**IMPLEMENTASI AUTOMATIC CLUSTERING DAN FUZZY TIME SERIES MODEL HIGH ORDER PADA PERAMALAN JUMLAH WISATAWAN**

**MANCANEGARA KOTA BATAM**

Putra Karunia, Nola Ritha, Dwi Amalia Purnamasari

Karunia4197@gmail.com

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

**Abstract**

 *The development of tourism in Indonesia is currently being pushed to become one of the sectors that contributes greatly in developing the economy and improving people's welfare. One of them is Batam City which has a lot of natural potential and has a number of opportunities in the field of tourism. The density of tourism in Batam must be balanced with tourist facilities in Batam. Various tourist objects owned by the City of Batam increasingly attract foreign tourists to visit. Therefore, the author makes an application to predict Foreign Tourists who enter Batam City by implementing the Automatic Clustering and Fuzzy Time Series Model High Order Model in Forecasting the Number of Foreign Tourists in Batam City. In forecasting using the Automatic Clustering and High Order Fuzzy Time Series method of the second order with the results of forecasting for the following month, October 2019 get a yield of 1074.5 with a MAPE result of 0.429213368 %.*

Keywords : : *Automatic Clustering, Fuzzy Time Series*.

1. **Pendahuluan**

Perkembangan pariwisata di Indonesia saat ini didorong untuk menjadi salah satu sektor yang memberikan andil besar dalam mengembangkan perekonomian dan peningkatan kesejahteraan rakyat. Hal tersebut didorong oleh perkembangan dunia pariwisata Indonesia yang terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu, terlihat dari bertambahnya jumlah wisatawan yang berkunjung ke daerah tujuan wisata di Indonesia, yang terkenal dengan keindahan alam, keramahan penduduk, dan keanekaragaman budayanya (Fajri & Riyanto, 2016).

Berbagai tempat wisata tersebar diseluruh pulau yang ada Indonesia. Padatnya kunjungan wisatawan ke Indonesia harus disertai dengan fasilitas tempat wisata yang memadai serta keamanan yang terjamin. Indonesia dikenal sebagai Negara yang memiliki kepulauan terbesar di dunia dengan beragam keindahan alam. Dengan begitu, Indonesia dapat dengan mudah menarik para wisatawan terutama bagi para wisatawan mancanegara yang lebih ingin mengenal Indonesia.

Kota Batam memiliki banyak potensi alamnya dan memiliki sejumlah peluang dibidang pariwisata, iklim dan kondisi alam yang eksotis akan menjadi daya tarik tersendiri bagi wisatawan mancanegara. Padatnya arus wisata Kota Batam harus diimbangi dengan fasilitas tempat wisata di Kota Batam. Berbagai objek wisata yang dimiliki Kota Batam semakin menarik wisatawan mancanegara untuk berkunjung. Permasalahan yang sering dihadapi adalah kurang siapnya pelayanan sehingga timbul rasa kekecewaan oleh wisatawan mancanegara. Hal ini disebabkan oleh kunjungan wisatawan mancanegara yang kadang meningkat karena sejumlah pembangunan dan perbaikan infrastruktur dan kadang menurun di bulan-bulan tertentu. Permasalahan ini merugikan Pemerintah Indonesia pada umumnya dan khususnya wilayah Kota Batam sebagai tujuan wisata.

Peramalan merupakan suatu proses untuk memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Salah satu contoh metode dalam peramalan adalah data berkala (*Time Series*). Data berkala adalah data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu. Waktu yang digunakan dapat berupa hari, minggu, bulan, tahun, dan sebagainya. (Isryad & Metarice, 2012).

Anggodo dan Mahmudi (2016) penelitiannya menjelaskan metode *Automatic Clustering* digunakan untuk membentuk sub-interval dari data time series yang ada. Selanjutnya akan menghasilkan cluster-cluster yang sangat baik sehingga dalam melakukan peramalan akan memberikan akurasi yang tinggi. Kemudian Febriana (2018) menjelaskan *Fuzzy Time Series* adalah metode yang dapat menangkap pola dari data historis kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. *Fuzzy Time Series* model *High order* dapat melakukan perkembangan dengan melibatkan dua atau lebih data historis. Untuk melihat ketepatan hasil peramalan terhadap data dilihat dengan menghitung tingkat akurasi atau ukuran ketepatan peramalan yaitu dengan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Berdasarkan uraian diatas, penulis akan melakukan penelitian untuk meramalkan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara yang datang ke Kota Batam untuk periode (bulan) selanjutnya menggunakan metode *Automatic Clustering* dan *Fuzzy Time Series model High Order.*

1. **Metode Penelitian**

****Metode peramalan merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa depan secara masuk akal dan benar atas dasar data yang relevan pada masa yang lalu, sehingga dengan demikian metode peramalan diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar. Selain itu metode peramalan dapat memberikan cara pengerjaan yang teratur dan terarah, dengan demikian dapat dimungkinkannya penggunaan teknik analisis yang lebih maju.

