh:

Dari contoh data pada Tabel 3.3 didapatkan hasil fuzzifikasi sebagai berikut:

**Tabel 3.6** Fuzzifikasi data penjualan tanaman

Periode	Jumlah	Fuzzifikasi
1	900	$A_2$
2	950	$A_3$
3	1085	$A_5$
4	800	$A_1$
5	1150	$A_6$
⋮	⋮	⋮
36	1025	$A_5$

#### 5. Menentukan FLR (*Fuzzy Logical Relationship*)

Misal  $F(i) = A_i$ , dan  $F(i + 1) = A_j$ . Hubungan antara dua pengamatan secara urut,  $F(i)$  dan  $F(i + 1)$  menjadi  $F(i) \rightarrow F(i + 1)$ , dinamakan dengan relasi logika fuzzy, dinotasikan oleh  $A_i \rightarrow A_j$ , dimana  $A_i$  dinamakan dengan LHS (*Left Hand Side*) atau data saat ini dan  $A_j$  dinamakan dengan RHS (*Right Hand Side*) atau data berikutnya.

Contoh:

**Tabel 3.7** FLR data penjualan tanaman

Periode	Jumlah	Fuzzifikasi	FLR
1	900	$A_2$	

Periode	Jumlah	Fuzzifikasi	FLR
2	950	$A_3$	$A_2 \rightarrow A_3$
3	1085	$A_5$	$A_3 \rightarrow A_5$
4	800	$A_1$	$A_5 \rightarrow A_1$
5	1150	$A_6$	$A_1 \rightarrow A_6$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
36	1025	$A_5$	

#### 6. Menentukan FLRG (*Fuzzy Logical Relationship Group*)

Nilai dari masing-masing relasi yang telah didapatkan akan digabungkan atau biasa disebut dengan FLRG (*Fuzzy Logical Relationship Group*). Cara pengelompokkan adalah dari sisi sebelah kiri yang sama. Kelompokkan semua hasil dari relasi logika fuzzy. Misal,  $(A_i): A_i \rightarrow A_{j1}, A_i \rightarrow A_{j1}$  dan  $A_i \rightarrow A_{j2}$ . Dari ketiga relasi logika fuzzy tersebut dapat dikelompokkan. Dengan model chen dan akan menghasilkan  $A_i \rightarrow A_{j1}, A_i \rightarrow A_{j2}$ , dimana relasi  $A_i \rightarrow A_{j1}, A_i \rightarrow A_{j1}$  cukup diambil salah satu, karena dua relasinya dianggap sama. (Anggriani, 2012)

#### 7. Defuzifikasi

Pada tahap ini, *fuzzy output* akan diubah menjadi nilai numerik berdasarkan fungsi keanggotaan dengan Tujuan untuk melakukan perhitungan hasil prediksi. (Widi, 2018)

### 3.8.2 *Fuzzy Time Series Cheng*

Pada metode cheng terdapat perbedaan langkah pembentukan fuzzy set dimana terdapat penambahan bobot pada setiap kelompok relasi fuzzy. Metode ini juga menerapkan peramalan adaptif dalam memodifikasi peramalan, *pada fuzzy logic relations* (FLR). Tahapan peramalan menggunakan *fuzzy time series cheng* sebagai berikut:

1. Membentuk himpunan semesta atau *unverse of discouse* (U)

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \quad (3.14)$$

Dimana

$D_{min}$  = Data minimum

$D_{max}$  = Data maximum

$D_1$  dan  $D_2$  = suatu nilai sembarang yang ditentukan oleh peneliti

2. Pembentukan interval

- a. Pada langkah ini, himpunan semesta dibagi menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Dalam penentuan jarak interval ini, salah satu cara yang dapat dipakai adalah dengan menggunakan rumus struges. Beberapa peneliti menggunakan rumus struges untuk menentukan jarak interval, seperti (Sumartini et al., 2017)

$$K = 1 + 3.322 \times \log (n) \quad (3.15)$$

Dengan  $n$  merupakan banyaknya data historis yang digunakan. Dari hasil tersebut, akan dibentuk sejumlah nilai linguistic untuk mempresentasikan suatu himpunan fuzzy pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta ( $U$ ).

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_k\} \quad (3.16)$$

Dengan

$U$  = himpunan semesta

$u_i$  = banyak kelas pada  $U$ , untuk  $i = 1, 2, \dots, K$

- b. Menentukan lebar interval

$$\text{lebar interval} = \frac{\text{Data maximum} - \text{Data minimum}}{\text{jumlah interval}} \quad (3.17)$$

- c. Menentukan nilai tengah atau midpoint

$$m_i = \frac{\text{batas bawah} + \text{batas atas}}{2} \quad (3.18)$$

Dari hasil diatas, maka didapatkan partisi dari himpunan semesta sesuai dengan panjang interval.

$$u_1 = (D_{min} - D_1; D_{min} - D_1 + l) \quad (3.19)$$

$$u_2 = (D_{min} - D_1 + l; D_{min} - D_1 + 2l)$$

$$u_3 = (D_{min} - D_1 + 2l; D_{min} - D_1 + 3l)$$

⋮

$$u_7 = (D_{min} - D_1 + (k - 1)l; D_{min} - D_1 + nl)$$

3. Mendefinisikan fuzzifikasi

Tahap ini mengubah himpunan semesta yang telah terbagi dan masih berupa himpunan bilangan numerik menjadi himpunan fuzzy berdasarkan interval. Himpunan fuzzy dibentuk dengan ukuran matrik  $n \times n$ , nilai  $n$  merupakan nilai yang diperoleh dari *universe of discourse*.

$$\begin{aligned}
A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \dots + \frac{0}{u_m}, \\
A_2 &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \dots + \frac{0}{u_m}, \\
&\dots \\
A_n &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \dots + \frac{0,5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n}
\end{aligned}
\tag{3.20}$$

Dalam menentukan derajat keanggotaan diatas memiliki aturan sama seperti yang tertera pada fuzzy *time series chen*.

4. Menentukan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relationship* (FLRG)

Hubungan diidentifikasi berdasarkan hasil dari fuzzifikasi data *time series*. Jika variabel *time series*  $t - 1$  merupakan fuzzifikasi sebagai  $A_k$  dan  $(t)$  merupakan hasil fuzzifikasi sebagai  $A_m$ , maka  $A_k$  berhubungan dengan  $A_m$ . Hubungan yang seperti ini dinotasikan sebagai  $A_k \rightarrow A_m$ , dimana  $A_k$  merupakan data historis selanjutnya dari waktu sekarang (next state). Sebagai contoh, jika FLR berbentuk  $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_3, A_1 \rightarrow A_2$ , FLRG yang terbentuk adalah  $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$ .

5. Menentukan pembobotan

Menentukan bobot relasi FLR menjadi FLRG dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. FLR yang memiliki current state ( $A_i$ ) yang sama digabungkan menjadi satu grup kedalam matriks pembobotan. Lalu, mentransfer bobot tersebut kedalam matriks pembobot yang persamaannya ditulis sebagai berikut.

$$W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1p} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{q1} & W_{q2} & \dots & W_{qp} \end{bmatrix}
\tag{3.21}$$

Dimana  $W$  merupakan matriks pembobot dan merupakan bobot matriks pada baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$  dengan  $i = 1, 2, \dots, q; j = 1, 2, \dots, p$ . selanjutnya mentransfer bobot FLRG kedalam bentuk matriks pembobot yang telah di standarisasi ( $W^*$ ) yang mempunyai persamaan seperti berikut.

$$W^* = \begin{bmatrix} W_{11}^* & W_{12}^* & \dots & W_{1p}^* \\ W_{21}^* & W_{22}^* & \dots & W_{2p}^* \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{q1}^* & W_{q2}^* & \dots & W_{qp}^* \end{bmatrix} \quad (3.22)$$

Dimana  $W^*$  merupakan matriks pembobot terstandarisasi dengan rumus sebagai berikut.

$$W_{ij}^* = \frac{W_{ij}}{\sum_{j=1}^p W_{ij}} \quad (3.23)$$

#### 6. Defuzzifikasi data peramalan

Untuk menghasilkan nilai peramalan, matriks pembobot terstandarisasi  $W^*$  dikalikan dengan  $m_i$  ( $m_i$  merupakan matriks nilai tengah himpunan fuzzy). Sehingga perhitungan peramalannya menjadi:

$$F_i = W_{i1}^*(m_1) + W_{i2}^*(m_2) + \dots + W_{ip}^*(m_p) \quad (3.24)$$

Dimana  $F_i$  adalah hasil peramalan, dengan  $W_{ip}^*$  merupakan persamaan 3.27 jika hasil dari fuzzifikasi pada periode ke- $i$  adalah  $A_i$ , dan  $A_i$  tidak mempunyai FLR pada FLRG atau dapat dituliskan dengan kondisi  $A_j \rightarrow \emptyset$ , dimana nilai maksimum derajat keanggotaan berada pada  $u_i$ , maka nilai prediksi ( $F_i$ ) adalah nilai tengah  $u_i$ , atau dapat didefinisikan dengan  $m_i$  (Fahmi et al., 2013).

### 3.9. Ukuran Ketepatan Peramalan

Metode peramalan bertujuan untuk mendapatkan data hasil peramalan untuk periode mendatang dengan nilai yang optimum, yaitu nilai data hasil peramalan mendekati data historis. Untuk melihat nilai ramalan apakah optimum atau tidak dibutuhkan hasil perhitungan ukuran ketepatan peramalan dengan nilai yang kecil.

#### 3.9.1 Mean Absolute Percentage Error

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah pengukuran kesalahan dengan menghitung ukuran penyimpangan antara data aktual dengan data hasil peramalan dalam bentuk presentase. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai MAPE (Chang, 2007):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{x_t - y_t}{x_t} \right| \times 100\% \quad (3.25)$$

Keterangan:

$n$  = Jumlah data

$x_t$  = Nilai data aktual pada periode ke-t

$y_t$  = Nilai hasil peramalan pada periode ke-t

Berikut tabel kategori nilai MAPE menurut (Chang, 2007).

**Tabel 3.8** Kriteria perhitungan MAPE

<b>MAPE</b>	<b>Interpretasi</b>
$< 10\%$	Kemampuan peramalan sangat baik
$10\% \leq MAPE < 20\%$	Kemampuan peramalan baik
$20\% \leq MAPE < 50\%$	Kemampuan peramalan layak/memadai
$\geq 50\%$	Kemampuan peramalan buruk



## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1. Populasi Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh catatan pendapatan pajak hotel dan restoran di kota Yogyakarta. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah Catatan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta pada periode Januari 2016 sampai dengan April 2021. Maka, jumlah data historis yang dimiliki yakni sebanyak 64 data.

#### 4.2. Jenis dan Sumber Data

Pada penelitian ini digunakan data sekunder, dimana peneliti tidak terjun langsung ke lapangan dalam proses pengambilan data melainkan memperoleh melalui *website* <https://opendata.jogjakota.go.id> yang dikelola langsung oleh Dinas Komunikasi Informatika dan Persandian Pemerintah kota Yogyakarta, dimana *website* tersebut berisi tentang data-data yang dimiliki pemerintah kota Yogyakarta seperti data kependudukan, pajak daerah, dan lain-lain sebagai upaya mendukung transparansi dan akuntabilitas kepada masyarakat.

#### 4.3. Variabel penelitian

Variabel yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah pendapatan bulanan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta mulai dari Januari 2016 sampai dengan April 2021. Penjelasan dari variabel yang digunakan dalam Penelitian ini terdapat pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Definisi variabel

No	Variabel	Definisi Operasional	Satuan/Skala	Contoh
1	Pendapatan pajak hotel dan restoran	Iuran wajib yang dipungut atas pelayanan yang disediakan hotel dan restoran dengan pembayaran	Rupiah	Rp.2.410

#### 4.4. Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan bantuan *software Microsoft Excel* dan *RStudio*.

Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode *Triple Exponential Smoothing* yang digunakan untuk melakukan peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta sebelum adanya pandemi Covid-19 periode Januari 2016 – Desember 2019
2. Metode *Brown's Double Exponential Smoothing* dan *Fuzzy Time Series Chen* serta *Cheng* untuk melakukan peramalan pendapatan Pajak Hotel dan Restoran di kota Yogyakarta saat adanya pandemi Covid-19 periode Januari 2020 – April 2021, serta *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* digunakan untuk melihat ukuran kesalahan dari hasil peramalan.

#### 4.5. Tahapan Analisis

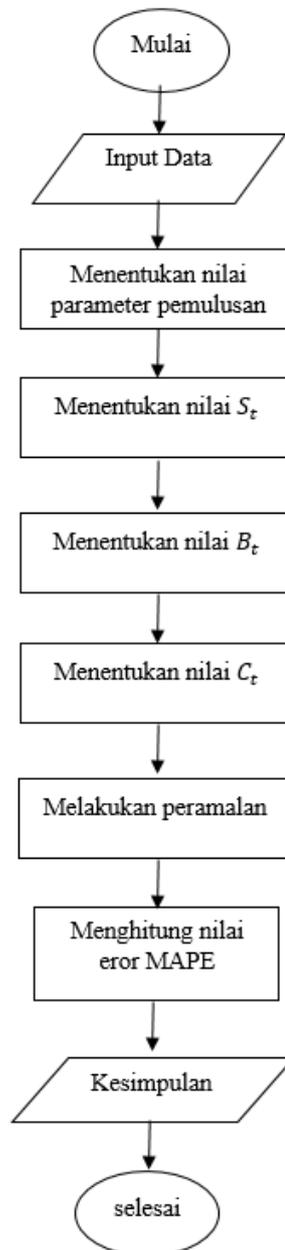
Adapun metode yang digunakan untuk melakukan peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran yaitu *Triple Exponential Smoothing*, *B-DES*, *Fuzzy Time Series Chen* dan *Cheng*.

##### 4.5.1 Tahapan Analisis TES

Berikut merupakan langkah-langkah dari analisis *Triple Exponential Smoothing (TES)*

1. Melakukan input data pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta periode sebelum adanya Covid-19 yakni Januari 2016 – Desember 2019, lalu ditampilkan plot dari data tersebut dalam *software R studio*.
2. Menentukan nilai parameter pemulusan.
3. Menentukan nilai  $S_t$  atau pemulusan "Level".
4. Menentukan nilai  $B_t$  atau pemulusan *trend*.
5. Menentukan nilai  $C_t$  atau pemulusan musiman.
6. Melakukan peramalan.
7. Setelah didapatkan hasil peramalan, maka selanjutnya menghitung kesalahan kesalahan peramalan dengan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*.
8. Ulangi langkah 2-7 hingga diperoleh nilai parameter pemulusan yang memberikan MAPE terkecil.
9. Kesimpulan.

Berikut merupakan *flowchart* dari peramalan menggunakan *Triple Exponential Smoothing*.



**Gambar 4.1** Flowchart peramalan dengan TES

#### 4.5.2 *Brown's Double Exponential Smoothing* dan *Fuzzy Time Series Chen* serta *Cheng*

Berikut merupakan langkah-langkah dari analisis *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) dan *Fuzzy Time Series Chen* serta *Cheng*.

