

Peramalan Kunjungan Wisatawan di Obyek Wisata Bedugul Menggunakan Algoritma Fuzzy Time Series

I Nyoman Purnama¹, Anak Agung Ayu Putri Ardyanti²

Abstrak—Bali merupakan salah satu primadona wisata di Indonesia. Hal ini disebabkan Bali memiliki budaya, adat istiadat dan kesenian yang beraneka ragam. Tabanan merupakan salah satu kabupaten di Bali yang memiliki ikon daya Tarik wisata yang cukup menarik. Kabupaten Tabanan sering disebut miniaturnya Bali. Karena karakter provinsi Bali secara umum terdapat di Tabanan. Adapun beberapa daya Tarik wisata yang ada di kabupaten Tabanan yakni Danau Beratan, Bedugul, Jatiluwih, Batukaru dan Bedugul. Bedugul merupakan salah satu ikon pariwisata yang banyak dikunjungi oleh wisatawan domestik. Kunjungan wisatawan domestik ke obyek wisata Bedugul mengalami jumlah kunjungan yang tidak menentu setiap tahunnya. Pada penelitian ini dikembangkan sistem peramalan kunjungan wisatawan menggunakan Fuzzy time series Ruey Chyn Tsaor. Data kunjungan ke objek wisata Bedugul akan dikumpulkan dari Badan Pusat Statistik dari tahun 2003- 2014. Fuzzy Time series merupakan konsep baru yang dikenal dengan istilah kecerdasan buatan yang digunakan untuk meramalkan masalah dimana data historis tersebut dibentuk dalam nilai-nilai linguistik dan menghasilkan peramalan yang lebih akurat. Dari hasil penelitian didapatkan nilai AFER sebesar 3.94 persen.

Kata Kunci—Bedugul, Fuzzy time series, peramalan, Tabanan.

I. PENDAHULUAN

Bali merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki destinasi wisata yang banyak dikunjungi oleh wisatawan domestik maupun wisatawan mancanegara. Dengan keindahan alamnya dan kekayaan akan budayanya, Bali menjadi salah satu destinasi yang sering dikunjungi diantara obyek wisata lainnya di Indonesia. Bali banyak memiliki julukan atau istilah yang diberikan seperti "*The Island of Paradise*", "*Island of a Thousand Temple*", "*The Last Paradise*". Hal ini disebabkan oleh daya tarik Bali yang memiliki budaya, adat-istiadat, kesenian yang beraneka ragam. Wisatawan yang berkunjung ke Bali memiliki tujuan yang sangat bervariasi. Mereka ada yang datang untuk liburan, bisnis ataupun MICE (*Meeting, Incentive, Conference, Exhibition*). Dalam melakukan kunjungannya wisatawan

memerlukan sarana dan prasarana kepariwisataan, seperti sarana transportasi, akomodasi, restoran atau jasa penunjang lainnya. Untuk lebih meningkatkan pengembangan kepariwisataan di Bali, diperlukan kerjasama baik antara pemerintah sebagai pemegang kebijakan dan swasta sebagai penanam modal serta masyarakat sebagai pendukung kepariwisataan. Untuk dapat memberikan hasil yang terbaik bagi pembuat kebijakan dan penanam modal maka para pelaku usaha di bidang pariwisata memerlukan kepastian jumlah kunjungan wisatawan yang berkunjung ke obyek wisata tertentu di Bali.

Salah satu Kabupaten di provinsi Bali yakni Tabanan memiliki ikon Daya Tarik Wisata Bedugul yang sudah terkenal hingga ke mancanegara. Kabupaten Tabanan merupakan salah satu pusat pengembangan kepariwisataan Bali bagian Selatan. Kabupaten Tabanan disebut juga miniatur Bali sesungguhnya, karena karakter Provinsi Bali secara umum terdapat di Kabupaten Tabanan. Kabupaten Tabanan memiliki ekosistem pegunungan, danau, lembah, dataran rendah, pesisir dan laut. Adapun beberapa dari Daya Tarik Wisata lainnya yang berada di Kabupaten Tabanan adalah Danau Beratan, Bedugul, Jatiluwih dan Batukaru. Daya Tarik Wisata Bedugul yang terletak di Kabupaten Tabanan merupakan salah satu tujuan wisata yang sangat diminati oleh wisatawan domestik, karena memiliki panorama yang indah, alami dan hanya satu-satunya di Dunia. Keindahan dan panorama Daya Tarik Wisata Bedugul telah menarik minat banyak wisatawan untuk mengunjunginya. Hal ini terlihat dari tingkat kunjungan wisatawan yang datang ke Bedugul mengalami fluktuasi. Tabel 1. Menyajikan jumlah kunjungan wisatawan ke Bedugul dari tahun 2003-2013[1].