 **Gambar 1**. Flowchart Proses Utama

1. ***Automatic Clustering***

*Clustering* adalah alat analisis data eksplorasi yang berhubungan dengan objek pengelompokan tugas yang mirip satu sama lain.(Barakbah & Arai, 2004). Langkah kerja algoritma *Automatic Clustering* antara lain:

**Langkah 1:** Mengurutkan data dengan urutan menaik dan menentukan nilai *average\_diff*. Memiliki n data numerik berbeda, dari datum terkecil sampai datum terbesar tanpa ada data ganda (data yang nilainya sama). Jika ada data ganda dalam pengurutan data, maka ambil satu data dari data ganda tersebut. Misalkan data yang sudah diurutkan tanpa ada data ganda digambarkan sebagai *d1, d2, d3, …, di, …, dn,*

lalu hitung nilai *“average\_diff”*dengan menggunakan persamaan (1) :

$average\\_diff= \frac{\sum\_{i=1}^{n-1}(di+1 - di)}{n-1}$ **(1)**

*di+1*= data berikutnya

*di*= data saat ini

*n* = jumlah data

Dimana*“average\_diff”*adalah nilai rata-rata perbedaan antara setiap pasangan urutan data menaik.

**Langkah 2:** Mengubah data kedalam bentuk  *cluster* (kelompok) **.**

Masukkan data terkecil yang sudah diurutkan tanpa ada data ganda kedalam *cluster* pertama. Berdasarkan nilai dari *“average\_dif”*ditentukan apakah angka pada barisan urutan data menaik termasuk dalam *cluster* saat ini atau dibuatkan *cluster* baru yang beranggotakan angka data tersebut dengan aturan-aturan sebagai berikut :

Aturan 1**:** Asumsikan bahwa *cluster* saat ini adalah cluster pertama dan hanya terdapat satu data *d1* didalamnya, dan *d2* adalah data yang nilainya lebih besar dan berdekatan dengan d1 yang digambarkan sebagai berikut:

*{d1}, d2, d3, …, dn*.

Jika *d2– d1≤ average\_dif*, maka masukkan *d2* kedalam *cluster* saat ini dimana d1 termasuk didalamnya, sebaliknya bentuk *cluster* baru untuk *d2* dan biarkan *cluster* baru yang terbentuk di mana *d2* termasuk didalamnya sebagai *cluster* saat ini.

Aturan 2**:** Asumsikan *cluster* saat ini bukan *cluster* pertama, dan hanya terdapat satu data yaitu data *dj* di dalam *cluster* saat ini. Asumsikan *dk* adalah data yang nilainya lebih besar dan berdekatan dengan data *dj* dan *di* adalah data terbesar dalam *cluster* yang ada sebelum *cluster* saat ini , digambarkan sebagai *{d1}, … , {…, di}, {dj}, dk, …, dn.*

Jika *dk– dj≤ average\_dif* dan *dk–dj≤ dj– di*, maka masukkan *dk* kedalam *cluster* saat ini yang dimana *dj* didalamnya. Sebaliknya, bentuk *cluster* baru untuk *dk*dan biarkan *cluster* baru yang terbentuk dimana *dk*termasuk di dalamnya sebagai *cluster* saat ini.

Aturan 3**:** Asumsikan *current* saat ini bukan *cluster* pertama dan ada lebih dari satu data cluster saat ini. Asumsikan *di* adalah data terbesar di  *cluster* saat ini dan *dj* adalah data yang nilainya lebih besar dan berdekatan dengan *di* digambarkan sebagai berikut:

{*d1*}, …, {…},{…, *di*}, *dj*, …, *dn*.

Jika *dj – di ≤ average\_dif* dan *dj – di ≤ cluster\_dif*, maka masukkan *dj* kedalam *cluster* saat ini yang beranggotakan *di* didalamnya, jika tidak dibuatkan *cluster* baru yang beranggotakan *dj* dan jadikan *cluster* baru tersebut menjadi *cluster* saat ini. Dimana *cluster-dif* menunjukkan perbedaan rata-rata jarak antara setiap pasangan data yang berdekatan dalam cluster.

Perhitungan *cluster\_dif* dapat ditampilkan sebagai berikut:

$cluster\\_dif= \frac{\sum\_{i=1}^{n-1}(ci+1 - ci)}{n-1}$ **(2)**

*ci+1*= data berikutnya

*ci*= data saat ini

*n* = jumlah data

Dimana *cluster\_dif* adalah rata-rata dari selisih data anggota *cluster* saat ini yang berdekatan dan *c1*, *c2*, …,*c*n adalah data yang menjadi anggota di *cluster* saat ini.

**Langkah 3:** Menyempurnakan isi *cluster* (kelompok).

Perbarui anggota-anggota pada setiap *cluster* yang diperoleh dari langkah 2 berdasarkan tiga aturan berikut:

Aturan 1**:** Jika *cluster* memiliki anggota lebih dari dua data, maka ambil

data terkecil dan data terbesar, kemudian hapus data lainnya yang berada pada *cluster* tersebut.

Aturan 2**:** Jika *cluster* memiliki dua anggota data, maka pertahankan

keduanya.

Aturan 3 :Jika *cluster* memiliki satu anggota data *dq*, maka masukkan

nilai *“dq – average\_dif”*dan*“dq + average\_dif”*kedalam *cluster*, dan hapus data *dq* dari *cluster*. Tetapi juga harus menyesuaikan dengan situasi berikut:

Situasi 1**:** Jika *cluster* pertama, maka hapus “*dq –*

*average\_dif”* dan pertahankan *dq*.

Situasi 2**:** Jika *cluster* terakhir, maka hapus *“dq +*

*average\_dif”*dan pertahankan *dq*.

Situasi 3**:** Jika *“dq – average\_dif”*lebih kecil dari nilai data

terkecil dari pada nilai terkecil dalam *cluster* sebelumnya, maka aturan 3 tidak berlaku, sehingga anggota *cluster* tersebut tetap *dq*.