##### a. B-DES

1. Melakukan input data pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta periode saat adanya pandemi Covid-19 mulai Januari 2020 – April 2021, lalu ditampilkan plot dari data tersebut dalam *software R studio*.
2. Membuat fungsi untuk menghitung nilai dasar B-DES. Nilai dasar yang akan dihitung yakni nilai *single smoothing*, *double smoothing*, nilai konstanta serta nilai koefisien *trend*.
3. Melakukan peramalan
4. Menghitung kesalahan peramalan dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

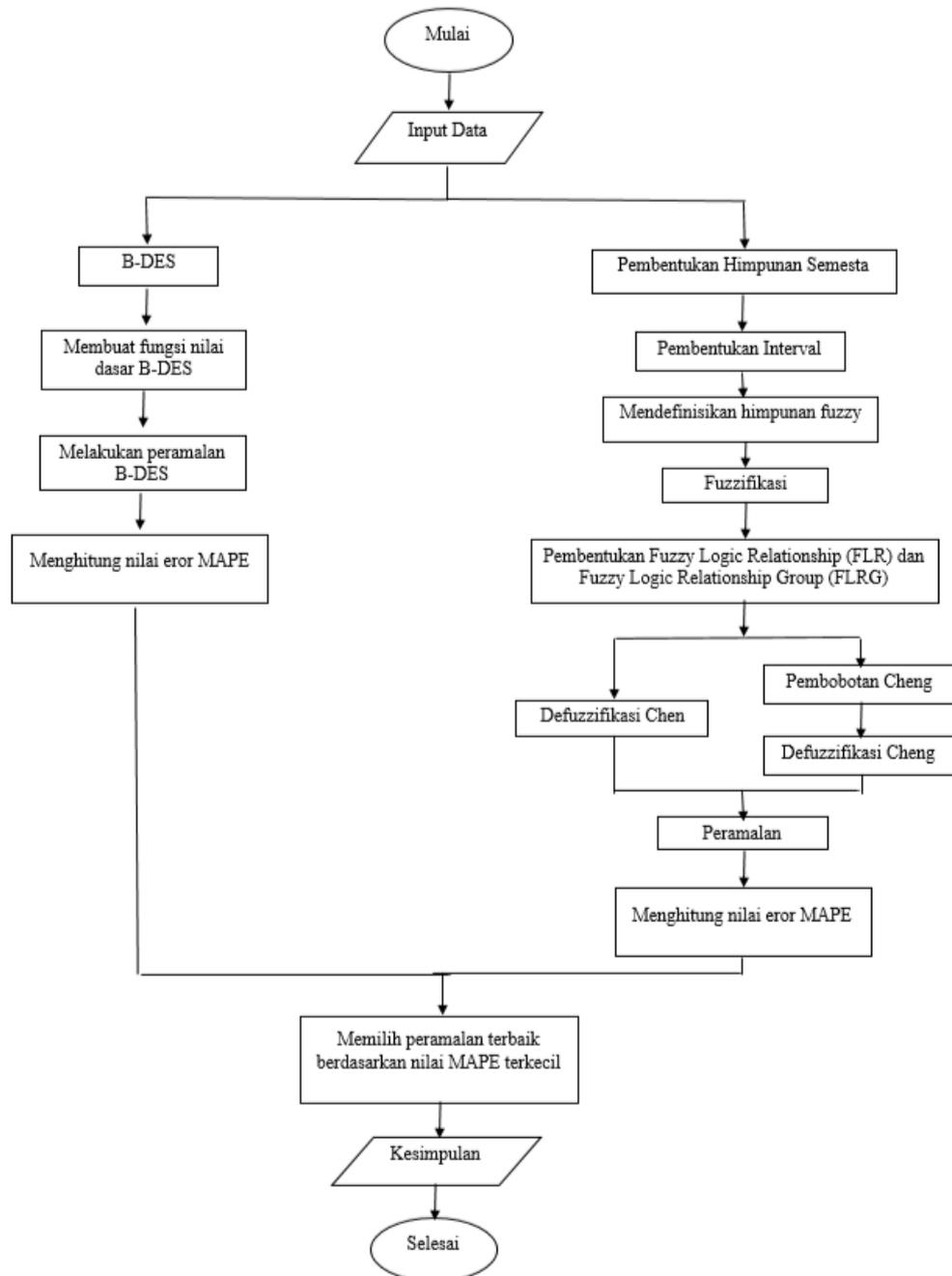
##### b. *Fuzzy Time Series Chen dan Cheng*

1. Melakukan input data pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta periode saat adanya pandemi Covid-19 mulai Januari 2020 – April 2021 dalam *microsoft excel*.
2. Melakukan pembentukan himpunan semesta ( $U$ ).
3. Menentukan pembentukan interval dimana didalamnya menghitung lebar dan jumlah interval.
4. Mendefinisikan himpunan fuzzy pada himpunan semesta ( $U$ ) atau dalam kata lain menentukan derajat keanggotaan.
5. Melakukan fuzzifikasi.
6. Pembentukan FLR dan FLRG.
7. Pada *fuzzy time series chen* langkah selanjutnya adalah melakukan defuzzifikasi, namun pada *fuzzy time series cheng* memiliki sedikit perbedaan yakni sebelum dilakukan defuzzifikasi terlebih dahulu dilakukan pembobotan pada himpunan fuzzy yang telah terbentuk, dan setelah itu barulah dilakukan proses defuzzifikasi.
8. Melakukan peramalan.

9. Menghitung nilai kesalahan peramalan dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Setelah dilakukan peramalan menggunakan kedua metode tersebut dilakukan perbandingan berdasarkan nilai MAPE. Metode yang memiliki nilai MAPE terkecil merupakan metode peramalan yang terbaik.

Berikut merupakan *flowchart* dari peramalan menggunakan B-DES dan FTS chen serta cheng.



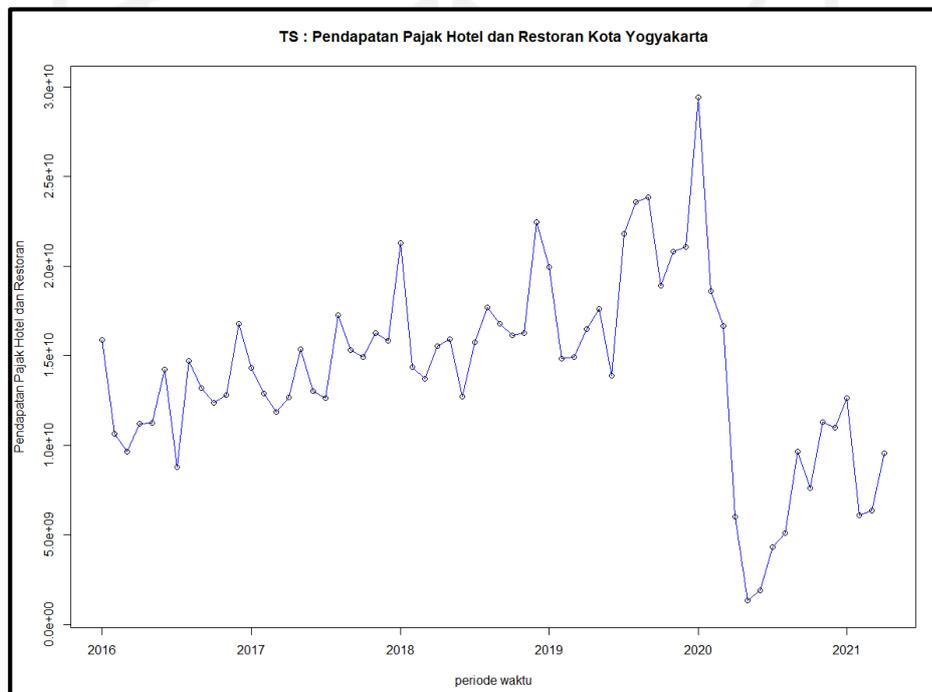
**Gambar 4.2** *Flowchart* peramalan dengan B-DES dan FTS Chen, Cheng.

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Analisis Pola Data Time Series

Pada penelitian ini digunakan data pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta mulai dari Januari 2016 sampai dengan April 2021 atau jika ditotal sebanyak 64 data. Sebelum dilakukannya analisis peramalan perlu untuk mengetahui pola dari data, sehingga peneliti akan lebih mudah dalam menentukan metode peramalan yang tepat. Berikut plot data pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta.



**Gambar 5.1** Plot data pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta

Berdasarkan plot pada Gambar 5.1 terlihat bahwasannya pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta mulai tahun 2016 sampai 2019 mengalami fluktuasi setiap bulannya, namun masih cenderung membentuk *trend* naik sedikit demi sedikit. Hingga pada awal 2020 pemerintah mengkonfirmasi adanya pandemi Covid-19 yang diketahui mengakibatkan penurunan drastis bagi pendapatan pajak hotel dan restoran, hal tersebut seiring dengan ditetapkannya peraturan pemerintah tentang adanya *lock down* dimana hotel-hotel dan restoran dilarang buka untuk sementara waktu sampai batas waktu yang belum ditentukan, dan diketahui pada

bulan Mei 2020 pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta mengalami titik terendahnya. Lalu setelah itu pada bulan-bulan selanjutnya mulai merangkak naik sedikit demi sedikit, namun masih sangat tidak stabil dikarenakan pandemi Covid-19 masih berlangsung dan belum terkendali. Dengan adanya hal tersebut peneliti membagi data menjadi 2 periode dalam melakukan perhitungan peramalan agar tidak merusak hasil dikarenakan perbedaan data yang signifikan antara sebelum adanya pandemi dan saat adanya pandemi Covid-19. Selain itu, juga bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pandemi tersebut. Data pada periode sebelum adanya pandemi Covid-19 dimulai dari data pertama yakni Januari 2016 hingga Desember 2019. Dalam rentang waktu tersebut pola dari data menunjukkan adanya unsur trend naik serta musiman (membentuk bukit dan lembah yang terjadi secara berulang). Sehingga, metode peramalan yang cocok digunakan adalah *Triple Exponential Smoothing* (TES). Sedangkan, pada periode saat adanya pandemi Covid-19 yakni di mulai dari data Januari 2020 sampai April 2021. Pada periode ini pola dari data menunjukkan unsur trend baik turun maupun naik, sehingga metode yang digunakan adalah *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) dan *Fuzzy Time Series Chen dan Cheng*.

## **5.2. Analisis *Triple Exponential Smoothing***

Penerapan metode *Triple Exponential Smoothing* (TES) pada perhitungan peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta periode sebelum adanya pandemi Covid-19 yakni Januari 2016 sampai dengan Desember 2019, dilakukan menggunakan *software Rstudio*. Pada *Triple Exponential Smoothing* (TES) digunakan tiga parameter dalam pemilihan model terbaik yaitu  $\alpha$  (*level*) dan  $\beta$  (*trend*) dan  $\gamma$  (musiman). Proses pemulusan tingkat *level* menggunakan parameter  $\alpha$ , pemulusan *trend* menggunakan parameter  $\beta$ , serta pemulusan musiman menggunakan parameter  $\gamma$ . Pemilihan parameter optimal dapat digunakan dengan cara *trial and error* sampai mendapatkan parameter terbaik atau optimal, pengukuran kesalahan parameter dalam penelitian ini dapat dilihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Selain menggunakan cara *trial and error*, pemilihan parameter optimal dapat diketahui melalui *software*. Pada penelitian ini digunakan cara keduanya guna dijadikan perbandingan, dimana parameter

optimum yang didapatkan melalui *software* atau coba-coba (*trial and error*) oleh peneliti yang memiliki MAPE terkecil yang akan dipilih sebagai peramalan terbaik.

### 5.2.1 Parameter percobaan pertama (*Default R*)

Parameter optimal pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta, yang didapatkan dari *software RStudio* adalah sebagai berikut.

**Tabel 5.1** Tabel parameter

Parameter	Nilai
$\alpha$	0,0067
$\beta$	0,348
$\gamma$	0,458

Berdasarkan Tabel 5.1 didapatkan parameter pemulusan tingkat *level* atau  $\alpha$  adalah sebesar 0,0067, parameter pemulusan *trend* atau  $\beta$  adalah sebesar 0,348, dan parameter pemulusan musiman adalah sebesar 0,458.

Kemudian,  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  yang telah didapatkan diatas digunakan untuk menghitung nilai  $S_t$  (nilai pemulusan pada periode ke-t) dengan rumus:

$$S_t = \alpha \times (X_t - C_{t-L}) + (1 - \alpha) \times (S_{t-1} + B_{t-1})$$

Misal, jika  $X_t$  yang digunakan adalah  $X$  ke-13 yakni sebesar 14.327.172.242, dengan nilai inisiasi dari peneliti untuk  $C_{t-L} = 2$ ,  $S_{t-1} = 16.777.708.082$ ,  $B_{t-1} = 40$  dan  $L = 12$ , maka:

$$S_t = 0,0067 \times (14.327.172.242 - 2) + (1 - 0,0067) \times (16.777.708.082 + 40)$$

$$S_t = 16.761.289.532$$

Setelah t berjalan dilanjutkan dengan menghitung  $B_t$  dan  $C_t$  seperti berikut:

- Pemulusan trend ( $B_t$ )

$$B_t = \beta \times (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \times B_{t-1}$$

$$B_t = 0,348 \times (16.761.289.532 - 16.777.708.082) + (1 - 0,348) \times 40$$

$$B_t = -5.713.629$$

- Pemulusan musiman ( $C_t$ )

$$C_t = \gamma \times (X_t - S_t) + (1 - \gamma) \times C_{t-L}$$

$$C_t = 0,458 \times (14.327.172.242 - 16.761.289.532) + (1 - 0,458) \times 2$$

$$C_t = -1.114.825.718$$

Setelah nilai  $S_t$ ,  $B_t$  dan  $C_t$  didapatkan, maka dilakukanlah perhitungan peramalan menggunakan rumus:

$$F_{t+m} = S_t + m \times B_t + C_{t-L+1+(m-1) \bmod L}$$

$$F_{t+m} = 16.761.289.532 + 1 \times (-5.730.087.870) + C_{13-12+1+((1-1) \bmod 12)}$$

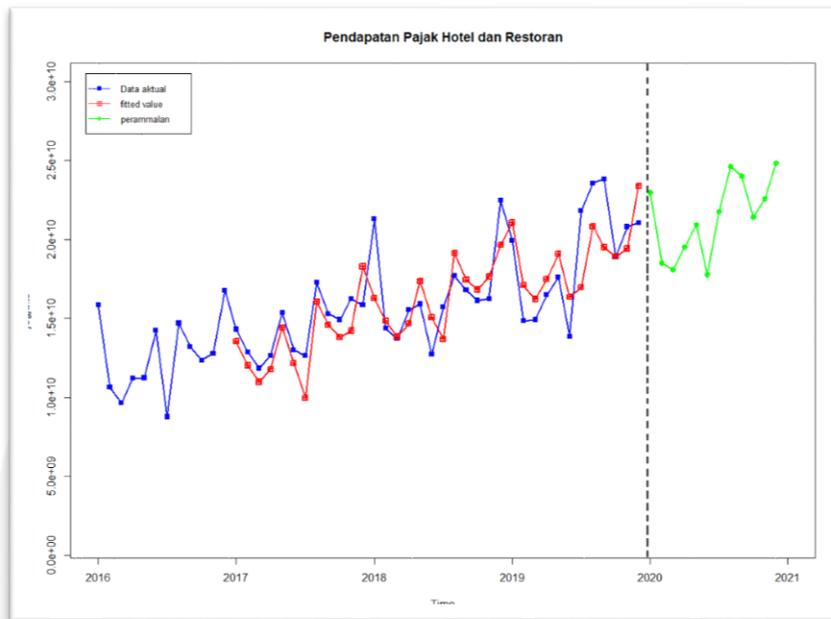
$$F_{t+m} = 15.640.733.766$$

Dimana nilai awal  $C_{t-L}$ ,  $S_{t-1}$ , dan  $B_{t-1}$  sebenarnya didapatkan dari nilai inisiasi dari *software R* yang mungkin beda dengan yang peneliti tentukan. Sehingga, didapatkan hasil peramalan untuk 12 periode kedepan menggunakan *software RStudio* seperti pada Tabel 5.2 berikut.