Tabel 1. Jumlah Kunjungan Wisatawan ke Bedugul

Tahun	Jumlah kunjungan
2003	17894
2004	127709
2005	319670
2006	411373
2007	456568
2008	400777
2009	380636
2010	343346
2011	468565
2012	379962
2013	340105

¹Nyoman Purnama adalah pengajar di Program Studi Sistem Informasi STMIK Primakara Denpasar Bali; email : pur182@yahoo.com

²Anak Agung Ayu Putri Ardyanti adalah pengajar di Program Studi Teknik Informatika STMIK Primakara Denpasar Bali; email : putri.ardiyanti@gmail.com

Data mining dapat digunakan sebagai salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk memprediksi jumlah kunjungan wisatawan. Data mining merupakan suatu cara dalam menggali informasi dari sejumlah data yang biasanya tersimpan dalam repositori dengan menggunakan teknologi pengenalan pola, statistik dan teknik matematika (Larose, 2006). Salah satu algoritma data mining yang bisa digunakan untuk melakukan peramalan untuk data yang bersifat urutan yakni *Fuzzy Time Series*. *Fuzzy time series* merupakan proses dinamik dari suatu variabel linguistik yang nilai linguistiknya adalah himpunan fuzzy. Keunggulan pemodelan *Fuzzy Time Series* adalah mampu memformulasikan suatu permasalahan berdasarkan pengetahuan pakar atau data-data empiris. Hasil peramalan dari kedua metode tersebut dibandingkan dengan tujuan mengetahui keakuratan hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan ke obyek wisata Bedugul. Parameter yang dipakai sebagai perbandingan adalah AFER dan MSE dari masing-masing metode. *Average Forecasting Error Rate* (AFER) dan *Mean Squared Error* (MSE) sebuah estimator adalah nilai yang diharapkan dari *error*. *Error* yang ada menunjukkan seberapa besar perbedaan hasil estimasi dengan nilai yang akan diestimasi.

Pemanfaatan fuzzy time series telah digunakan untuk memprediksi data telah digunakan untuk meramalkan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) provinsi Bali dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* [2]. Peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* dapat menangkap pola dari data masa lalu untuk memproyeksikan data yang akan datang (Song, 1993b), kinerja lebih baik pada peramalan masalah riil, dapat dihadapkan dengan data linguistik (Tsaur dkk., 2005) serta dapat digabungkan dengan model dan pengetahuan heuristik (Huang, 2001). Penelitian ini menerapkan metode fuzzy time series yang diajukan oleh Ruey Chyn Tsaur (Tsaur, 2011) untuk meramalkan kunjungan wisatawan ke objek wisata Bedugul. Sumber data yang diperlukan adalah data Kunjungan wisatawan ke objek wisata Bedugul dari tahun 2003 - 2013. Metode *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur memperoleh hasil peramalan dengan kesalahan yang kecil pada penelitian peramalan penjualan mobil (Sunneng Sandino Berutu, 2013). Berdasarkan penelitian ini penulis menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur untuk meramalkan kunjungan wisatawan dan melihat tingkat akurasinya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Peramalan

Metode peramalan merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa depan secara sistematis dan pragmatis 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 penganalisaan yang lebih maju.

Dengan penggunaan teknik-teknik tersebut maka diharapkan dapat memberikan tingkat kepercayaan dan keyakinan yang lebih besar karena dapat diuji penyimpangan atau deviasi yang terjadi secara ilmiah.

Himpunan fuzzy

Himpunan fuzzy pertama kali dikembangkan pada tahun 1965 oleh Prof. Lotfi Zadeh yang didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sehingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval. Himpunan fuzzy digunakan untuk mengantisipasi nilai-nilai yang bersifat tidak pasti. Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan dapat memiliki dua kemungkinan, yaitu satu (1) yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam satu himpunan, atau nol (0), yang berarti suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan [3].