**Langkah 4:** Mengubah *cluster* menjadi interval. Asumsikan bahwa hasil *clustering* yang diperoleh dari Langkah 3 adalah sebagai berikut:

{*d1*, *d2*}, {*d3*, *d4*}, …,{*di*, *dj*}, {*dk*, *dl*},… {*dr*}, {*ds*, *dt*}, …, {*dn-1*, *dn*}.

Ubah hasil *cluster* tersebut kedalam interval-interval yang berdekatan kedalam *sub* langkah berikut:

**-Sub Langkah 4.1** ubah *cluster* pertama {*d1*, *d2*} menjadi interval [*d1*, *d2*).

**-Sub Langkah 4.2** jika interval saat ini[*di*, *dj*) dan *cluster* saat ini{*dk*, *dl*}, maka:

1. Jika *dj*≥ *dk*, maka ubah *cluster* saat ini {*dk*, *dl*} ke dalam interval *[dk , dl)*. Biarkan *[dk, dl)* menjadi interval saat ini dan biarkan *cluster* selanjutnya {*dm*, *dn*} menjadi *cluster* saat ini.

2) Jika *dj* <*dk*, maka ubah {*dk*, *dl*} ke dalam interval [*dk*, *dl*) dan buat interval baru [*dj*, *dk*) diantara interval [*di*, *dj*) dan [*dk*, *dl*). Sekarang [*dk*, *dl*) menjadi *interval* saat ini dan biarkan  *cluster* selanjutnya{*dm*, *dn*} menjadi *cluster* saat ini. Jika *interval* saat ini[*di*, *dj*) dan *cluster* saat ini adalah {*dk*}, maka ubah *interval* saat ini [*di*, *dj*) ke dalam [*di*, *dk*). Biarkan [*di*, *dk*) menjadi *interval* saat ini dan  *cluster* selanjutnya menjadi  *cluster* saat ini.

**-Sub Langkah 4.3** Ulangi langkah 4.1 dan langkah 4.2 sampai semua *cluster* menjadi *interval*.

1. ***Fuzzy time Series***

Konsep *Fuzzy Time Series* yang diperkenalkan oleh Chen (1996), perbedaan antara *Fuzzy Time Series (FTS)* dengan *konvensional time series* terletak pada data yang digunakan dalam ramalan. Pada FTS, nilai yang digunakan merupakan himpunan *fuzzy* dari bilangan real atas himpunan semesta yang telah ditentukan. Maka bisa didefinisikan bahwa FTS merupakan metode yang penggunaan datanya berupa himpunan *fuzzy* yang berasal dari bilangan real atas himpunan semesta pada data aktual. Metode *fuzzy time series* model Chen merupakan model baru dari metode *fuzzy time series* yang dimodelkan oleh Shyi Ming Chen tahun 1996 yang merupakan pengembangan metode dari Qiang Song dan Brad S. Chissom ditahun 1994. Pada saat itu metode ini digunakan untuk meramalkan model data jumlah pendaftar yang ada di Universitas Alabama (Chen 1996). Pada penelitian ini, didapatkan kesimpulan bahwa *fuzzy time series* yang dimodelkan oleh Shyi Ming Chen ini memiliki eror yang lebih kecil jika dibandingkan dengan model – model sebelumnya.

1. Himpunan fuzzy dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan yang samar. Jika U adalah himpunan semesta, U = {u1, u2, ... , un}, maka suatu himpunan fuzzy Ai dari U didefinisikan sebagai :

 $Ai=\frac{Ai\left(U1\right)}{U1}+\frac{Ai\left(U2\right)}{U2}+\frac{Ai\left(U3\right)}{U3}+…+\frac{Ai\left(Un\right)}{Un}$ **(3)**

dimana A adalah fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy Ai , hingga sedemikian Ai: U → [0,1]. Jika uk adalah elemen dari himpunan fuzzy Ai dan Ai (uk) adalah derajat keanggotaan dari uk ke Ai, Ai (ui) [0,1] dan 1 < k < n.

1. Menentukan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG)

 Menentukan FLR dan membuat grup sesuai dengan waktu. FLR Aᵢ → Aj ditentukan berdasarkan nilai Aᵢ yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya, dimana Aᵢ adalah tahun n dan AAj tahun n+1 pada data *time series*. Misalnya FLR berbentuk A₁→ A₂,A₁→ A₁,A₁→ A₃,A₁→ A₁. Maka FLRG terbaik yang terbentuk adalah A₁→ A₁,A₂,A₃.

1. *Defuzzifikasi*

Pada tahap peramalan terdapat tiga aturan yaitu sebagai berikut:

* Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke-n adalah $A\_{i}$ dan $A\_{i}$ terdapat relasi satu FLR pada FLRG yaitu dengan kondisi $A\_{i}$→$A\_{j}$ dimana derajat keanggotaan tertinggi berada pada $u\_{j}$, maka nilai peramalan untuk $n+1$ adalah nilai tengah dari $u\_{j}$, atau didefinisikan dengan $m\_{j}$.
* Jika FLR dari $A\_{i} $tidak ada ($A\_{i}$ *→* #), maka $F(t)$ = $A\_{i}$
* Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke-n adalah $A\_{i}$ dan $A\_{i}$ memiliki lebih dari satu FLR pada FLRG yaitu dengan kondisi $A\_{i}$→$A\_{j1}$, $A\_{j2}$…$A\_{jp}$, dimana nilai tengah untuk masing-masing $A\_{j1}$, $A\_{j2}$…$A\_{jp}$ adalah $m\_{j1}$, $m\_{j2}$…$m\_{jp}$ maka nilai peramalan $F\_{t+1}$ menggunakan persamaan (4)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $F\_{t+1}$ = $\frac{m\_{j1}+ m\_{j2}+…m\_{jp}}{p}$ |  **(4)** |