**Tabel 5.2** Tabel hasil peramalan metode TES

Periode	Hasil Peramalan Pendapatan Pajak (Rp)
Jan-2020	22.988.506.131
Feb-2020	18.515.669.912
Mar-2020	18.099.536.135
Apr-2020	19.528.365.408
Mei-2020	20.932.643.881
Jun-2020	17.777.516.698
Jul-2020	21.756.038.543
Aug-2020	24.644.619.320
Sep-2020	24.030.085.416
Oct-2020	21.435.442.986
Nov-2020	22.583.587.918
Des-2020	24.836.876.845

Berikut merupakan *plot* hasil peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran menggunakan parameter optimal yang didapatkan dari *software Rstudio*.



**Gambar 5.2** Plot hasil peramalan metode TES

Berdasarkan *plot* pada Gambar 5.2 garis berwarna biru menunjukkan data aktual, garis berwarna merah merupakan *fitted value* dan garis hijau merupakan hasil dari peramalan 12 periode berikutnya, sedangkan garis putus-putus merupakan garis pemisah antara data aktual dan nilai peramalannya. Dalam grafik tersebut juga terdapat garis berwarna merah dan garis berwarna biru yang saling berdekatan yang artinya nilai hasil prediksi mendekati nilai aktualnya. Secara visual terlihat bahwa hasil peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta pada periode Januari 2020 – Desember 2020 diperkirakan mengalami fluktuasi yang sangat signifikan namun membentuk *trend* naik.

### 5.2.2 Parameter percobaan kedua (*Trial and error*)

Parameter optimal pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta, yang didapatkan dari (*trial and error*) oleh peneliti adalah sebagai berikut.

**Tabel 5.3** Tabel Parameter

Parameter	Nilai
$\alpha$	0,25
$\beta$	0,1
$\gamma$	0,7

Berdasarkan Tabel 5.3 didapatkan parameter pemulusan tingkat *level* atau  $\alpha$  adalah sebesar 0.25, parameter pemulusan *trend* atau  $\beta$  adalah sebesar 0.1, dan parameter pemulusan musiman adalah sebesar 0.7.

Kemudian,  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  yang telah didapatkan dari percobaan kedua tersebut digunakan untuk menghitung nilai  $S_t$  (nilai pemulusan pada periode ke- $t$ ) dengan rumus:

$$S_t = \alpha \times (X_t - C_{t-L}) + (1 - \alpha) \times (S_{t-1} + B_{t-1})$$

Misal, jika  $X_t$  yang digunakan adalah  $X$  ke-13 yakni sebesar 14.327.172.242, dengan nilai inisiasi untuk  $C_{t-L} = 2$ ,  $S_{t-1} = 16.777.708.082$ ,  $B_{t-1} = 40$  dan  $L = 12$ , maka:

$$S_t = 0,25 \times (14.327.172.242 - 2) + (1 - 0,25) \times (16.777.708.082 + 40)$$

$$S_t = 16.165.074.152$$

Setelah  $t$  berjalan dilanjutkan dengan menghitung  $B_t$  dan  $C_t$  seperti berikut:

- Pemulusan trend ( $B_t$ )

$$B_t = \beta \times (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \times B_{t-1}$$

$$B_t = 0,1 \times (15.552.440.181 - 16.777.708.082) + (1 - 0,1) \times 40$$

$$B_t = -61.263.357$$

- Pemulusan musiman ( $C_t$ )

$$C_t = \gamma \times (X_t - S_t) + (1 - \gamma) \times C_{t-L}$$

$$C_t = 0,7 \times (14.327.172.242 - 15.552.440.181) + (1 - 0,7) \times 2$$

$$C_t = -1.286.531.336$$

Setelah nilai  $S_t$ ,  $B_t$  dan  $C_t$  didapatkan, maka dilakukanlah perhitungan peramalan menggunakan rumus:

$$F_{t+m} = S_t + m \times B_t + C_{t-L+1+((m-1) \bmod L)}$$

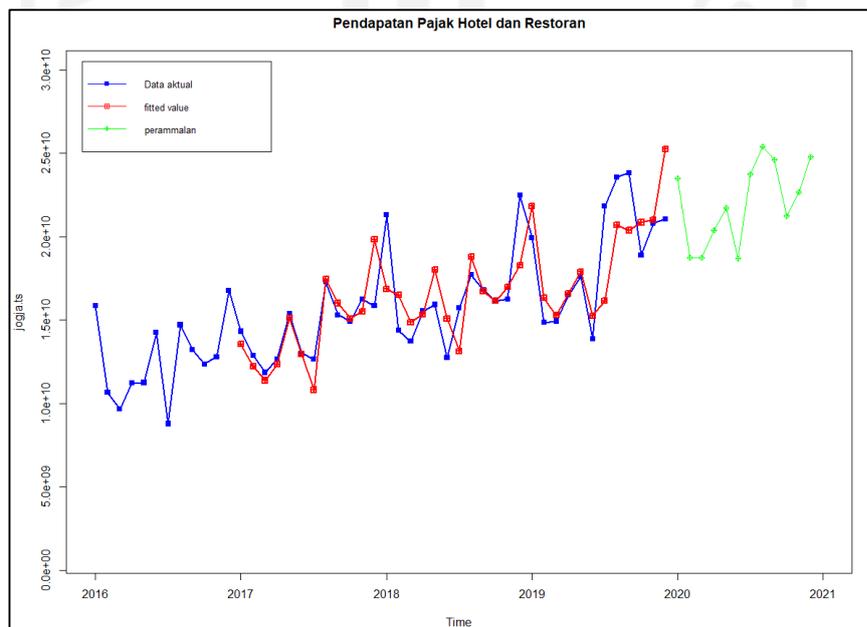
$$F_{t+m} = 16.165.074.152 + 1 \times 40 + C_{13-12+1+((1-1) \bmod 12)} = 16.103.810.796$$

Dimana nilai awal  $C_{t-L}$ ,  $S_{t-1}$ , dan  $B_{t-1}$  sebenarnya didapatkan dari nilai inisiasi dari *software R* yang mungkin beda dengan yang peneliti tentukan. Sehingga, didapatkan hasil peramalan untuk 12 periode kedepan seperti pada Tabel 5.4 berikut.

**Tabel 5.4** Tabel hasil peramalan metode TES

Periode	Hasil Peramalan Pendapatan Pajak (Rp)
Jan-2020	23.525.519.492
Feb-2020	18.758.733.543
Mar-2020	18.761.057.969
Apr-2020	20.396.380.969
Mei-2020	21.727.098.521
Jun-2020	18.685.658.889
Jul-2020	23.759.345.437
Aug-2020	25.423.451.328
Sep-2020	24.618.756.258
Oct-2020	21.239.524.041
Nov-2020	22.701.266.993
Des-2020	24.786.412.607

Berikut merupakan *plot* hasil peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran menggunakan parameter optimal yang didapatkan dari *software Rstudio*.



**Gambar 5.3** Plot Hasil peramalan metode TES

Berdasarkan *plot* pada Gambar 5.3 garis berwarna biru menunjukkan data aktual, garis berwarna merah merupakan *fitted value* dan garis hijau merupakan hasil dari peramalan 12 periode berikutnya, sedangkan garis putus-putus merupakan garis pemisah antara data aktual dan nilai peramalannya. Dalam grafik tersebut juga terdapat garis berwarna merah dan garis berwarna biru yang saling berdekatan yang artinya nilai hasil prediksi mendekati nilai aktualnya. Secara visual terlihat bahwa hasil peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta pada periode Januari 2020 – Desember 2020 diperkirakan mengalami fluktuasi yang sangat signifikan namun cenderung mengalami trend naik.

### 5.2.3 Perbandingan Hasil Akurasi

Nilai akurasi yang digunakan yaitu MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Nilai tersebut dapat menentukan nilai peramalan mana yang paling baik. Pada Tabel 5.5 menunjukkan hasil perbandingan nilai MAPE dari kedua percobaan parameter diatas yang didapatkan dari perhitungan berikut:

- MAPE percobaan pertama

$$MAPE = \frac{\left| \left( \left( \frac{14.327.172.242 - 13.557.064.626}{14.327.172.242} \right) + \left( \frac{12.888.439.757 - 12.034.638.112}{12.888.439.757} \right) + \dots + \left( \frac{21.066.270.695 - 23.397.870.696}{21.066.270.695} \right) \right) \right|}{48} 100$$

$$= 9,70825 (9,71\%)$$

- MAPE percobaan kedua

$$MAPE = \frac{\left| \left( \left( \frac{14.327.172.242 - 13.557.064.626}{14.327.172.242} \right) + \left( \frac{12.888.439.757 - 12.239.466.649}{12.888.439.757} \right) + \dots + \left( \frac{21.066.270.695 - 25.262.451.744}{21.066.270.695} \right) \right) \right|}{48} 100$$

$$= 8,6432 (8,64\%)$$

**Tabel 5.5** Tabel perbandingan nilai akurasi (MAPE)

	MAPE
Percobaan pertama	9,70825 (9,71%)
Percobaan kedua	8,6432 (8,64%)

Pada Tabel 5.5 dapat dilihat hasil perbandingan MAPE dari kedua peramalan yang dilakukan menggunakan parameter percobaan pertama yang didapatkan dari *default software R Studio* dan percobaan kedua yang ditentukan oleh peneliti. Didapatkan nilai MAPE sebesar 9,71% untuk parameter pemulusan percobaan

pertama atau  $\alpha = 0,0067$ ,  $\beta = 0,348$ ,  $\gamma = 0,458$ . Sedangkan untuk percobaan kedua menggunakan parameter pemulusan  $\alpha = 0,25$ ,  $\beta = 0,1$ ,  $\gamma = 0,7$ , diperoleh nilai MAPE lebih kecil yakni sebesar 8,64%. Sehingga metode *Triple Exponential Smoothing* (TES) dengan parameter pemulusan percobaan kedua lebih optimal untuk meramalkan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta periode sebelum adanya Covid-19.

### 5.3. *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES)

Penerapan metode *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) pada perhitungan peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta periode saat adanya pandemi Covid-19 yakni Januari 2020 – April 2021 dengan bantuan *software R Studio*. *Output* yang akan dihasilkan yaitu parameter optimum, nilai peramalan serta nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Pada metode B-DES hanya menggunakan satu parameter yaitu  $\alpha$  yang bernilai antara 0 sampai 1. Peneliti menggunakan parameter ( $\alpha = 0,57$ ) yang didapatkan dengan cara *trial and error*. Berdasarkan nilai parameter pemulusan tersebut dilakukan perhitungan tahapan peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta dengan persamaan berikut:

- Menghitung nilai pemulusan pertama

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$$

Dalam metode *Exponential Smoothing*, nilai awal sangat dibutuhkan, pada perhitungan diatas karena nilai t-1 tidak ada, artinya nilai  $S'_{t-1}$  juga tidak diketahui, maka untuk  $t = 1$  nilai  $S'_t$  diinisiasikan sama dengan nilai data aktual periode pertama ( $X_1$ ) sebesar 29.420.172.925.

Untuk  $t = 2$  adalah seperti berikut:

$$S'_2 = \alpha X_2 + (1 - \alpha)S'_{2-1}$$

$$S'_2 = 0,57(18.602.094.198) + (1 - 0,57)29.420.172.925$$

$$S'_2 = 23.253.868.051$$

Dan seterusnya sampai pada perhitungan  $S'_t$  untuk  $t = 16$ .

- Menghitung nilai pemulusan ganda

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}$$

Pada perhitungan  $S_t''$  periode pertama juga sama halnya dengan  $S_t'$ , nilai  $S_{t-1}''$  tidak diketahui, maka untuk  $t = 1$  nilai  $S_t''$  diinisiasikan sama dengan nilai data aktual periode pertama ( $X_1$ ) sebesar 29.420.172.925.

Sedangkan untuk  $t = 2$

$$S_2'' = aS_2' + (1 - a)S_{2-1}''$$

$$S_2'' = 0,57(23.253.868.051) + (1 - 0,57)29.420.172.925$$

$$S_2'' = 25.905.379.147$$

Dan seterusnya sampai pada perhitungan  $S_t''$  untuk  $t = 16$ .

- Menghitung nilai  $a_t$

Untuk  $t = 2$

$$a_2 = 2S_2' - S_2''$$

$$a_2 = 2(23.253.868.051) - 25.905.379.147$$

$$a_2 = 20.602.356.955$$

Dan seterusnya sampai pada perhitungan  $a_t$  untuk  $t = 16$ .

- Menghitung nilai  $b_t$

Untuk  $t = 2$

$$b_2 = \frac{a}{1 - a} + (S_2' - S_2'')$$

$$b_2 = \frac{0,57}{1 - 0,57} (23.253.868.051 - 25.905.379.147)$$

$$b_2 = -3.514.793.778$$

Dan seterusnya sampai pada perhitungan  $b_t$  untuk  $t = 16$ .

- Peramalan 1 periode kedepan

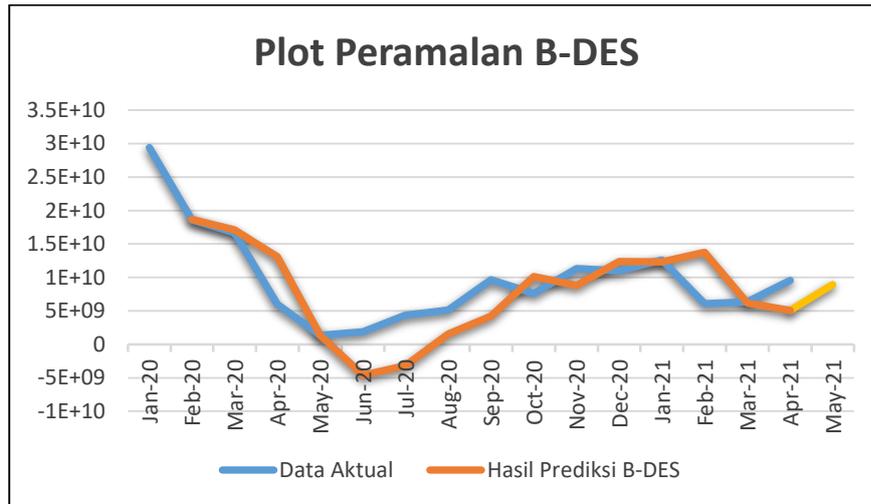
Dari hasil tahapan perhitungan diatas sampai dengan  $t = 16$  dengan hasil  $a_{16} = 8.718.352.096$  dan  $b_t = 196.473.015$ , sehingga peramalan untuk 1 periode kedepan yakni bulan Mei 2021:

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m)$$

$$F_{16+1} = 8.718.352.096 + (196.473.015)(1)$$

$$F_{16+1} = 8.914.825.111$$

Berikut adalah plot perbandingan data aktual dan data hasil prediksi *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES).



**Gambar 5.4** Plot hasil peramalan metode B-DES

Pada plot hasil peramalan B-DES pada Gambar 5.4 diketahui bahwasannya garis warna biru menunjukkan data aktual, garis warna orange menunjukkan *fitted value* dan warna kuning merupakan hasil prediksi B-DES. Terlihat pola dari hasil peramalan dapat mengikuti data aktual, walau memiliki jarak nilai yang cukup jauh. Lebih jelasnya berikut adalah tabel perbandingan data aktual, hasil prediksi serta peramalan untuk satu periode kedepan atau bulan Mei 2021.