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

Himpunan fuzzy memiliki dua atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti pada suhu yaitu dingin, sejuk, normal, hangat, dan panas.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 60, 75, 80 dan sebagainya.

Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series merupakan metode prediksi data yang menggunakan konsep fuzzy set sebagai dasar perhitungannya. Sistem prediksi dengan metode ini bekerja dengan menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari sistem yang rumit sebagaimana yang ada pada algoritma genetika dan jaringan syaraf sehingga mudah untuk digunakan dan dikembangkan.

Definisi *Fuzzy Time Series* dapat digambarkan sebagai berikut (Song, 1993), (Song, 1994):

Definisi 1 : $Y(t)$ ($t = \dots, 0, 1, 2, \dots$), adalah merupakan himpunan bagian dari R . Misalkan $Y(t)$ adalah himpunan semesta yang digambarkan oleh himpunan fuzzy $\mu_i(t)$. Jika $F(t)$ terdiri dari $\mu_i(t)$ ($i = 1, 2, \dots$), $F(t)$ disebut sebuah fuzzy time series pada $Y(t)$.

Definisi 2 : Andaikan $F(t+1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$, sebuah fuzzy logical relationship dapat digambarkan sebagai $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i dan A_j disebut sisi kiri dan sisi kanan dari fuzzy logical relationship, berturut-turut.

Berikut adalah proses penentuan interval berbasis rata-rata (Average based):

1. Hitung semua nilai selisih (lag) absolute dimana $D_i(i=1, \dots, n-1)$ sehingga menjadi $\sum_{i=1}^{n-1} |(D_i + 1) - (D_i)|$
2. Hasil penjumlahan dari proses pertama kemudian dibagi dengan jumlah data.
3. Untuk menentukan basis interval, hasil dari proses 2 dibagi Tabel 2 Basis Interval :

Jangkauan	Basis
0.1 – 1.0	0.1
1.1 – 10	1
11 – 100	10
101 – 1000	100
1001 – 10000	10000

4. Setelah mendapatkan nilai basis interval maka nilai jangkauan dari basis tersebut dapat digunakan sebagai panjang interval.

III. METODE PENELITIAN

Metode yang diusulkan dalam penelitian ini adalah *Fuzzy Time Series* untuk memprediksi jumlah kedatangan wisatawan ke obyek wisata Bedugul. Proses dimulai dari proses penentuan selisih data time series untuk penentuan interval. Selanjutnya, dari interval yang telah ditentukan akan dilakukan proses perhitungan untuk menentukan hasil prediksi menggunakan metode *Fuzzy Time Series* (FTS) dan pada proses defuzzifikasi menggunakan model lee.

Sementara untuk tahapan pengujian yang akan dilakukan pada aplikasi yang telah dibangun yaitu pengujian *black box* untuk pengujian tingkah laku sistem yang telah dirancang dan untuk menghitung tingkat keakuratan hasil prediksi atau evaluation dengan menggunakan *Average Forecasting Error Rate* (AFER) dan *Mean Square Error* (MSE) untuk melihat tingkat kesalahan prediksi metode *Fuzzy Time Series*.

Fuzzy Time Series merupakan metode peramalan dimana data masa lalu digunakan untuk meramalkan data yang terjadi pada masa mendatang. Data time series sangat berguna dalam pengambilan keputusan untuk memperkirakan kejadian yang terjadi dimasa yang akan datang. Sistem peramalan dengan menggunakan *Fuzzy Time Series* menangkap pola dari data yang telah terjadi sebelumnya kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Pada *Fuzzy Time Series*, proses peramalan data tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran yang rumit seperti pada algoritma genetika dan jaringan syaraf sehingga mudah untuk dikembangkan.

Data yang digunakan untuk proses peramalan berupa data urutan waktu (*time series*) yang diambil dari Badan Pusat Statistik Provinsi Bali dari tahun 2003- 2013. Data ini berupa *time series* (deret waktu) adalah data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu. Waktu yang

digunakan disini per tahun jumlah kedatangan wisatawan.