Dimana p adalah banyaknya jumlah nilai tengah (midpoint) dan untuk mencari nilai tengah ($m\_{i}$) pada interval himpunan *fuzzy* dapat digunakan persamaan (5)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   | $m\_{i}$=$\frac{(batas atas+batas bawah)}{2}$ |  **(5)** |
|  |  |  |

1. Himpunan fuzzy dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan yang samar. Jika U adalah himpunan semesta, U = {u1, u2, ... , un}, maka suatu himpunan fuzzy Ai dari U didefinisikan sebagai :

 $Ai=\frac{Ai\left(U1\right)}{U1}+\frac{Ai\left(U2\right)}{U2}+\frac{Ai\left(U3\right)}{U3}+…+\frac{Ai\left(Un\right)}{Un}$ **(3)**

 Dimana A adalah fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy Ai , hingga sedemikian Ai: U → [0,1]. Jika uk adalah elemen dari himpunan fuzzy Ai dan Ai (uk) adalah derajat keanggotaan dari uk ke Ai, Ai (ui) [0,1] dan 1 < k < n.

1. Menentukan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG)

 Menentukan FLR dan membuat grup sesuai dengan waktu. FLR Aᵢ → Aj ditentukan berdasarkan nilai Aᵢ yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya, dimana Aᵢ adalah tahun n dan AAj tahun n+1 pada data *time series*. Misalnya FLR berbentuk A₁→ A₂,A₁→A₁,A₁→ A₃,A₁→ A₁. Maka FLRG terbaik yang terbentuk adalah A₁→ A₁,A₂,A₃.

1. *Defuzzifikasi*

Pada tahap peramalan terdapat tiga aturan yaitu sebagai berikut:

* Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke-n adalah $A\_{i}$ dan $A\_{i}$ terdapat relasi satu FLR pada FLRG yaitu dengan kondisi $A\_{i}$→$A\_{j}$ dimana derajat keanggotaan tertinggi berada pada $u\_{j}$, maka nilai peramalan untuk $n+1$ adalah nilai tengah dari $u\_{j}$, atau didefinisikan dengan $m\_{j}$.
* Jika FLR dari $A\_{i} $tidak ada ($A\_{i}$ *→* #), maka $F(t)$ = $A\_{i}$
* Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke-n adalah $A\_{i}$ dan $A\_{i}$ memiliki lebih dari satu FLR pada FLRG yaitu dengan kondisi $A\_{i}$→$A\_{j1}$, $A\_{j2}$…$A\_{jp}$, dimana nilai tengah untuk masing-masing $A\_{j1}$, $A\_{j2}$…$A\_{jp}$ adalah $m\_{j1}$, $m\_{j2}$…$m\_{jp}$ maka nilai peramalan $F\_{t+1}$ menggunakan persamaan (4)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $F\_{t+1}$ = $\frac{m\_{j1}+ m\_{j2}+…m\_{jp}}{p}$ |  **(4)** |

Dimana p adalah banyaknya jumlah nilai tengah (midpoint) dan untuk mencari nilai tengah ($m\_{i}$) pada interval himpunan *fuzzy* dapat digunakan persamaan (5)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $m\_{i}$=$\frac{(batas atas+batas bawah)}{2}$ |  **(5)** |

1. **Penerapan *Chen High Order Fuzzy Time Series***

Metode *fuzzy time series* model Chen merupakan model baru dari metode *fuzzy time series* yang dimodelkan oleh Shyi Ming Chen tahun 1996, Lalu tahun 2002 Chen mengembangkan lagi menjadi *High Order Fuzzy time series*, rumus yang digunakan sampai pada tahap pembentukan *fuzzy set* sama tetapi pada metode *High Order* sedikit berbeda yaitu pada penentuaan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) . Pada penentuan FLR untuk *high order* melibatkan 2 (dua) atau lebih data historis yang disimbolkan dengan $(F\_{(t-n)}, … , F\_{(t-2)}, F\_{(t-1)})$. Misalnya orde dua perlu melibatkan sebanyak 2 data historis pada penentuan FLR yaitu $F\_{(t-2)}, F\_{(t-1)}$ sehingga terbentuk FLRG menjadi kelompok berdasarkan data pengamatan $F\_{(t-2)}, F\_{(t-1)} . $Contoh jika FLR berbentuk $A\_{1}, A\_{1}\rightarrow A\_{1}, A₁,A₁ \rightarrow A₃$. Maka pada FLRG yang terbentuk adalah$A\_{1},A\_{1} \rightarrow A₁,A₃$*.*

1. **Ukuran Ketetapan Peramalan**

*Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah persentase rata-rata absolut dari kesalahan meramal, tanpa menghiraukan tanda positif maupun negaif. Untuk melihat ukuran ketetapan peramalan atau tingkat kesalahan peramalan, untuk mencari nilai Abs PE (%) ditujukan pada persamaan (6).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$Abs PE=\frac{Nilai Peramalan-Jumlah Data}{Jumlah Data}$$ | **(6)** |
|  |  |  |