**Tabel 5.6** Tabel perbandingan data aktual, *fitted value*, dan hasil peramalan

<b>Periode</b>	<b>Data Aktual</b>	<b><i>Fitted Value</i> dan Hasil Peramalan B-DES (Rp)</b>
Jan-2020	29.420.172.925	-
Feb-2020	18.602.094.198	18.680.148.604
Mar-2020	16.653.962.749	17.087.563.176
April-2020	5.991.992.834	13.078.464.911
Mei-2020	1.328.569.826	1.344.216.186
Jun-2020	1.881.519.030	-4.631.685.999
Jul-2020	4.336.712.872	-3.169.781.103

<b>Periode</b>	<b>Data Aktual</b>	<b><i>Fitted Value</i> dan Hasil Peramalan B-DES (Rp)</b>
Agus-2020	5.115.708.062	1.540.613.505
Sept-2020	9.635.871.099	4.208.072.669
Oct-2020	7.620.833.648	10.149.162.470
Nov-2020	11.314.881.411	8.783.758.914
Dec-2020	10.986.893.167	12.364.675.827
Jan-2021	12.630.025.312	12.311.802.560
Feb-2021	6.084.154.448	13.744.733.877
Mar-2021	6.356.427.812	6.185.221.280
Apr-2021	9.547.085.572	5.065.022.422
<b>Mei-2021</b>	-	<b>8.914.825.111</b>

Dari hasil peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta periode saat adanya Covid-19 menggunakan metode *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) adalah pada bulan Mei 2021 didapatkan hasil peramalan sebesar Rp8.914.825.111. Dan pada data hasil prediksi (*fitted value*) terdapat ketidaktepatan yakni nilainya tidak selalu positif seperti yang diperoleh pada bulan Juni dan Juli, hal tersebut dikarenakan dalam peramalan tidak memperhatikan positif atau negatif suatu data dalam perhitungannya, sehingga diasumsikan peramalan pendapatan pada bulan tersebut adalah 0 atau tidak ada pendapatan. Selanjutnya dilakukan perhitungan akurasi peramalan yang dilihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{\left| \left( \left( \frac{29.420.172.925 - 0}{29.420.172.925} \right) + \left( \frac{18.602.094.198 - 18.680.148.604}{18.602.094.198} \right) + \dots + \left( \frac{9.547.085.572 - 5.065.022.422}{9.547.085.572} \right) \right) 100}{16} = 67,61\%.$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai MAPE untuk metode B-DES adalah sebesar 67,61%.

#### 5.4. Analisis Fuzzy Time Series

##### 5.4.1 Fuzzy Time Series Chen

Penerapan fuzzy *time series* pada data pendapatan pajak hotel dan restoran di kota Yogyakarta pada saat pandemi Covid-19 ialah sebagai berikut:

**[Langkah 1]** Menentukan himpunan semesta (*Universe of Discourse*)

Langkah awal dari analisis fuzzy time series adalah pembentukan himpunan semesta. Himpunan semesta biasanya dilambangkan dengan  $U$  dimana dapat ditentukan menggunakan persamaan 3.10.

Pada data pendapatan pajak hotel dan restoran didapatkan nilai minimum dan maximum masing-masing yaitu 1.328.569.826 dan 29.420.172.925. Dengan diperoleh nilai *minimum* dan *maximum* tersebut peneliti menentukan nilai D1 dan D2 yakni sebesar 28.569.826 untuk D1 dan 79.827.075 untuk D2. Ditentukannya nilai D1 dan D2 tersebut bertujuan untuk mengantisipasi ketidakpastian jika suatu saat terdapat nilai diluar nilai maximum dan minimum yang diperoleh pada data yang dimiliki. Selain itu agar nilai dari himpunan semesta tersebut mendapatkan bilangan yang bulat sehingga dihasilkan himpunan semesta:

$$U = [1.328.569.826 - 28.569.826 ; 29.420.172.925 + 79.827.075]$$

$$U = [1.300.000.000; 29.500.000.000]$$

**[Langkah 2]** Menentukan Interval

Pada penelitian ini peneliti menggunakan rumus *strugess* untuk menentukan jumlah kelas interval yakni seperti pada persamaan 3.11. sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$K = 1 + 3,322 \times \log n$$

$$K = 1 + 3,322 \times \log 16$$

$$K = 4,87726 \approx 5$$

Dimana  $n$  merupakan banyaknya data historis yang digunakan pada penelitian ini, sehingga didapatkan hasil  $K$  sebesar 4,87726, maka peneliti membulatkan hasil menjadi 5. Jadi banyaknya kelas yang peneliti gunakan adalah sebanyak 5 kelas interval.

Setelah jumlah kelas interval diketahui, selanjutnya peneliti menentukan lebar interval menggunakan rumus seperti pada persamaan 3.12.

$$\text{lebar interval} = \frac{29.500.000.000 - 1.300.000.000}{5}$$

$$\text{lebar interval} = 5.640.000.000$$

Setelah didapatkan jumlah interval sebanyak 5 dan lebar interval sebesar 5.640.000.000 maka himpunan semesta ( $u$ ) yang terbentuk yaitu  $u_1, u_2, u_3, u_4$ , dan  $u_5$ , dengan interval-interval dan nilai tengah ( $m$ ) seperti pada tabel berikut.

**Tabel 5.7** Tabel kelas interval

No	Interval			Median ( $m_i$ )
	$u_i$	Batas bawah	Batas atas	
1	$u_1$	1.300.000.000	6.940.000.000	4.120.000.000
2	$u_2$	6.940.000.000	12.580.000.000	9.760.000.000
3	$u_3$	12.580.000.000	18.220.000.000	15.400.000.000
4	$u_4$	18.220.000.000	23.860.000.000	21.040.000.000
5	$u_5$	23.860.000.000	29.500.000.000	26.680.000.000

**[Langkah 3]** mendefinisikan himpunan fuzzy pada ( $U$ ) himpunan semesta

Pendefinisian himpunan fuzzy yaitu memberikan nilai keanggotaan. Nilai keanggotaan himpunan fuzzy ( $A_t$ ) berada antara 0, 0.5, dan 1. Pendefinisian nilai keanggotaan pada setiap himpunan fuzzy akan terbentuk berdasarkan aturan-aturan yang telah di paparkan pada persamaan 3.13. Pada penelitian ini didapatkan 5 interval kelas sehingga akan terbentuk nilai keanggotaan setiap himpunan fuzzy seperti pada tabel berikut.

**Tabel 5.8** Tabel nilai keanggotaan

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$
$u_1$	1	0,5	0	0	0
$u_2$	0,5	1	0,5	0	0
$u_3$	0	0,5	1	0,5	0
$u_4$	0	0	0,5	1	0,5
$u_5$	0	0	0	0,5	1

Selanjutnya himpunan fuzzy menjadi seperti berikut.

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

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

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

$$A_4 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} \right\}$$

$$A_5 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{1}{u_5} \right\}$$

Berdasarkan hasil himpunan fuzzy yang telah ditampilkan diatas, diketahui pada  $A_1$  memiliki definisi yaitu derajat keanggotaan  $u_1$  terhadap  $A_1$  bernilai 1, derajat keanggotaan  $u_2$  terhadap  $A_1$  bernilai 0,5, serta  $u_3, u_4$ , dan  $u_5$ , terhadap  $A_1$  bernilai 0. Demikian juga dengan derajat keanggotaan  $u_1, u_2, u_3, u_4$ , dan  $u_5$  terhadap  $A_2$  hingga  $A_5$  yang telah didefinisikan diatas. Hasil derajat keanggotaan tersebut diperoleh dari aturan-aturan berikut.

Aturan 1 : Jika data historis  $X_t$  termasuk dalam  $u_i$ , maka nilai derajat keanggotaan untuk  $u_i$  adalah 1, dan  $u_{i+1}$  adalah 0,5 dan jika bukan  $u_i$  dan  $u_{i+1}$ , berarti dinyatakan nol.

Aturan 2 : Jika data historis  $X_t$  termasuk dalam  $u_i$ ,  $1 \leq i \leq p$  maka nilai derajat keanggotaan untuk  $u_i$  adalah 1, untuk  $u_{i-1}$  dan  $u_{i+1}$  adalah 0,5 dan jika bukan  $u_i$ ,  $u_{i-1}$  dan  $u_{i+1}$  berarti dinyatakan nol.

Aturan 3 : Jika data historis  $X_t$  termasuk dalam  $u_n$ , maka nilai derajat keanggotaan untuk  $u_n$  adalah 1, untuk  $u_{n-1}$  adalah 0,5 dan jika bukan  $u_n$  dan  $u_{n-1}$ , berarti dinyatakan nol.

#### [Langkah 4] Fuzzifikasi

Proses fuzzifikasi yaitu proses dimana mengubah nilai numerik menjadi nilai linguistik berdasarkan interval yang diperoleh. Sebagai contoh data pertama dalam penelitian ini yaitu 29.420.172.925, maka data tersebut masuk ke dalam interval kelas  $u_5$  [23.860.000.000 ; 29.500.000.000] yang termasuk dalam *range* pada nilai linguistik  $A_5$  dan begitu seterusnya untuk periode selanjutnya.

**Tabel 5.9** Tabel fuzzifikasi

<b>Periode</b>	<b>Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran (Rp)</b>	<b>Fuzzifikasi</b>
Jan-2020	29.420.172.925	$A_5$
Feb-2020	18.602.094.198	$A_4$
Mar-2020	16.653.962.749	$A_3$
April-2020	5.991.992.834	$A_1$
Mei-2020	1.328.569.826	$A_1$
Jun-2020	1.881.519.030	$A_1$
Jul-2020	4.336.712.872	$A_1$
Agus-2020	5.115.708.062	$A_1$
Sept-2020	9.635.871.099	$A_2$
Oct-2020	7.620.833.648	$A_2$
Nov-2020	11.314.881.411	$A_2$
Dec-2020	10.986.893.167	$A_2$
Jan-2021	12.630.025.312	$A_3$
Feb-2021	6.084.154.448	$A_1$
Mar-2021	6.356.427.812	$A_1$
Apr-2021	9.547.085.572	$A_2$

**[Langkah 5] Fuzzy Logic Relationship (FLR) dan Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)**

Langkah selanjutnya yang dilakukan setelah proses fuzzifikasi yakni membentuk *fuzzy logic relationship*. Jika suatu variabel time series  $F(t - 1)$  atau *current state* mempunyai bentuk fuzzifikasi sebagai  $A_k$  dan  $F(t)$  atau *next state* sebagai  $A_m$ , dapat dikatakan bahwa  $A_1$  dapat meramalkan data pada  $A_m$ . Maka hubungan antara  $A_1$  dan  $A_m$  dapat dituliskan dengan notasi  $A_k \rightarrow A_m$ .  $A_k$  merupakan data *time series* pada waktu sekarang sedangkan  $A_m$  adalah data *time series* untuk periode berikutnya.

Sebagai contoh data pertama pada penelitian ini didapatkan hasil fuzzifikasi  $A_5$  dan data kedua didapatkan hasil fuzzifikasi  $A_4$ , maka keadaan tersebut dalam *fuzzy logic relationship* dapat dinotasikan  $A_5 \rightarrow A_4$ . Dengan interpretasi bahwa data

pertama yang memiliki fuzzyfikasi  $A_5$  dapat meramalkan data kedua yang memiliki fuzzyfikasi  $A_4$ . Hasil lengkap FLR pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.10. berikut.

**Tabel 5.10** Tabel FLR

<b>Periode</b>	<b>FLR</b>
Jan-2020	-
Feb-2020	$A_5 \rightarrow A_4$
Mar-2020	$A_4 \rightarrow A_3$
April-2020	$A_3 \rightarrow A_1$
Mei-2020	$A_1 \rightarrow A_1$
Jun-2020	$A_1 \rightarrow A_1$
Jul-2020	$A_1 \rightarrow A_1$
Agus-2020	$A_1 \rightarrow A_1$
Sept-2020	$A_1 \rightarrow A_2$
Oct-2020	$A_2 \rightarrow A_2$
Nov-2020	$A_2 \rightarrow A_2$
Dec-2020	$A_2 \rightarrow A_2$
Jan-2021	$A_2 \rightarrow A_3$
Feb-2021	$A_3 \rightarrow A_1$
Mar-2021	$A_1 \rightarrow A_1$
Apr-2021	$A_1 \rightarrow A_2$

Hasil *Fuzzy Logic Relationship* diatas dihasilkan berdasarkan hasil fuzzifikasi pada tahap sebelumnya. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan orde satu dalam pembentukan FLR. Oleh karena itu, pada data FLR pertama pada penelitian

ini bernilai kosong dikarenakan data pertama tidak memenuhi syarat FLR yakni tidak adanya data  $F(t - 1)$ .

Setelah proses *fuzzy logic relationship*, maka dilanjutkan dengan *fuzzy logic relationship group (FLRG)* yang nantinya akan digunakan untuk menghitung nilai peramalan. FLRG yaitu pengelompokan FLR yang memiliki *current state* yang sama, sehingga dijadikan dalam satu grup yang sesuai. Misalkan pasangan  $A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_2$ , sehingga FLRG nya yaitu  $A_1 \rightarrow A_1, A_2$ . Hasil FLRG pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.11. berikut.

**Tabel 5.11** Tabel FLRG

Grup 1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$
Grup 2	$A_2 \rightarrow A_2, A_3$
Grup 3	$A_3 \rightarrow A_1$
Grup 4	$A_4 \rightarrow A_3$
Grup 5	$A_5 \rightarrow A_4$

**[Langkah 6] Defuzzifikasi**

Defuzzifikasi merupakan langkah terakhir dalam sebuah sistem kendali logika fuzzy, dimana Tujuan dari defuzzifikasi adalah mengkonversikan setiap hasil himpunan fuzzy berdasarkan FLRG pada tahap sebelumnya yang diekspresikan dalam bentuk fuzzy set ke bilangan numerik. Hasil dari konversi tersebut nantinya akan digunakan untuk nilai peramalan. *output* defuzzifikasi diperoleh melalui nilai tengah dari masing-masing grup fuzzy. Dimana cara perhitungannya yakni, misalkan, pada grup 1 mengandung FLRG  $A_1$  dan  $A_2$  maka pada  $A_1$  menggunakan nilai tengah  $u_1(m_1)$  dan  $A_2$  menggunakan nilai tengah  $u_2(m_2)$ . Lalu nilai tengah dari  $A_1$  dan  $A_2$  akan dihitung rata-ratanya atau ditulis dengan  $F(t) = \frac{m_1 + m_2}{2}$ .

**Tabel 5.12** Tabel defuzzifikasi

No	FLRG	Perhitungan $F(t)$	Nilai Peramalan
1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	6.940.000.000

No	FLRG	Perhitungan $F(t)$	Nilai Peramalan
2	$A_2 \rightarrow A_2, A_3$	$\frac{m_2 + m_3}{2}$	12.580.000.000
3	$A_3 \rightarrow A_1$	$m_1$	4.120.000.000
4	$A_4 \rightarrow A_3$	$m_3$	15.400.000.000
5	$A_5 \rightarrow A_4$	$m_4$	21.040.000.000

Nilai peramalan dari defuzzifikasi kemudian langsung dikonfersikan ke data pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta. Adapun hasil peramalan untuk keseluruhan data adalah sebagai berikut.