Selanjutnya untuk perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) ditujukan pada Persamaan (7).

|  |  |
| --- | --- |
|  | $$MAPE=\frac{Jumlah Abs PE}{Jumlah Data}$$ |

**(7)**

1. **Hasil dan Pembahasan**

**3.1 Hasil Ramalan Orde Dua**

Pada orde dua penentuan nilai peramalan untuk hari berikutnya melihat FLR pada sisi kanan dan kemudian cocokkan dengan FLRG yang sudah terbentuk. Misalnya pada Januari 2014 variabel nilai kunjungan wisman terbentuk FLR $A\_{47}, A\_{51}$→ $A\_{21}$ sehingga pada tanggal berikutnya Oktober 2019 nilai peramalan yang digunakan dengan relasi $A\_{51}, A\_{21}$→ $A\_{34}$. Nilai A34 adalah 1075. Berikut merupakan tabel hasil Hasil Ramalan Wisatawan Mancanegara Orde Dua ditujukan pada tabel 1.

 **Tabel 1.** Hasil Ramalan Wisatawan Mancanegara Orde Dua

|  |
| --- |
| **HASIL PERAMALAN ORDE 2** |
| **TAHUN** | **BULAN** | **JUMLAH WISMAN** | **FLR** | **NILAI RAMALAN** |
| 2019 | Jan | 1144 | A53,A60>A51 | 1144.609375 |
| Feb | 1034 | A60,A51>A21 | 1033.5 |
| Mar | 1075 | A51,A21>A34 | 1074.5 |
| Apr | 1115 | A21,A34>A45 | 1116 |
| Mei | 1037 | A34,A45>A22 | 1039.609375 |
| Juni | 1262 | A45,A22>A62 | 1257 |
| Juli | 1123 | A22,A62>A47 | 1122 |
| Agus | 1145 | A62,A47>A51 | 1144.609375 |
| Sept  | 1033 | A47,A51>A21 | 1033.5 |
| **Okto** |  | **A51,A21>A34** | **1074.5** |

**3.2 Hasil Ramalan Orde Tiga**

Penentuan nilai peramalan untuk orde tiga dilakukan dengan cara yang sama seperti cara menentukan nilai peramalan periode mendatang pada orde dua tetapi pada sisi kiri diambil dua terakhir paling kanan. Berikut merupakan Hasil Ramalan Prediksi Wisatawan Mancanegara Orde Tiga ditujukan pada tabel 2.

 **Tabel 2.** Hasil Ramalan Prediksi Wisatawan Mancanegara Orde Tiga

|  |
| --- |
| **HASIL PERAMALAN ORDE 3** |
| **TAHUN** | **BULAN** | **JUMLAH WISMAN** | **FLR** | **NILAI RAMALAN** |
| 2019 | Jan | 1144 | A50,A53,A60>A51 | 1144.609375 |
| Feb | 1034 | A53,A60,A51>A21 | 1033.5 |
| Mar | 1075 | A60,A51,A21>A34 | 1074.5 |
| Apr | 1115 | A51,A21,A34>A45 | 1116 |
| Mei | 1037 | A21,A34,A45>A22 | 1039.609375 |
| Juni | 1262 | A34,A45,A22>A62 | 1262.5 |
| Juli | 1123 | A45,A22,A62>A47 | 1122 |
| Agus | 1145 | A22,A62,A47>A51 | 1144.609375 |
| Sept  | 1033 | A62,A47,A51>A21 | 1033.5 |
| **Okto** |  | **A47,A51,A21>#** | **#** |

**3.3 Nilai Akurasi**

Ukuran ketetapan peramalan digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat akurasi hasil peramalan terhadap data wisatawan mancanegara bulan Januari 2014 sampai September 2019. Berikut hasil perhitungan nilai eror dan Abs PE. Nilai error diperoleh dari selisih data asli dengan data ramalan = $X\_{t}- F\_{t}$, dimana $X\_{t}$ merupakan data asli dari periode t dan $F\_{t}$ merupakan data ramalan pada periode t. Nilai Abs PE didapatkan dengan membagi nilai eror dengan data asli yang dimutlakkan (*absolute*) dan dikali dengan 100%.

 **Tabel 3.** Nilai Orde Dua

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Tanggal** | **Jumlah Wisman** | **Nilai Peramalan** | **Error** | **Abs PE (%)** |
| 1 | Jan-14 | 1,073 |   |   |   |
| 2 | Feb-14 | 867 |   |   |   |
| 3 | Mar-14 | 1,049 | 1047.5 | -2 | 0.142993327 |
| 4 | Apr-14 | 1,058 | 1002.75 | -55.3 | 5.222117202 |
| 5 | May-14 | 1,074 | 1074.5 | 1 | 0.046554935 |
| 6 | Jun-14 | 1,031 | 1031.5 | 0.5 | 0.048496605 |
| 7 | Jul-14 | 1,007 | 1009 | 2 | 0.198609732 |
| 8 | Aug-14 | 898 | 896.5 | -1.5 | 0.167037862 |
| 9 | Sep-14 | 1,069 | 1067.5 | -1.5 | 0.140318054 |
| 10 | Oct-14 | 1,195 | 1191.5 | -3.5 | 0.292887029 |
| 11 | Nov-14 | 1,019 | 1021.5 | 3 | 0.245338567 |
| 12 | Dec-14 | 1,062 | 1062.5 | 0.5 | 0.047080979 |
| 13 | Jan-15 | 1117 | 1116 | -1 | 0.089525515 |
| 14 | Feb-15 | 1024 | 1021.5 | -2.5 | 0.244140625 |
| 15 | Mar-15 | 1057 | 1057.5 | 1 | 0.04730369 |
| 16 | Apr-15 | 1263 | 1262.5 | -0.5 | 0.039588282 |
| 17 | May-15 | 1230 | 1233 | 3 | 0.243902439 |
| 18 | Jun-15 | 1144 | 1144.609375 | 0.6 | 0.053267045 |
| 19 | Jul-15 | 1247 | 1249.5 | 3 | 0.200481155 |
| 20 | Aug-15 | 1111 | 1112 | 1 | 0.090009001 |
| 21 | Sep-15 | 1046 | 1045.609375 | 0 | 0.037344646 |