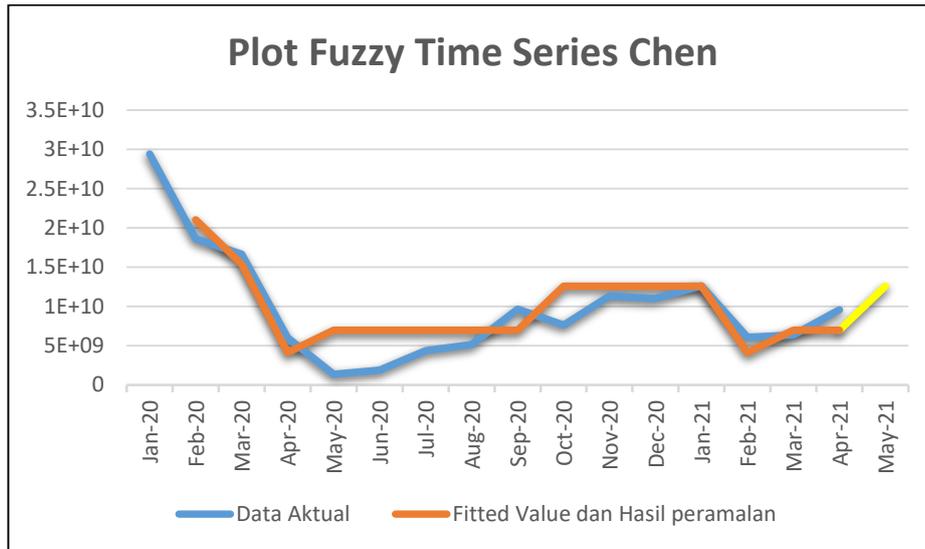
**Tabel 5.13** Tabel hasil peramalan FTS Chen

Periode	Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran (Rp)	<i>Fitted Value</i> dan Hasil Peramalan <i>Chen</i>
Jan-2020	29.420.172.925	
Feb-2020	18.602.094.198	21.040.000.000
Mar-2020	16.653.962.749	15.400.000.000
April-2020	5.991.992.834	4.120.000.000
Mei-2020	1.328.569.826	6.940.000.000
Jun-2020	1.881.519.030	6.940.000.000
Jul-2020	4.336.712.872	6.940.000.000
Agus-2020	5.115.708.062	6.940.000.000
Sept-2020	9.635.871.099	6.940.000.000
Oct-2020	7.620.833.648	12.580.000.000

<b>Periode</b>	<b>Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran (Rp)</b>	<b><i>Fitted Value</i> dan Hasil Peramalan <i>Chen</i></b>
Nov-2020	11.314.881.411	12.580.000.000
Dec-2020	10.986.893.167	12.580.000.000
Jan-2021	12.630.025.312	12.580.000.000
Feb-2021	6.084.154.448	4.120.000.000
Mar-2021	6.356.427.812	6.940.000.000
Apr-2021	9.547.085.572	6.940.000.000
<b>Mei-2021</b>	<b>-</b>	<b>12.580.000.000</b>

Berdasarkan Tabel 5.13 didapatkan hasil prediksi (*fitted value*) bulan Januari 2020 sampai dengan April 2021 dan hasil peramalan untuk periode selanjutnya yaitu bulan Mei 2021 sebesar Rp**12.580.000.000**;

Sehingga, hasil peramalan yang telah diperoleh dari *fuzzy time series chen* dapat dibandingkan dengan data historis pendapatan pajak hotel dan restoran. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada plot berikut.



**Gambar 5.5** Plot hasil peramalan FTS Chen

Pada Gambar 5.4 terlihat plot hasil peramalan yang terbentuk, diketahui bahwasannya garis berwarna biru merupakan data aktual, garis berwarna orange merupakan *fitted value* dan garis berwarna kuning merupakan hasil peramalan metode *Fuzzy time series chen*. Jika dilihat secara keseluruhan pola yang terbentuk dari hasil prediksi tidak berfluktuasi seperti data aktualnya akan tetapi nilai di beberapa titik hampir mendekati data aktualnya. Pada metode *Fuzzy Time Series* memiliki kekurangan yakni lebih direkomendasikan untuk peramalan jangka pendek, sehingga jika dipake untuk peramalan jangka panjang hasil yang diperoleh kurang valid.

#### 5.4.2 *Fuzzy Time Series Cheng*

Langkah awal pada analisis *fuzzy time series cheng* sama dengan langkah awal pada analisis *fuzzy time series chen* yang telah dilakukan sebelumnya yakni pada proses pembentukan himpunan semesta, pembentukan interval menggunakan rumus sturges, Fuzzifikasi, FLR serta FLRG. namun setelah itu terdapat beberapa perbedaan langkah perhitungan peramalan. Pada FTS *cheng* memperhitungkan adanya pembobotan pada setiap relasi fuzzy untuk memperoleh nilai peramalan. Sehingga langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan FTS *cheng* yaitu pembentukan himpunan semesta, pembentukan interval, fuzzifikasi, FLR dan FRLG, pembobotan, defuzzifikasi atau peramalan.

#### [Langkah 5] Pembobotan

Langkah pembentukan FLR dan FLRG telah diselesaikan, tahap selanjutnya yakni pemberian bobot pada setiap relasi fuzzy dengan melihat berapa banyak relasi yang sama pada FLRG. Sehingga pada penelitian ini didapatkan hasil pembobotan sebagai berikut.

**Tabel 5.14** Tabel hasil pembobotan

Grup	FLR		FLRG
1	$A_1$	$\rightarrow$	$5A_1, 2A_2$
2	$A_2$	$\rightarrow$	$3A_2, 1A_3$
3	$A_3$	$\rightarrow$	$2A_1$
4	$A_4$	$\rightarrow$	$1A_3$
5	$A_5$	$\rightarrow$	$1A_4$

Berdasarkan pada Tabel 5.14 dapat diartikan misalkan grup 1 terdapat  $A_1 \rightarrow 5A_1, 2A_2$  maka dapat diketahui relasi fuzzy yaitu  $A_1 \rightarrow A_1$  sebanyak 5, sedangkan relasi antara  $A_1 \rightarrow A_2$  sebanyak 2. Dari hasil tersebut diperoleh pembobotan (weighted)  $W_1 = 5$  (dari  $A_1$ ) dan  $W_2 = 2$  (dari  $A_2$ ). Sehingga dapat terbentuk matriks pembobotan yaitu  $W(t) = [5, 2]$ .

**[Langkah 6] Defuzzifikasi**

Setelah dilakukannya pembobotan, langkah selanjutnya yakni defuzzifikasi yang dimana hasilnya akan dijadikan sebagai nilai peramalan. Berikut merupakan tabel proses defuzzifikasi yang memperhatikan pemberian bobot pada setiap relasi fuzzy.

**Tabel 5.15** Tabel defuzzifikasi

Grup	FLRG	Perhitungan F(t)	Nilai Peramalan
1	$A_1 \rightarrow 5A_1, 2A_2$	$\frac{(5)m_1 + (2)m_2}{5 + 2}$	5.731.428.571
2	$A_2 \rightarrow 3A_2, 1A_3$	$\frac{(3)m_1 + (1)m_2}{3 + 1}$	11.170.000.000
3	$A_3 \rightarrow 2A_1$	$\frac{2m_1}{2}$	4.120.000.000
4	$A_4 \rightarrow 1A_3$	$m_3$	15.400.000.000
5	$A_5 \rightarrow 1A_4$	$m_4$	21.040.000.000

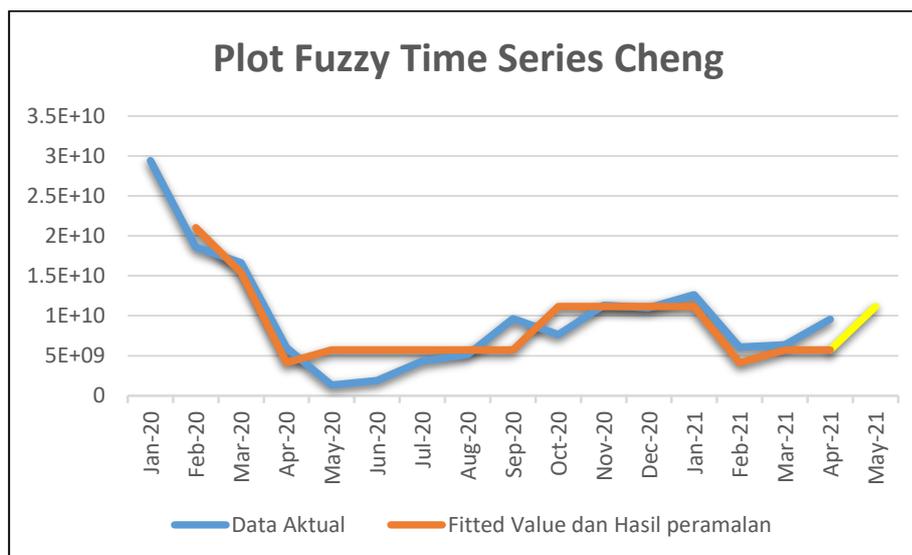
Berdasarkan hasil defuzzifikasi diatas, maka didapatkan hasil peramalan untuk seluruh data pendapatan hotel dan restoran kota Yogyakarta menggunakan *fuzzy time series cheng* adalah sebagai berikut.

**Tabel 5.16** Tabel hasil peramalan FTS Cheng

<b>Periode</b>	<b>Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran (Rp)</b>	<b><i>Fitted Value</i> dan Hasil Peramalan Cheng</b>
Jan-2020	29.420.172.925	
Feb-2020	18.602.094.198	21.040.000.000
Mar-2020	16.653.962.749	15.400.000.000
April-2020	5.991.992.834	4.120.000.000
Mei-2020	1.328.569.826	5.731.428.571
Jun-2020	1.881.519.030	5.731.428.571
Jul-2020	4.336.712.872	5.731.428.571
Agus-2020	5.115.708.062	5.731.428.571
Sept-2020	9.635.871.099	5.731.428.571
Oct-2020	7.620.833.648	11.170.000.000
Nov-2020	11.314.881.411	11.170.000.000
Dec-2020	10.986.893.167	11.170.000.000
Jan-2021	12.630.025.312	11.170.000.000
Feb-2021	6.084.154.448	4.120.000.000
Mar-2021	6.356.427.812	5.731.428.571
Apr-2021	9.547.085.572	5.731.428.571
<b>Mei-2021</b>	<b>-</b>	<b>11.170.000.000</b>

Berdasarkan Tabel 5.16 didapatkan hasil peramalan bulan Januari 2020 sampai dengan April 2021. Dan didapatkan hasil peramalan untuk periode selanjutnya yaitu bulan Mei 2021 sebesar Rp**11.170.000.000**.

Sehingga, hasil peramalan dari metode *fuzzy time series cheng* dapat dibandingkan dengan data historis pendapatan pajak hotel dan restoran dengan plot sebagai berikut.



**Gambar 5.6** Plot hasil peramalan FTS Cheng

Pada Gambar 5.6 terlihat plot hasil peramalan menggunakan metode *fuzzy time series cheng*. Diketahui garis berwarna biru merupakan data aktual, garis berwarna orange merupakan *fitted value* atau hasil prediksi dan warna kuning merupakan hasil peramalan. Pola yang terbentuk dari hasil prediksi hampir menyerupai data aktual yang berarti nilai yang terbentuk dari hasil prediksi mendekati nilai data aktualnya, hanya saja terdapat perbedaan di beberapa titiknya.

### 5.4.3 Ukuran ketepatan peramalan

Perhitungan ukuran ketepatan peramalan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat akurasi peramalan atau seberapa besar tingkat kesalahan dari hasil peramalan yang kita peroleh. Dalam penelitian ini digunakan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk perhitungan ukuran ketepatan peramalan.

**Tabel 5.17** Tabel perbandingan nilai MAPE metode FTS Chen dan Cheng

Periode	Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran	Prediksi Chen	$\frac{ x_t - y_t }{x_t}$	Prediksi Cheng	$\frac{ x_t - y_t }{x_t}$
Jan-2020	29.420.172.925				
Feb-2020	18.602.094.198	21.040.000.000	0,131055449	21.040.000.000	0,131055449
Mar-2020	16.653.962.749	15.400.000.000	0,075295158	15.400.000.000	0,075295158
Apr-2020	5.991.992.834	4.120.000.000	0,312415733	4.120.000.000	0,312415733
Mei-2020	1.328.569.826	6.940.000.000	4,223662215	5.731.428.571	3,313983698

Periode	Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran	Prediksi Chen	$\left  \frac{x_t - y_t}{x_t} \right $	Prediksi Cheng	$\left  \frac{x_t - y_t}{x_t} \right $
Jun-2020	1.881.519.030	6.940.000.000	2,688509066	5.731.428.571	2,046170929
Jul-2020	4.336.712.872	6.940.000.000	0,600290405	5.731.428.571	0,32160665
Aug-2020	5.115.708.062	6.940.000.000	0,356605951	5.731.428.571	0,120358805
Sept-2020	9.635.871.099	6.940.000.000	0,279774508	5.731.428.571	0,405198709
Oct-2020	7.620.833.648	12.580.000.000	0,65073804	11.170.000.000	0,465718912
Nov-2020	11.314.881.411	12.580.000.000	0,11181015	11.170.000.000	0,012804501
Dec-2020	10.986.893.167	12.580.000.000	0,145000667	11.170.000.000	0,016665934
Jan-2021	12.630.025.312	12.580.000.000	0,003960824	11.170.000.000	0,115599556
Feb-2021	6.084.154.448	4.120.000.000	0,322831129	4.120.000.000	0,322831129
Mar-2021	6.356.427.812	6.940.000.000	0,091808199	5.731.428.571	0,098325547
Apr-2021	9.547.085.572	6.940.000.000	0,27307659	5.731.428.571	0,399667204
		<b>MAPE</b>	0,68445561	<b>MAPE</b>	0,543846527

Dilihat dari Tabel 5.17, terdapat perbedaan hasil perhitungan ketepatan peramalan untuk *fuzzy time series chen* sebesar 68,4% dan *cheng* sebesar 54,4%.

### 5.5. Perbandingan Nilai MAPE Tiga Metode

Setelah didapatkan nilai MAPE dari tiga metode peramalan yakni *Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES)*, *Fuzzy Time Series Chen*, dan *Fuzzy Time Series Cheng* dalam meramalkan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta selama adanya pandemi Covid-19. Berikut tabel perbandingan dari ketiga metode.

**Tabel 5.18** Tabel perbandingan nilai MAPE ketiga metode

	<i>B-DES</i>	<i>Fuzzy Time Series Chen</i>	<i>Fuzzy Time Series Cheng</i>
MAPE	67,6%	68,4%	54,4%.

Berdasarkan hasil MAPE di atas, dapat dilihat bahwasannya metode *fuzzy time series cheng* memperoleh hasil ketepatan peramalan lebih kecil yakni 54,4% dibandingkan metode *B-DES* sebesar 67,6% dan *fuzzy time series chen* sebesar

68,4%. Yang artinya diantara ketiga metode diatas, *fuzzy time series cheng* lebih cocok untuk meramalkan pendapatan pajak hotel dan restoran di kota Yogyakarta selama adanya pandemi Covid-19. Pada saat pandemi Covid-19 data-data yang dimiliki tidak normal dalam artian memiliki variansi yang sangat besar, terkadang data dapat melonjak tinggi dan menurun drastis sehingga peneliti menganggap hasil peramalan yang didapatkan dengan MAPE 54,4% sudah baik serta besarnya nilai MAPE tersebut menunjukkan adanya dampak yang sangat nyata dari pandemi Covid-19 terhadap pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta.



## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1. Kesimpulan

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

1. Gambaran umum dari keseluruhan data pendapatan pajak hotel dan restoran di kota Yogyakarta periode Januari 2016 hingga April 2021 data berfluktuasi setiap bulannya. Pada Januari 2016 sampai dengan Desember 2019 memiliki pola *trend* naik dan mengandung unsur musiman, namun diawal tahun 2020 setelah pemerintah mengkonfirmasi adanya pandemi Covid-19 data mengalami penurunan yang drastis dan berada pada titik terendah yakni di bulan Mei 2020. Lalu setelah itu mulai mengalami peningkatan sedikit demi sedikit meskipun tidak stabil. Dengan adanya hal tersebut peneliti membagi data menjadi 2 periode dalam melakukan perhitungan peramalan antara sebelum adanya pandemi dan saat adanya pandemi Covid-19, untuk mengetahui seberapa besar dampak pandemi terhadap pendapatan pajak hotel dan restoran.
2. Hasil peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta periode sebelum adanya pandemi Covid-19 yakni Januari 2016 sampai Desember 2019 untuk 12 bulan ke depan dengan metode *Triple Exponential Smoothing* (TES) menunjukkan fluktuasi yang signifikan serta membentuk pola *trend* naik dengan parameter optimum yang didapatkan yakni  $\alpha$  sebesar 0,25,  $\beta$  sebesar 0,1 dan  $\gamma$  sebesar 0,7. Akurasi peramalaan atau nilai MAPE yang didapatkan dari hasil peramalan memiliki nilai  $\leq 10\%$ , artinya hasil peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta periode sebelum Covid-19 menggunakan metode TES baik dan akurat.
3. Hasil peramalan pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta periode saat adanya pandemi Covid-19 yakni Januari 2020 sampai April 2021 untuk bulan Mei 2021 dengan metode *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) adalah sebesar Rp8.914.825.111. Lalu, dengan metode *Fuzzy Time Series* (FTS) chen diperoleh hasil peramalan sebesar Rp12.580.000.000 dan dengan *Fuzzy Time Series* (FTS) cheng sebesar Rp11.170.000.000.

4. Hasil perbandingan kebaikan atau ketepatan peramalan dari ketiga metode yang dilihat berdasarkan nilai Mean Percentage Absolute Error (MAPE) adalah pada metode *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) diperoleh nilai MAPE sebesar 67,6%. Metode *Fuzzy Time Series* (FTS) chen sebesar 68,4% dan metode *Fuzzy Time Series* (FTS) cheng sebesar 54,4%, yang artinya dari ketiga metode tersebut metode FTS cheng lebih cocok digunakan dikarenakan memiliki MAPE yang paling kecil. Pada saat pandemi Covid-19 data-data yang dimiliki tidak normal dalam artian memiliki variansi yang sangat besar, terkadang data dapat melonjak tinggi dan menurun drastis sehingga peneliti menganggap hasil peramalan yang didapatkan dengan MAPE 54,4% sudah baik serta besarnya nilai MAPE tersebut menunjukkan adanya dampak yang sangat nyata dari pandemi Covid-19 terhadap pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta.

## **6.2. Saran**

Dari penelitian yang sudah dilakukan, maka peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan dapat melakukan penelitian bukan hanya dari pajak hotel dan restoran saja tetapi dapat menggunakan variabel lain atau sektor lain yang berpengaruh terhadap Pendapatan Asli Daerah di kota Yogyakarta serta dikarenakan saat adanya pandemi hasil peramalan masih memiliki MAPE yang tinggi maka untuk metode yang digunakan disarankan menggunakan modifikasi dari Fuzzy Time Series atau ANN (*Artificial Neural Network*).
2. Dengan hasil peramalan yang telah didapatkan dari penelitian ini dapat dikatakan pandemi covid-19 memberi dampak yang besar dan diperkirakan pendapatan pajak yang diperoleh untuk periode kedepan masih jauh dari target selama pandemi itu masih berlangsung, sehingga diharapkan pemerintah kota lebih mengoptimalkan penerimaan pajak hotel dan restoran. Sehingga penerimaan daerah yang berguna bagi pembangunan dapat terus menjadi sumber pendapatan yang dapat diandalkan untuk membiayai penyelenggaraan pemerintahan dan membangun daerah di kota Yogyakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, B. N., & Permana, D. (2018). Metode Pemulusan Ekspensial Tripel Tipe Brown pada Peramalan Pajak Restoran dan Hotel Kota Padang. *Ejournal.Unp.Ac.Id*, 7–12.
- Anggriani, D. (2012). *Perbandingan Model Chen Dan Model Lee Pada Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Harga Emas Tugas*.
- Asri, Y., & Permana, D. (2019). Peramalan Penerimaan Pajak Negara Indonesia Tahun 2019 Menggunakan Metode Pemulusan Ekspensial Ganda Tipe Brown. *UNP Journal of Mathematics*, 70–74.  
<http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/mat/article/view/6321%0Ahttp://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/mat/article/viewFile/6321/3228>
- Boaisha, S. M., & Amaitik, S. M. (2010). Forecasting Model Based on Fuzzy Time Series Approach. *Proceedings of the 10th International Arab Conference on Information Technology - ACIT 2010, January 2010*.
- Bain, L. J. (1991). *Introduction To Probability And Mathematical Statistics Second Edition*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Bossarito Putro, M. T. (2018). Prediksi Jumlah Kebutuhan Pemakaian Air Menggunakan Metode Exponential Smoothing. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol. 2, No. 11*.
- Chang, P.-C. W.-W.-H. (2007). The Development of a Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting. *Elsevier, 32(Expert Systems with Applications)*, 86-96.
- Chen, S. M. (2009). A new method to forecast enrollments using fuzzy time series and clustering techniques. *Proceedings of the 2009 International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, 5(1), 3026–3029.  
<https://doi.org/10.1109/ICMLC.2009.5212604>
- Fahmi, T., Sudarno, & Wilandari, Y. (2013). Perbandingan metode pemulusan ekspensial tunggal dan fuzzy time series untuk memprediksi indeks harga saham gabungan. *Jurnal Gaussian*, 2(2), 137–146.
- Febriyanti, A. (2020). *Penerapan Metode Fuzzy Time Series Chen Dan Cheng*

*Dalam Peramalan Rata-Rata Harga Beras Ditingkat Perdagangan Besar ( Grosir ) Di Indonesia. 54.*

Fitria, V. A., & Hartono, R. (2017). Peramalan Jumlah Penumpang Pada Siluet Tour And Travel Kota Malang Menggunakan Metode Triple Exponential Smoothing. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 11(1), 15. <https://doi.org/10.32815/jitika.v11i1.35>

Hakim, A. (2001). *Statistika Deskriptif untuk Ekonomi dan Bisnis*. Yogyakarta: Ekonisia.

Hansun, S. (2012). Peramalan Data IHSG Menggunakan Fuzzy Time Series. *IJCCS, Vol.6, No.2.*

Hartono, A. (2012). Perbandingan Metode Single Exponential Smoothing dan Metode Exponential Smoothing Adjusted for Trend (Holt's Method) Untuk Meramalkan Penjualan Studi Kasus: Toko Onderdil Mobil Prodi Purwodadi. *Jurnal Eksis 5(1)*, 8-18.

Hidayati, T., Handayani, I., & Ikasari, I. H. (2019). *STATISTIKA DASAR Panduan Bagi Dosen dan Mahasiswa*. PURWOKERTO: CV. PENA PERSADA.

Hogg, R., & Craig, A. (2005). *Introduction to Mathematical Statistics (6th ed.)*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Hyndman, R. d. (2008). *Forecasting with Exponential Smoothing: The State Space Approach*. Springer.

Ihsanuddin. (2020, Maret 02). *BREAKING NEWS: Jokowi Umumkan Dua Orang di Indonesia Positif Corona*. Retrieved from Kompas.com: <https://nasional.kompas.com/read/2020/03/02/11265921/breaking-news-jokowi-umumkan-dua-orang-di-indonesia-positif-corona?page=all>

Inayah, Z. (2010). PERBANDINGAN METODE *HOLT* DAN *BROWN* PADA *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* (PERAMALAN JUMLAH KEJADIAN TB Paru.

Leon, Y. (2021, September 26). *Terdampak Pandemi, Penerimaan Pajak di Jogja Tidak Memuaskan*. Retrieved from Jogjapolitan: <https://jogjapolitan.harianjogja.com/read/2021/09/26/510/1083944/terdampak-pandemi-penerimaan-pajak-di-jogja-tidak-memuaskan>

- Li, X. (2013). Comparison and Analysis between *Holt Exponential Smoothing and Brown Exponential Smoothing Used for Freight Turnover Forecast*. *Third International Conference on Intelligent System Design and Engineering Applications* (pp. 453-456). IEEE.
- Lohy, Y. (2017). *Peramalan Penerimaan Pajak Hotel Dengan Metode Runtun Waktu-Arima*. 1–72.
- Lohy, Y. (2017). *PERAMALAN PENERIMAAN PAJAK HOTEL DENGAN METODE RUNTUN WAKTU-ARIMA*. TESIS. Surabaya: PROGRAM MAGISTER BIDANG KEAHLIAN TELEMATIKA-CIO JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER .
- Lestari, S., Ahmar, A. S., & Ruliana, R. (2020). Eksplorasi Metode Triple Exponential Smoothing Pada Peramalan Jumlah Penggunaan Air Bersih di PDAM Kota Makassar. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 2(3), 128. <https://doi.org/10.35580/variansiunm14641>
- Makridakis, S. (1999). *Metode dan aplikasi peramalan jilid 1 v.1 v.1*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Mc.Gee, V. E. (2003). *Metode dan Aplikasi Peramalan. Jilid 1. Edisi Revisi*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Margaret, V. &. (2015). Exponential Smoothing Models for Prediction of Solar Irradiance. . *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 4(2), 1133-1139.
- Muhammad, M. (2018). Sebaran dan Peramalan Mahasiswa Baru Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Purwokerto dengan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series. *MAJU: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 3(2), 48–58. <https://www.ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/mtk/article/view/98>
- Nugroho, K. (2016). Model Analisis Prediksi Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *Infokam*, 12(1), 46–50.
- Nurlifa, A., & Kusumadewi, S. (2017). Sistem Peramalan Jumlah Penjualan Menggunakan Metode Moving Average Pada Rumah Jilbab Zaky. *INOVTEK*

- Polbeng - Seri Informatika*, 2(1), 18. <https://doi.org/10.35314/isi.v2i1.112>
- N., Islamiati, N., Wajidi, F., Informatika, T., & Barat, U. S. (2020). *Metode Triple Exponential Smoothing ( Tes ) Dalam. 2020*(Semnasif).
- Priandini, I. (2017). *PERAMALANAN PENERIMAAN JUMLAH PAJAK DAERAH SEBAGAI PENYUMBANG PENDAPATAN ASLI DAERAH DI KABUPATEN BLITAR. SKRIPSI*. Surabaya: Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Purwanto. (2011). *Statistik untuk Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Puspitasari, I. (2021, Oktober 27). *Cetak kenaikan laba 65%, ini rekomendasi saham Nippon Indosari (ROTI)*. Retrieved from Kontan.co.id: <https://investasi.kontan.co.id/news/cetak-kenaikan-laba-65-ini-rekomendasi-saham-nippon-indosari-roti>
- Putri, G. S. (2020, maret 12). *WHO Resmi Sebut Virus Corona Covid-19 sebagai Pandemi Global*. Retrieved from kompas.com: <https://www.kompas.com/sains/read/2020/03/12/083129823/who-resmi-sebut-virus-corona-covid-19-sebagai-pandemi-global?page=all>
- Purwanti, D., & Purwadi, J. (2019). Metode Brown's Double Exponential Smoothing dalam Peramalan Laju Inflasi di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 6(2), 54. <https://doi.org/10.26555/konvergensi.v6i2.19548>
- Rasyad, R. (2013). *Metode Statistik Deskriptif untuk Umum*. Jakarta: Grasindo.
- Rosadi, D. (2006). *Pengantar Analisa Runtun Waktu*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Selasakmida, A. D. (2021). PERBANDINGAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT* DAN *FUZZY TIME SERIES CHEN* UNTUK PERAMALAN HARGA PALADIUM. *JURNAL GAUSSIAN*, Volume 10, Nomor 3.
- Siregar, S. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: PT Fajar Interpratama Mandiri.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.CV.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

- Sumartini, H. M. (2017). Peramalan Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Cheng*. *Jurnal Eksponensial*. Vol. 8. No. 1, 51-56.
- Sumartini, H. M. (2017). Peramalan Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Cheng*. *Jurnal EKSPONENSIAL Volume 8, No. 1*.
- Sunarmintyastuti, L. A. (2016). Peramalan Penentuan Jumlah Permintaan Konsumen Berbasis Teknologi Informasi Terhadap Produk Bordir Pada Kota Tasikmalaya. *Jurnal Penelitian Pendidikan UPI*. Vol.16. No. 3, 288-296.
- Susilo, F. (2003). *Himpunan dan Logika Kabur*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Susilo, F. (2006). *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sumartini, Hayati, M. N., & Wahyuningsih, S. (2017). Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng. *Jurnal EKSPONENSIAL*, 8, 51–56.
- Tauryawati, M. d. (2014). Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG. *JURNAL SAINS DAN SENI POMITS Vol. 3, No. 2*.
- Thawornwong, S., & Enke, D. (2004). *Forecasting stock returns with artificial neural networks*. Idea Group Publishing.
- Widi, T. A. (2018). *Perbandingan Model Chan dan Lee Pada Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Harga Saham Bank BRI*. Yogyakarta: Staistika Universitas Islam Indonesia.
- Wardah, S., & Iskandar, I. (2016). menurut Tjiptono Darmadji (2006: 73), dalam Penawaran Umum (Public Issue) Penawaran umum atau sering pula disebut go public. *Jurnal Teknik Industri*, 11(3), 135.
- Yanto, Y. (2015). Prediksi Hasil Penjualan Motor dengan Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing*. *Undergraduate thesis, Universitas Internasional Batam*.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1** Data pendapatan pajak hotel dan restoran kota Yogyakarta Januari 2016

– April 2021

<b>Tahun</b>	<b>Bulan</b>	<b>Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran (Rp)</b>
<b>2016</b>	Januari	15.870.693.276
	Februari	10.651.088.580
	Maret	9.664.730.634
	April	11.221.942.861
	Mei	11.252.097.597
	Juni	14.250.785.314
	Juli	8.780.347.204
	Agustus	14.712.772.891
	September	13.212.768.467
	Oktober	12.358.073.093
	November	12.805.009.835
	Desember	16.777.708.082
<b>2017</b>	Januari	14.327.172.242
	Februari	12.888.439.757
	Maret	11.854.797.920
	April	12.675.621.518
	Mei	15.371.033.777
	Juni	13.018.114.173
	Juli	12.650.427.571
	Agustus	17.277.988.855
	September	15.315.440.738
	Oktober	14.935.641.840
	November	16.260.848.967
	Desember	15.850.332.061