 **Tabel 3.** Lanjutan

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Tanggal** | **Jumlah Wisman** | **Nilai Peramalan** | **Error** | **Abs PE (%)** |
| 22 | Oct-15 | 911 | 913 | 2 | 0.219538968 |
| 23 | Nov-15 | 968 | 966.5 | -2 | 0.154958678 |
| 24 | Dec-15 | 1032 | 1032.5 | 0.5 | 0.048449612 |
| 25 | Jan-16 | 872 | 869.5 | -3 | 0.286697248 |
| 26 | Feb-16 | 1049 | 1047.5 | -1.5 | 0.142993327 |
| 27 | Mar-16 | 948 | 1002.75 | 55 | 5.775316456 |
| 28 | Apr-16 | 1003 | 1005 | 2 | 0.199401795 |
| 29 | May-16 | 965 | 966.5 | 2 | 0.155440415 |
| 30 | Jun-16 | 1097 | 1093.609375 | -3.4 | 0.309081586 |
| 31 | Jul-16 | 1054 | 1055.5 | 2 | 0.142314991 |
| 32 | Aug-16 | 1091 | 1093.609375 | 2.6 | 0.239172777 |
| 33 | Sep-16 | 1188 | 1191.5 | 4 | 0.294612795 |
| 34 | Oct-16 | 982 | 981.5 | -0.5 | 0.050916497 |
| 35 | Nov-16 | 895 | 937.75 | 43 | 4.776536313 |
| 36 | Dec-16 | 1082 | 1083.5 | 1.5 | 0.138632163 |
| 37 | Jan-17 | 1066 | 1067.5 | 1.5 | 0.140712946 |
| 38 | Feb-17 | 915 | 913 | -2 | 0.218579235 |
| 39 | Mar-17 | 1087 | 1087.5 | 1 | 0.04599816 |
| 40 | Apr-17 | 1147 | 1144.609375 | -2.4 | 0.20842415 |
| 41 | May-17 | 1085 | 1086 | 1 | 0.092165899 |
| 42 | Jun-17 | 1011 | 1009 | -2 | 0.197823937 |
| 43 | Jul-17 | 1113 | 1114 | 1 | 0.08984726 |
| 44 | Aug-17 | 1133 | 1132.5 | -0.5 | 0.044130627 |
| 45 | Sep-17 | 1195 | 1191.5 | -4 | 0.292887029 |
| 46 | Oct-17 | 981 | 981.5 | 0.5 | 0.0509684 |
| 47 | Nov-17 | 977 | 937.75 | -39 | 4.017400205 |
| 48 | Dec-17 | 1063 | 1062.5 | -0.5 | 0.047036689 |
| 49 | Jan-18 | 1106 | 1105.609375 | 0 | 0.035318716 |
| 50 | Feb-18 | 1166 | 1169.71875 | 3.7 | 0.318932247 |
| 51 | Mar-18 | 1393 | 1393 | 0 | 0 |
| 52 | Apr-18 | 1132 | 1132.5 | 0.5 | 0.044169611 |
| 53 | May-18 | 1091 | 1093.609375 | 3 | 0.239172777 |
| 54 | Jun-18 | 1088 | 1087.5 | -0.5 | 0.045955882 |
| 55 | Jul-18 | 1236 | 1233 | -3 | 0.242718447 |
| 56 | Aug-18 | 1121 | 1122 | 1 | 0.089206066 |
| 57 | Sep-18 | 1294 | 1294 | 0 | 0 |
| 58 | Oct-18 | 1136 | 1138.609375 | 2.6 | 0.229698504 |
| 59 | Nov-18 | 1157 | 1160.21875 | 3 | 0.278197926 |
| 60 | Dec-18 | 1252 | 1249.5 | -2.5 | 0.199680511 |
| 61 | Jan-19 | 1144 | 1144.609375 | 1 | 0.053267045 |
| 62 | Feb-19 | 1034 | 1033.5 | -0.5 | 0.048355899 |
| 63 | Mar-19 | 1075 | 1074.5 | -1 | 0.046511628 |
| 64 | Apr-19 | 1115 | 1116 | 1 | 0.089686099 |

 **Tabel 3.** Lanjutan

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Tanggal** | **Jumlah Wisman** | **Nilai Peramalan** | **Error** | **Abs PE (%)** |
| 65 | May-19 | 1037 | 1039.609375 | 3 | 0.25162729 |
| 66 | Jun-19 | 1262 | 1257 | -5 | 0.396196513 |
| 67 | Jul-19 | 1123 | 1122 | -1 | 0.089047195 |
| 68 | Aug-19 | 1145 | 1144.609375 | -0.4 | 0.034115721 |
| 69 | Sep-19 | 1033 | 1033.5 | 1 | 0.048402711 |

 **Tabel 4.** Nilai Orde Tiga

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Tanggal** | **Jumlah Wisman** | **Nilai Peramalan** | **Error** | **Abs PE (%)** |
| 1 | Jan-14 | 1,073 |   |  |   |
| 2 | Feb-14 | 867 |   |  |   |
| 3 | Mar-14 | 1,049 |   |  |   |
| 4 | Apr-14 | 1,058 | 1057.5 | -0.5 | 0.047258979 |
| 5 | May-14 | 1,074 | 1039.8 | -34 | 3.189013035 |
| 6 | Jun-14 | 1,031 | 1031.5 | 0.5 | 0.048496605 |
| 7 | Jul-14 | 1,007 | 1009.0 | 2 | 0.198609732 |
| 8 | Aug-14 | 898 | 896.5 | -1.5 | 0.167037862 |
| 9 | Sep-14 | 1,069 | 1067.5 | -2 | 0.187090739 |
| 10 | Oct-14 | 1,195 | 1191.5 | -3.5 | 0.292887029 |
| 11 | Nov-14 | 1,019 | 1021.500 | 3 | 0.245338567 |
| 12 | Dec-14 | 1,062 | 1062.5 | 0.5 | 0.047080979 |
| 13 | Jan-15 | 1117 | 1116 | -1 | 0.089525515 |
| 14 | Feb-15 | 1024 | 1021.5 | -2.5 | 0.244140625 |
| 15 | Mar-15 | 1057 | 1057.5 | 1 | 0.04730369 |
| 16 | Apr-15 | 1263 | 981.5 | -281.5 | 22.28820269 |
| 17 | May-15 | 1230 | 1233 | 3 | 0.243902439 |
| 18 | Jun-15 | 1144 | 1144.609375 | 0.6 | 0.053267045 |
| 19 | Jul-15 | 1247 | 1249.5 | 3 | 0.200481155 |
| 20 | Aug-15 | 1111 | 1112 | 1 | 0.090009001 |
| 21 | Sep-15 | 1046 | 1045.609375 | 0 | 0.037344646 |
| 22 | Oct-15 | 911 | 913 | 2 | 0.219538968 |
| 23 | Nov-15 | 968 | 966.5 | -2 | 0.154958678 |
| 24 | Dec-15 | 1032 | 1032.5 | 0.5 | 0.048449612 |
| 25 | Jan-16 | 872 | 869.5 | -3 | 0.286697248 |
| 26 | Feb-16 | 1049 | 1047.5 | -1.5 | 0.142993327 |
| 27 | Mar-16 | 948 | 948 | 0 | 0 |
| 28 | Apr-16 | 1003 | 1039.8 | 36.8 | 3.664007976 |
| 29 | May-16 | 965 | 966.5 | 2 | 0.155440415 |
| 30 | Jun-16 | 1097 | 1093.609375 | -3.4 | 0.309081586 |
| 31 | Jul-16 | 1054 | 1057.5 | 4 | 0.332068311 |
| 32 | Aug-16 | 1091 | 1093.609375 | 2.6 | 0.239172777 |
| 33 | Sep-16 | 1188 | 1191.5 | 4 | 0.294612795 |
| 34 | Oct-16 | 982 | 981.5 | -0.5 | 0.050916497 |
| 35 | Nov-16 | 895 | 896.5 | 2 | 0.167597765 |

 **Tabel 4.** Lanjutan

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Tanggal** | **Jumlah Wisman** | **Nilai Peramalan** | **Error** | **Abs PE (%)** |
| 36 | Dec-16 | 1082 | 1083.5 | 1.5 | 0.138632163 |
| 37 | Jan-17 | 1066 | 1067.5 | 1 | 0.09380863 |
| 38 | Feb-17 | 915 | 913 | -2 | 0.218579235 |
| 39 | Mar-17 | 1087 | 1087.5 | 1 | 0.04599816 |
| 40 | Apr-17 | 1147 | 1144.609375 | -2.4 | 0.20842415 |
| 41 | May-17 | 1085 | 966.5 | -119 | 10.92165899 |
| 42 | Jun-17 | 1011 | 1009 | -2 | 0.197823937 |
| 43 | Jul-17 | 1113 | 1114 | 1 | 0.08984726 |
| 44 | Aug-17 | 1133 | 1132.5 | -0.5 | 0.044130627 |
| 45 | Sep-17 | 1195 | 1191.5 | -4 | 0.292887029 |
| 46 | Oct-17 | 981 | 981.5 | 0.5 | 0.0509684 |
| 47 | Nov-17 | 977 | 979 | 2 | 0.204708291 |
| 48 | Dec-17 | 1063 | 1062.5 | -0.5 | 0.047036689 |
| 49 | Jan-18 | 1106 | 1105.609375 | 0 | 0.035318716 |
| 50 | Feb-18 | 1166 | 1169.71875 | 3.7 | 0.318932247 |
| 51 | Mar-18 | 1393 | 1393 | 0 | 0 |
| 52 | Apr-18 | 1132 | 1132.5 | 0.5 | 0.044169611 |
| 53 | May-18 | 1091 | 1093.609375 | 3 | 0.239172777 |
| 54 | Jun-18 | 1088 | 1087.5 | -0.5 | 0.045955882 |
| 55 | Jul-18 | 1236 | 1233 | -3 | 0.242718447 |
| 56 | Aug-18 | 1121 | 1122 | 1 | 0.089206066 |
| 57 | Sep-18 | 1294 | 1294 | 0 | 0 |
| 58 | Oct-18 | 1136 | 1138.609375 | 2.6 | 0.229698504 |
| 59 | Nov-18 | 1157 | 1160.21875 | 3 | 0.278197926 |
| 60 | Dec-18 | 1252 | 1249.5 | -2.5 | 0.199680511 |
| 61 | Jan-19 | 1144 | 1144.609375 | 1 | 0.053267045 |
| 62 | Feb-19 | 1034 | 1033.5 | 0.5 | 0.048355899 |
| 63 | Mar-19 | 1075 | 1074.5 | -1 | 0.046511628 |
| 64 | Apr-19 | 1115 | 1116 | 1 | 0.089686099 |
| 65 | May-19 | 1037 | 1039.609375 | 3 | 0.25162729 |
| 66 | Jun-19 | 1262 | 1262.5 | 0.5 | 0.039619651 |
| 67 | Jul-19 | 1123 | 1122 | -1 | 0.089047195 |
| 68 | Aug-19 | 1145 | 1144.609375 | -0.4 | 0.034115721 |
| 69 | Sep-19 | 1033 | 1033.5 | 1 | 0.048402711 |