<b>2018</b>	Januari	21.310.506.432
	Februari	14.374.510.972
	Maret	13.730.262.192
	April	15.556.857.464
	Mei	15.925.972.743
	Juni	12.739.241.024
	Juli	15.751.026.954
	Agustus	17.719.582.513
	September	16.804.062.685
	Oktober	16.147.274.838
	November	16.255.695.910
	Desember	22.482.266.805
<b>2019</b>	Januari	19.949.685.530
	Februari	14.857.338.436
	Maret	14.930.766.152
	April	16.507.014.401
	Mei	17.623.935.118
	Juni	13.885.568.077
	Juli	21.822.151.456
	Agustus	23.573.536.974
	September	23.832.873.580
	Oktober	18.907.596.478
	November	20.824.165.809
	Desember	21.066.270.695
<b>2020</b>	Januari	29.420.172.925
	Februari	18.602.094.198
	Maret	16.653.962.749
	April	5.991.992.834
	Mei	1.328.569.826
	Juni	1.881.519.030
	Juli	4.336.712.872

	Agustus	5.115.708.062
	September	9.635.871.099
	Oktober	7.620.833.648
	November	11.314.881.411
	Desember	10.986.893.167
<b>2021</b>	Januari	12.630.025.312
	Februari	6.084.154.448
	Maret	6.356.427.812
	April	9.547.085.572



## Lampiran 2 Tampilan syntax dan output metode *Triple Exponential Smoothing* (TES)

```
> jogja = read.csv(file.choose(), header = T, sep = ",")
> View(jogja)
> #mengubah menjadi objek time series
> jogja.ts = ts(jogja$Hotel.dan.Restoran, start = c(2016,1), end = c(2019,12),
+             frequency = 12)
> jogja.ts
```

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul
2016	15870693276	10651088580	9664730634	11221942861	11252097597	14250785314	8780347204
2017	14327172242	12888439757	11854797920	12675621518	15371033777	13018114173	12650427571
2018	21310506432	14374510972	13730262192	15556857464	15925972743	12739241024	15751026954
2019	19949685530	14857338436	14930766152	16507014401	17623935118	13885568077	21822151456

```

+             Aug      Sep      Oct      Nov      Dec
2016 14712772891 13212768467 12358073093 12805009835 16777708082
2017 17277988855 15315440738 14935641840 16260848967 15850332061
2018 17719582513 16804062685 16147274838 16255695910 22482266805
2019 23573536974 23832873580 18907596478 20824165809 21066270695
> ts.plot(jogja.ts, xlab="periode waktu", ylab="Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran",
+         main="TS : Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran kota Yogyakarta",
+         ylim=c(1000000000,30000000000))
> points(jogja.ts)
```

```
> #parameter optimal
> holtb.jogja=Holtwinters(jogja.ts,alpha = NULL,
+                       beta = NULL, gamma = NULL)
> holtb.jogja
Holt-winters exponential smoothing with trend and additive seasonal component.

Call:
Holtwinters(x = jogja.ts, alpha = NULL, beta = NULL, gamma = NULL)

Smoothing parameters:
alpha: 0.00669593
beta : 0.3479959
gamma: 0.4578694

Coefficients:
      [,1]
a 19543077852
b  209586518
s1 3235841761
s2 -1446580976
s3 -2072301271
s4 -853058517
s5  341633438
s6 -3023080263
s7  745855063
s8 3424849322
s9  2600728900
s10 -203500049
s11  735058365
s12 2778760774
```

```
> holtb.jogja$fitted
```

	xhat	level	trend	season
Jan 2017	13557064626	12261798468	177492261	1117773897
Feb 2017	12034638112	12444447315	179286732	-589095935
Mar 2017	10993494151	12629451043	181276223	-1817233115
Apr 2017	11808358132	12816494496	183283196	-1191419559
May 2017	14443489586	13005584827	185304055	1252600705
Jun 2017	12178893502	13197099653	187465378	-1205671529
Jul 2017	9978107631	13390184393	189420893	-3601497655
Aug 2017	16095165212	13597498953	195647817	2302018442
Sep 2017	14617009104	13801066874	198403981	617538249
Oct 2017	13815199067	14004147504	200031436	-388979873
Nov 2017	14240088173	14211681346	202642242	-174235415
Dec 2017	18313407180	14427854461	207350931	3678201788
Jan 2018	16288345930	14618712813	201611581	1468021536
Feb 2018	14866482470	14853952428	213314000	-200783959
Mar 2018	13850630704	15063972222	212167629	-1425509147
Apr 2018	14690235888	15275333872	211887152	-796985136
May 2018	17381381426	15493023861	213906516	1674451049
Jun 2018	15083709218	15697185063	210515186	-823991031
Jul 2018	13710936868	15892001854	205052209	-2386117194
Aug 2018	19160491075	16110714363	209805937	2839970775
Sep 2018	17452507873	16310872077	206448395	935187401
Oct 2018	16838517368	16512978529	204937417	120601422
Nov 2018	17661427814	16713287434	203326713	744813666
Dec 2018	19665239208	16907201465	200051138	2557986604
Jan 2019	21084848185	17126115223	206615253	3752117709
Feb 2019	17104565335	17325129506	203970147	-424534318
Mar 2019	16232532968	17514052379	198733757	-1480253167
Apr 2019	17496927422	17704069597	195700436	-402842611
May 2019	19099061515	17893141645	193393784	1012526086
Jun 2019	16376351225	18076658086	189956509	-1890263370
Jul 2019	16975811998	18249936486	184152595	-1458277083
Aug 2019	20846625671	18466539830	195445324	2184640518
Sep 2019	19522316073	18680244360	201799453	640272260
Oct 2019	18928972630	18910907004	211843726	-193778100
Nov 2019	19439883390	19122607597	211793916	105481877

```
> #parameter uji coba untuk perbandingan
> holtb.jogja2=Holtwinters(jogja.ts,alpha = 0.25,
+                          beta = 0.1, gamma = 0.7)
> holtb.jogja2
Holt-winters exponential smoothing with trend and additive seasonal component.

Call:
Holtwinters(x = jogja.ts, alpha = 0.25, beta = 0.1, gamma = 0.7)

Smoothing parameters:
alpha: 0.25
beta : 0.1
gamma: 0.7

Coefficients:
      [,1]
a  20434044485
b   231333431
s1  2860141575
s2 -2137977805
s3 -2366986810
s4  -962997242
s5  136386879
s6 -3136386184
s7  1705966933
s8  3138739392
s9  2102710890
s10 -1507854757
s11 -277445237
s12 1576366946
```

```
> holtb.jogja2$fitted
      xhat      level      trend      season
Jan 2017 13557064626 12261798468 177492261 1117773897
Feb 2017 12239466649 12631817633 196744951 -589095935
Mar 2017 11386542025 12990805861 212969279 -1817233115
Apr 2017 12354095231 13320839114 224675676 -1191419559
May 2017 15111210900 13625896362 232713834 1252600705
Jun 2017 12957103791 13923565915 239209406 -1205671529
Jul 2017 10817264925 14178027916 240734665 -3601497655
Aug 2017 17465635416 14877053242 286563731 2302018442
Sep 2017 16016116149 15116705333 281872567 617538249
Oct 2017 15098784857 15223409047 264355682 -388979873
Nov 2017 15533020666 15446978975 260277106 -174235415
Dec 2017 19845887759 15889213157 278472814 3678201788
Jan 2018 16869461364 15168797046 178583922 1522080396
Feb 2018 16498867230 16457642235 289610048 -248385053
Mar 2018 14881265590 16216163219 236501142 -1571398770
Apr 2018 15350021309 16164913511 207726057 -1022618259
May 2018 18026253282 16424348606 212896961 1389007715
Jun 2018 15098924301 16112175432 160389947 -1173641079
Jul 2018 13144955159 15682644560 101397865 -2639087266
Aug 2018 18805614033 16435560374 166549660 2203503998
Sep 2018 16719684685 16330602155 139398872 249683658
Oct 2018 16157973893 16491095527 141508322 -474629956
Nov 2018 16979044374 16629929085 141240846 207874443
Dec 2018 18294024996 16590332815 123157134 1580535047
Jan 2019 21842042638 17760550402 227863179 3853629057
Feb 2019 16332206467 17515324304 180554252 -1363672089
Mar 2019 15295168545 17327161548 143682551 -2175675554
Apr 2019 16600286715 17379743501 134572491 -914029277
May 2019 17909599029 17490997914 132240683 286360432
Jun 2019 15264446906 17551822619 125099086 -2412474799
Jul 2019 16151929538 17332201998 90627115 -1270899574
Aug 2019 20706104705 18840384592 232382663 1633337450
Sep 2019 20387675900 19789625322 304068469 293982108
Oct 2019 20864944663 20954993211 390198412 -480246960
```

```
Nov 2019 21025235783 20855854577 341264707 -171883501
Dec 2019 25262451744 21146851790 336237958 3779361996
> #menghitung pengukuran kesalahan parameter uji coba
> mse.add = holtb.jogja2$sse/frequency(holtb.jogja2$fitted)
> mse.add
[1] 1.375369e+19
> rmse.add = sqrt(mse.add)
> rmse.add
[1] 3708597179
> mape.add = mean (abs(jogja.ts-holtb.jogja2$fitted[,1])/jogja.ts)*100
> mape.add
[1] 8.643242
> #menghitung prediksi menggunakan parameter uji coba karena mape lebih kecil
> pred.jogja = predict(holtb.jogja2, 12)
> pred.jogja
      Jan      Feb      Mar      Apr      May      Jun      Jul
2020 23525519492 18758733543 18761057969 20396380969 21727098521 18685658889 23759345437
      Aug      Sep      Oct      Nov      Dec
2020 25423451328 24618756258 21239524041 22701266993 24786412607
```

```

> #menggambarkan plot data actual,fitted dan peramalan parameter default R
> plot(jogja.ts, main = "Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran", lwd = 2, col = "Blue", xlim =
+ c(2016,2021),ylim=c(1000000000,30000000000), type = "o", pch = 15)
> limitDate = end(jogja.ts)[1]+(end(jogja.ts)[2]-1/frequency(jogja.ts))
> abline(v=limitDate, lty=4)
> lines(holtb.jogja$fitted[,1], lwd = 2, col ="red", type = "o", pch = 12)
> lines(pred.jogja1, lwd=2, col = "green", type = "o", pch = 10)
> legend("topleft", legend = c("Data aktual","fitted value","peramalan"), col =
+ c("blue","red","green"), lty = 1, pch = c(15,12,10), cex = 0.8, inset = 0.02)
> #menggambarkan plot data actual,fitted dan peramalan
> plot(jogja.ts, main = "Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran", lwd = 2, col = "Blue", xlim =
+ c(2016,2021),ylim=c(1000000000,30000000000), type = "o", pch = 15)
> limitDate = end(jogja.ts)[1]+(end(jogja.ts)[2]-1/frequency(jogja.ts))
> abline(v=limitDate, lty=4)
> lines(holtb.jogja2$fitted[,1], lwd = 2, col ="red", type = "o", pch = 12)
> lines(pred.jogja, col = "green", type = "o", pch = 10)
> legend("topleft", legend = c("Data aktual","fitted value","peramalan"), col =
+ c("blue","red","green"), lty = 1, pch = c(15,12,10), cex = 0.8, inset = 0.02)
>
>

```



### Lampiran 3 Tampilan *syntax* dan *output* Brown Double Exponential Smoothing (B-DES)

```
> jogjacovid = read.csv(file.choose(), header = T, sep = ",")
> View(jogjacovid)
> BDES = function(jogjacovid, alpha, k)
+ {
+   n = length(jogjacovid)
+   A = 0
+   AA = 0
+   a = 0
+   b = 0
+   f = 0
+   eror = 0
+   eror2= 0
+   mutlak= 0
+   A[1]= jogjacovid[1]
+   AA[1]= jogjacovid[1]
+   a[1]= jogjacovid[1]
+   b[1]= ((jogjacovid[2]-jogjacovid[1])+(jogjacovid[4]-jogjacovid[3]))/2
+   for (i in 2:n)
+   {
+     A[i]=alpha*jogjacovid[i]+(1-alpha)*A[i-1]
+     AA[i]= alpha*A[i]+(1-alpha)*AA[i-1]
+     a[i]= 2*A[i]-AA[i]
+     b[i]= (A[i]-AA[i])*alpha/(1-alpha)
+     f[i]= a[i-1]+b[i-1]
+     eror[i]= jogjacovid[i]-f[i]
+     eror2[i]= eror[i]^2
+     mutlak[i]= abs(eror[i]/jogjacovid[i])
+   }
+   for (i in (n+1):k)
+   {
+     f[i]=a[n]+(b[n]*(i-n))
+   }
+   sse= sum(eror2)
+   mse= sse/(n-1)
+   mape= sum(mutlak*100)/(n-1)
+   cat("nilai At: \n")
}
```



```

+ cat("nilai At: \n")
+ print(A)
+ cat("nilai A''t: \n")
+ print(AA)
+ cat("nilai at: \n")
+ print(a)
+ cat("nilai bt: \n")
+ print(b)
+ cat("Hasil Peramalan: \n")
+ print(f)
+ cat("SSE: \n")
+ print(sse)
+ cat("MSE: \n")
+ print(mse)
+ cat("MAPE: \n")
+ print(mape)
+ }
> jogjacovid
  Tahun Bulan Hotel.dan.Restoran
1  2020   Jan      29420172925
2  2020   Feb      18602094198
3  2020   Mar      16653962749
4  2020   Apr      5991992834
5  2020   May      1328569826
6  2020   Jun      1881519030
7  2020   Jul      4336712872
8  2020   Aug      5115708062
9  2020   Sep      9635871099
10 2020   Oct      7620833648
11 2020   Nov      11314881411
12 2020   Dec      10986893167
13 2021   Jan      12630025312
14 2021   Feb      6084154448
15 2021   Mar      6356427812
16 2021   Apr      9547085572

> jogjacovid[,3]
 [1] 29420172925 18602094198 16653962749 5991992834 1328569826 1881519030 4336712872
 [8] 5115708062 9635871099 7620833648 11314881411 10986893167 12630025312 6084154448
[15] 6356427812 9547085572
> BDES(jogjacovid[,3], 0.57, 17)
nilai At:
 [1] 29420172925 23253868051 19491922029 11796962388 5829978628 3579356657 4011049700
 [8] 4640704966 7487949662 7563693534 9701870624 10434333473 11685877821 8492895499
[15] 7275108917 8570135610
nilai A''t:
 [1] 29420172925 25905379147 22249708589 16291643254 10328494417 6481485894 5073337263
 [8] 4826736854 6343628154 7039065421 8556864387 9627021766 10800569718 9485195413
[15] 8225446110 8421919125
nilai at:
 [1] 29420172925 20602356955 16734135468 7302281521 1331462838 677227420 2948762136
 [8] 4454673078 8632271169 8088321647 10846876861 11241645181 12571185925 7500595584
[15] 6324771724 8718352096
nilai bt:
 [1] -10740024321 -3514793778 -3655670557 -5958065335 -5963148837 -3847008523
 [7] -1408148631 -246600409 1516891301 695437266 1517798966 1070157380
[13] 1173547952 -1315374305 -1259749302 196473015
Hasil Peramalan:
 [1] 0 18680148604 17087563176 13078464911 1344216186 -4631685999 -3169781103
 [8] 1540613505 4208072669 10149162470 8783758914 12364675827 12311802560 13744733877
[15] 6185221280 5065022422 8914825111
SSE:
 [1] 2.850253e+20
MSE:
 [1] 1.900169e+19
MAPE:
 [1] 67.60643

```

**Lampiran 4** Perhitungan *Fuzzy Time Series (FTS) chen dan cheng*

Periode	Pajak Hotel dan Restoran	Fuzzifikasi	LH	RH	FLR1	FLRG	Prediksi Chen	Eror	Prediksi Cheng	Eror
Jan-20	29.420.172.925	$A_5$	-	-	-	-				
Feb-20	18.602.094.198	$A_4$	$A_5$	$A_4$	$A_5 \rightarrow A_4$	G5	21.040.000.000	0,131055449	21.040.000.000	0,131055449
Mar-20	16.653.962.749	$A_3$	$A_4$	$A_3$	$A_4 \rightarrow A_3$	G4	15.400.000.000	0,075295158	15.400.000.000	0,075295158
Apr-20	5.991.992.834	$A_1$	$A_3$	$A_1$	$A_3 \rightarrow A_1$	G3	4.120.000.000	0,312415733	4.120.000.000	0,312415733
May-20	1.328.569.826	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	G1	6.940.000.000	4,223662215	5.731.428.571	3,313983698
Jun-20	1.881.519.030	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	G1	6.940.000.000	2,688509066	5.731.428.571	2,046170929
Jul-20	4.336.712.872	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	G1	6.940.000.000	0,600290405	5.731.428.571	0,32160665
Aug-20	5.115.708.062	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	G1	6.940.000.000	0,356605951	5.731.428.571	0,120358805
Sep-20	9.635.871.099	$A_2$	$A_1$	$A_2$	$A_1 \rightarrow A_2$	G1	6.940.000.000	0,279774508	5.731.428.571	0,405198709
Oct-20	7.620.833.648	$A_2$	$A_2$	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	G2	12.580.000.000	0,65073804	11.170.000.000	0,465718912
Nov-20	11.314.881.411	$A_2$	$A_2$	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	G2	12.580.000.000	0,11181015	11.170.000.000	0,012804501
Dec-20	10.986.893.167	$A_2$	$A_2$	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	G2	12.580.000.000	0,145000667	11.170.000.000	0,016665934
Jan-21	12.630.025.312	$A_3$	$A_2$	$A_3$	$A_2 \rightarrow A_3$	G2	12.580.000.000	0,003960824	11.170.000.000	0,115599556

Periode	Pajak Hotel dan Restoran	Fuzzifikasi	LH	RH	FLR1	FLRG	Prediksi Chen	Eror	Prediksi Cheng	Eror
Feb-21	6.084.154.448	$A_1$	$A_3$	$A_1$	$A_3 \rightarrow A_1$	G3	4.120.000.000	0,322831129	4.120.000.000	0,322831129
Mar-21	6.356.427.812	$A_1$	$A_1$	$A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	G1	6.940.000.000	0,091808199	5.731.428.571	0,098325547
Apr-21	9.547.085.572	$A_2$	$A_1$	$A_2$	$A_1 \rightarrow A_2$	G1	6.940.000.000	0,27307659	5.731.428.571	0,399667204
							<b>MAPE</b>	0,68445561	<b>MAPE</b>	0,543846527

Pembobotan FTS cheng

Row Labels	Count of LH	Count of RH
<b>A1</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
A1	5	5
A2	2	2
<b>A2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
A2	3	3
A3	1	1
<b>A3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
A1	2	2
<b>A4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
A3	1	1
<b>A5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
A4	1	1
<b>(blank)</b>		
(blank)		
<b>Grand Total</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

**Lampiran 5** Perhitungan *Brown Double Exponential Smoothing* (B-DES)

Alpha = 0,57

<b>Periode</b>	<b>Pajak Hotel dan Restoran</b>	<b>St</b>	<b>S<sup>t</sup></b>	<b>at</b>	<b>bt</b>	<b>Peramalan</b>	<b>Eror</b>
Jan-20	29.420.172.925	29.420.172.925	29.420.172.925	29.420.172.925	-10.740.024.321		
Feb-20	18.602.094.198	23.253.868.051	25.905.379.147	20.602.356.955	-3.514.793.778	18.680.148.604	0,004196001
Mar-20	16.653.962.749	19.491.922.029	22.249.708.589	16.734.135.468	-3.655.670.557	17.087.563.176	0,026035871
Apr-20	5.991.992.834	11.796.962.388	16.291.643.254	7.302.281.521	-5.958.065.335	13.078.464.911	1,182656968
May-20	1.328.569.826	5.829.978.628	10.328.494.417	1.331.462.838	-5.963.148.837	1.344.216.186	0,011776844
Jun-20	1.881.519.030	3.579.356.657	6.481.485.894	677.227.420,1	-3.847.008.523	-4.631.685.999	3,461673746
Jul-20	4.336.712.872	4.011.049.700	5.073.337.263	2.948.762.136	-1.408.148.631	-3.169.781.103	1,730917909
Aug-20	5.115.708.062	4.640.704.966	4.826.736.854	4.454.673.078	-246.600.409,3	1.540.613.505	0,698846477
Sep-20	9.635.871.099	7.487.949.662	6.343.628.154	8.632.271.169	1.516.891.301	4.208.072.669	0,563290892
Oct-20	7.620.833.648	7.563.693.534	7.039.065.421	8.088.321.647	695.437.266,3	10.149.162.470	0,331765387
Nov-20	11.314.881.411	9.701.870.624	8.556.864.387	10.846.876.861	1.517.798.966	8.783.758.914	0,223698544
Dec-20	10.986.893.167	10.434.333.473	9.627.021.766	11.241.645.181	1.070.157.380	12.364.675.827	0,12540239
Jan-21	12.630.025.312	11.685.877.821	10.800.569.718	12.571.185.925	1.173.547.952	12.311.802.560	0,025195733

<b>Periode</b>	<b>Pajak Hotel dan Restoran</b>	<b>St</b>	<b>S”t</b>	<b>at</b>	<b>bt</b>	<b>Peramalan</b>	<b>Eror</b>
Feb-21	6.084.154.448	8.492.895.499	9.485.195.413	7.500.595.584	-1.315.374.305	13.744.733.877	1,25910338
Mar-21	6.356.427.812	7.275.108.917	8.225.446.110	6.324.771.724	-1.259.749.302	6.185.221.280	0,026934394
Apr-21	9.547.085.572	8.570.135.610	8.421.919.125	8.718.352.096	196.473.015,1	5.065.022.422	0,469469255
<b>Mei-20</b>						<b>8.914.825.111</b>	
						<b>MAPE</b>	0,676064253 (67,6%)

**Lampiran 6** Hasil *trial and eror* MAPE B-DES

<b>Alpha</b>	<b>MAPE</b>	<b>Alpha</b>	<b>MAPE</b>
<b>0.01</b>	424.64	<b>0.51</b>	74.79
<b>0.02</b>	386.38	<b>0.52</b>	73.57
<b>0.03</b>	351.89	<b>0.53</b>	72.32
<b>0.04</b>	320.77	<b>0.54</b>	71.07
<b>0.05</b>	292.67	<b>0.55</b>	69.80
<b>0.06</b>	268.89	<b>0.56</b>	68.57
<b>0.07</b>	250.50	<b>0.57</b>	67.61
<b>0.08</b>	235.89	<b>0.58</b>	68.31
<b>0.09</b>	222.02	<b>0.59</b>	69.12
<b>0.1</b>	210.31	<b>0.6</b>	70.05
<b>0.11</b>	201.53	<b>0.61</b>	70.93
<b>0.12</b>	193.23	<b>0.62</b>	71.76
<b>0.13</b>	184.88	<b>0.63</b>	72.55
<b>0.14</b>	176.51	<b>0.64</b>	73.30
<b>0.15</b>	168.18	<b>0.65</b>	74.02
<b>0.16</b>	161.86	<b>0.66</b>	74.71
<b>0.17</b>	155.70	<b>0.67</b>	75.36
<b>0.18</b>	149.48	<b>0.68</b>	75.99
<b>0.19</b>	143.62	<b>0.69</b>	76.59
<b>0.2</b>	140.10	<b>0.7</b>	77.18
<b>0.21</b>	136.49	<b>0.71</b>	77.75
<b>0.22</b>	132.79	<b>0.72</b>	78.30
<b>0.23</b>	129.01	<b>0.73</b>	78.84
<b>0.24</b>	125.18	<b>0.74</b>	79.37
<b>0.25</b>	121.30	<b>0.75</b>	79.89
<b>0.26</b>	117.38	<b>0.76</b>	80.40
<b>0.27</b>	113.44	<b>0.77</b>	80.91
<b>0.28</b>	109.48	<b>0.78</b>	81.43

<b>Alpha</b>	<b>MAPE</b>	<b>Alpha</b>	<b>MAPE</b>
<b>0.29</b>	105.52	<b>0.79</b>	82.03
<b>0.3</b>	101.56	<b>0.8</b>	82.86
<b>0.31</b>	100.76	<b>0.81</b>	83.68
<b>0.32</b>	99.91	<b>0.82</b>	84.50
<b>0.33</b>	98.94	<b>0.83</b>	85.31
<b>0.34</b>	97.87	<b>0.84</b>	86.12
<b>0.35</b>	96.70	<b>0.85</b>	86.94
<b>0.36</b>	95.44	<b>0.86</b>	87.75
<b>0.37</b>	94.11	<b>0.87</b>	88.57
<b>0.38</b>	92.71	<b>0.88</b>	89.40
<b>0.39</b>	91.24	<b>0.89</b>	90.23
<b>0.4</b>	89.73	<b>0.9</b>	91.07
<b>0.41</b>	88.17	<b>0.91</b>	91.92
<b>0.42</b>	86.57	<b>0.92</b>	92.78
<b>0.43</b>	84.94	<b>0.93</b>	93.66
<b>0.44</b>	83.32	<b>0.94</b>	94.55
<b>0.45</b>	81.83	<b>0.95</b>	95.46
<b>0.46</b>	80.59	<b>0.96</b>	96.38
<b>0.47</b>	79.49	<b>0.97</b>	97.32
<b>0.48</b>	78.35	<b>0.98</b>	98.28
<b>0.49</b>	77.19	<b>0.99</b>	99.27
<b>0.5</b>	76.00		

## Lampiran 7 Syntax Perhitungan TES di Program RStudio

```
jogja = read.csv(file.choose(), header = T, sep = ",")
View(jogja)

#mengubah menjadi objek time series
jogja.ts = ts(jogja$Hotel.dan.Restoran, start = c(2016,1), end =
c(2019,12),
             frequency = 12)
jogja.ts

ts.plot(jogja.ts, xlab="periode waktu", ylab="Pendapatan Pajak
Hotel dan Restoran",
        main="TS : Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran kota
Yogyakarta",
        ylim=c(1000000000,3000000000))
points(jogja.ts)

#parameter optimal
holtb.jogja=HoltWinters(jogja.ts,alpha = NULL,
                       beta = NULL, gamma = NULL)
holtb.jogja
holtb.jogja$fitted

#parameter uji coba untuk perbandingan
holtb.jogja2=HoltWinters(jogja.ts,alpha = 0.5,
                        beta = NULL, gamma = NULL)
holtb.jogja2
holtb.jogja2$fitted

holtb.jogja3=HoltWinters(jogja.ts,alpha = 0.5,
                        beta = 0.2, gamma = NULL)
holtb.jogja3
holtb.jogja3$fitted

#menghitung pengukuran kesalahan parameter optimum
mse.add = holtb.jogja$SSE/frequency(holtb.jogja$fitted)
mse.add
rmse.add = sqrt(mse.add)
rmse.add
mape.add = (mean(abs(jogja.ts-
holtb.jogja$fitted[,1])/jogja.ts)*100)
mape.add

#menghitung pengukuran kesalahan parameter uji coba
mse.add = holtb.jogja2$SSE/frequency(holtb.jogja2$fitted)
mse.add
rmse.add = sqrt(mse.add)
rmse.add
mape.add = (mean(abs(jogja.ts-
holtb.jogja2$fitted[,1])/jogja.ts)*100)
mape.add

mse.add = holtb.jogja3$SSE/frequency(holtb.jogja3$fitted)
mse.add
rmse.add = sqrt(mse.add)
rmse.add
```

```

mape.add = mean (abs(jogja.ts-
holtb.jogja3$fitted[,1])/jogja.ts)*100
mape.add

#menghitung prediksi menggunakan parameter pertama atau default
software
pred.jogja1 = predict(holtb.jogja, 12)
pred.jogja1

#menghitung prediksi menggunakan parameter uji coba karena mape
lebih kecil
pred.jogja = predict(holtb.jogja2, 12)
pred.jogja

#menggambarkan plot data actual,fitted dan peramalan parameter
default R
plot(jogja.ts, main = "Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran", lwd
= 2, col = "Blue", xlim =
      c(2016,2021),ylim=c(1000000000,30000000000), type = "o",
pch = 15)
limitDate = end(jogja.ts)[1]+(end(jogja.ts)[2]-
1/frequency(jogja.ts))
abline(v=limitDate, lty=4)
lines(holtb.jogja3$fitted[,1], lwd = 2, col ="red", type = "o",
pch = 12)
lines(pred.jogja1, lwd=2, col = "green", type = "o", pch = 10)
legend("topleft", legend = c("Data aktual","fitted
value","perammalan"), col =
      c("blue","red","green"), lty = 1, pch = c(15,12,10), cex
= 0.8, inset = 0.02)

#menggambarkan plot data actual,fitted dan peramalan
plot(jogja.ts, main = "Pendapatan Pajak Hotel dan Restoran", lwd
= 2, col = "Blue", xlim =
      c(2016,2021),ylim=c(1000000000,30000000000), type = "o",
pch = 15)
limitDate = end(jogja.ts)[1]+(end(jogja.ts)[2]-
1/frequency(jogja.ts))
abline(v=limitDate, lty=4)
lines(holtb.jogja2$fitted[,1], lwd = 2, col ="red", type = "o",
pch = 12)
lines(pred.jogja, col = "green", type = "o", pch = 10)
legend("topleft", legend = c("Data aktual","fitted
value","perammalan"), col =
      c("blue","red","green"), lty = 1, pch = c(15,12,10), cex
= 0.8, inset = 0.02)

```

## Lampiran 8 Syntax Perhitungan B-DES di Program RStudio

```
jogjacovid = read.csv(file.choose(), header = T, sep = ",")
View(jogjacovid)

BDES = function(jogjacovid, alpha, k)
{
  n = length(jogjacovid)
  A = 0
  AA = 0
  a = 0
  b = 0
  f = 0
  eror = 0
  eror2= 0
  mutlak= 0
  A[1]= jogjacovid[1]
  AA[1]= jogjacovid[1]
  a[1]= jogjacovid[1]
  b[1]= ((jogjacovid[2]-jogjacovid[1])+(jogjacovid[4]-
jogjacovid[3]))/2
  for (i in 2:n)
  {
    A[i]=alpha*jogjacovid[i]+(1-alpha)*A[i-1]
    AA[i]= alpha*A[i]+(1-alpha)*AA[i-1]
    a[i]= 2*A[i]-AA[i]
    b[i]= (A[i]-AA[i])*alpha/(1-alpha)
    f[i]= a[i-1]+b[i-1]
    eror[i]= jogjacovid[i]-f[i]
    eror2[i]= eror[i]^2
    mutlak[i]= abs(eror[i]/jogjacovid[i])
  }
  for (i in (n+1):k)
  {
    f[i]=a[n]+(b[n]*(i-n))
  }
  sse= sum(eror2)
  mse= sse/(n-1)
  mape= sum(mutlak*100)/(n-1)

  cat("nilai At: \n")
  print(A)
  cat("nilai A''t: \n")
  print(AA)
  cat("nilai at: \n")
  print(a)
  cat("nilai bt: \n")
  print(b)
  cat("Hasil Peramalan: \n")
  print(f)
  cat("SSE: \n")
  print(sse)
  cat("MSE: \n")
  print(mse)
  cat("MAPE: \n")
  print(mape)
}
jogjacovid
jogjacovid[,3]
```