**3.4 Nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE)**

Mean Average Percentage Error (MAPE) MAPE dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu dan kemudian nilai tersebut dirata-ratakan. Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari MAPE :

1. **MAPE Orde Dua**

$$MAPE= \frac{0.142993327+5.222117202+0.046554935+…+0.048402711}{67}$$

$= $0.429213368 %

1. **MAPE Orde Tiga**

$$MAPE= \frac{0.047258979+3.189013035+0.048496605+…+0.048402711}{66}$$

$ =0.738798693 $%

Karena orde tiga tidak dapat melakukan peramalan untuk hari berikutnya. Jadi, peramalan hanya di orde dua saja dengan nilai ramalan 1074.5 dan nilai *error* 0.429213368 %.

1. **Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* dapat digunakan untuk melakukan peramalan.
2. Pada peramalan menggunakan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* orde dua dengan hasil peramalan untuk bulan berikutnya yaitu Oktober 2019 mendapatkan hasil sebesar 1074.5 dengan hasil MAPE 0.429213368 %.
3. Pada peramalan orde tiga tidak dapat dilakukan peramalan. Karena, relasi untuk peramalan hari selanjutnya pada orde tiga tidak ada. Jadi, Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* dapat digunakan sampai orde dua untuk melakukan peramalan pada Wisatawan mancanegara Kota Batam.
4. **Daftar Pustaka**

Admirani, I., 2018, *Penerapan Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Laba Pada Perusahaan,* Jurnal Teknologi Informasi, Vol. 10, No. 1, Hal. 19-31.

Albana, I. A., 2017, Prediksi Curah Hujan Dengan Menggunakan Fuzzy Forecasting Berbasis Automatic Clustering Dan Axiomatic Fuzzy Set Classification*, Jurnal Informatika Universitas Telkom*, Vol. 4, No. 3,

Hal. 5120–5129.

Anggodo, Y.P., & Mahmudi, W.F., 2016, Peramalan Butuhan Hidup Minimum Menggunakan Automatic Clustering dan Fuzzy Logical Relationship*, Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol. 3, No 2, Hal. 94-102.

Badan Pusat Statistik, 2016, Wisatawan Mancanegara, Jakarta, ([*www.bps.go.id*](http://www.bps.go.id)) Dikutip pada tanggal 25 Februari 2019).

Barakbah, A.R., & Arai, K., 2004, *Identifying moving variance to make automatic clustering for normal data set,* In. Proc.IECI Japan Workshop 2004 (IJW 2004),Musashi Institute of Technology, Tokyo.

Chen, S. M., 1996, *Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series*, *Journalof Fuzzy Sets and System*, 81 (3): 311-319.

Fajri, K., Riyanto, N., 2016, Strategi Pengembangan Destinasi Pariwisata Kota Bandung Dalam Meningkatkan Tingkat Kunjungan Wisatawan Asal Malaysia, *Jurnal Stiepar Yapari*, Vol. 1, No. 2, Hal. 167-183.

Febriana, E. T., 2018, Fuzzy Time Series Chen Order Tinggi untuk Meramalkan Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal, 105.

Haryono, E., Widodo, A., & Abusini, S., 2013, Kajian model *Automatic Clustering-Fuzzy Time Series-Markov Chain* dalam memprediksi data historis jumlah kecelakaan lalu lintas di kotaMalang, Vol 2, Hal. 63-71.

Pratama, Y. A., & Indriani, D., 2017, Peramalan KB Baru IUD dengan Metode Automatic Clustering and Fuzzy Logical Relationship, *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, Vol. 6, No. 2, Hal. 144–153.

Rahanimi, 2010, Peramalan Jumlah Mahasiswa Pendaftar PDMK Jurusan Matematika Menggunakan Metode Automatic Clustering dan Relasi Logika Fuzzy, Hal. 1–10.

Wijaya, A. B., Dewi, C. & Rahayudi, B., 2018, *Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode High Order Fuzzy Time Series Multi Factors,* Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol. 2, No. 3, Hal. 930–939.

Yusuf,A. Priyo., & Wayan, P., 2016, *Peramalan Butuhan Hidup Minimum Menggunakan Automatic Clustering dan Fuzzy Logical Relationshi,* Jurnal Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Vol. 3, No. 2, Hal. 94–102.