Kemudian tingkat keakurasian model diperiksa dengan mengamati nilai AFER yang dihitung melalui peramalan ins ample. Model FTS yang memiliki AFER terkecil selanjutnya digunakan untuk meramalkan kunjungan wisatawan ke Bali pada periode 2003 – 2013 dan nilai AFER masing-masing metode dihitung pada peramalan out-of-sample ini. Metode dengan AFER yang lebih kecil disimpulkan memiliki keakurasian yang lebih baik dalam meramalkan kunjungan wisatawan ke Bedugul. Secara garis besar metodologi dalam penelitian ini digambarkan pada diagram flowchart dibawah :



Gambar 1. Flowchart metode fuzzy time series untuk peramalan kunjungan wisatawan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi dan pengujian sistem ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kinerja sistem yang telah diimplementasikan terhadap peramalan kunjungan wisatawan ke obyek wisata Bedugul. Implementasi sistem dibuat menggunakan pemrograman PHP berbasis web. Pada menu admin terdapat pilihan untuk input data historis kunjungan dan proses perhitungan dengan metode *Fuzzy Time Series*. Tampilan antar muka terlihat pada gambar 2.

Gambar 2. Tampilan dashboard admin

No	Tahun kunjungan	Setting
1	2003	EGE Haseu
2	2004	EGE Haseu
3	2005	EGE Haseu

Untuk keperluan pengujian digunakan 10 data kunjungan wisatawan ke obyek wisata Bedugul. Data-data ini akan dijadikan sebagai data sumber untuk proses peramalan *Fuzzy Time Series*. Dari pengujian terhadap data tersebut kemudian ditampilkan nilai MSE masing-masing data tersebut.

Langkah yang dilakukan pertama dengan model *Fuzzy Time Series* yakni menentukan nilai minimal dan maksimal data kunjungan wisatawan ke obyek wisata Bedugul dari tahun 2003 sampai 2013 adalah 17894 dan 468565. Berdasarkan nilai-nilai tersebut maka *universe of discourse* dapat didefinisikan sebagai $U = [17894, 468565]$. Dari 10 data tadi kemudian dicari rata-rata selisih. Untuk memperoleh basis maka nilai rata-rata dibagi 2 dan hasilnya 44.754. Maka diperoleh jumlah interval sebanyak 11. Dari data jumlah interval kemudian dibuatkan himpunan fuzzy dan fuzzyfikasinya sebagai berikut :

Table 3. Fuzzyfikasi kunjungan wisatawan ke obyek wisata Bedugul

Tahun	Interval	Fuzzyfikasi
2003	[17894,62648.167]	A1
2004	[107402.334,152156.501]	A3
2005	[286419.002,331173.169]	A7
2006	[375927.336,420681.503]	A9
2007	[420681.503,465435.67]	A10
2008	[375927.336,420681.503]	A9
2009	[375927.336,420681.503]	A9
2010	[331173.169,375927.336]	A8
2011	[465435.67,510189.837]	A11
2012	[375927.336,420681.503]	A9
2013	[331173.169,375927.336]	A8

Langkah berikutnya yakni menentukan *fuzzy logical relation* yakni $A1 \rightarrow A3, A3 \rightarrow A7, A7 \rightarrow A9, A9 \rightarrow A10, A10 \rightarrow A9, A9 \rightarrow A9, A9 \rightarrow A8, A8 \rightarrow A11, A11 \rightarrow A9, A9 \rightarrow A8$. Setelah menentukan *fuzzy logical relation* kemudian dicari *fuzzy logical relation grup*. Didapatkan hasil sebagai berikut $A1 \rightarrow A3, A10 \rightarrow A9, A11 \rightarrow A9, A3 \rightarrow A7, A7 \rightarrow A9, A8 \rightarrow A11$ dan $A9 \rightarrow A10, A9, A8, A8$. Setelah nilai fuzzy ditentukan, kita bisa mencoba menghitung hasil ramalan tahun 2004 dimana FLRG nya $A3 \rightarrow A7$, karena sifatnya *one to one* maka hasil ramalan tahun 2001 adalah nilai tengah interval A1 yakni 129779. Berikut data actual dan hasil peramalan dari kunjungan wisatawan ke obyek wisata Bedugul :

Table 4. Nilai AFER proses FTS kunjungan wisatawan ke obyek wisata Bedugul

Tahun	Actual	Forecast	Error	AFER
2003	17894	0	17894	9.09%
2004	127709	129779	2070.4175	0.15%
2005	319670	308796	10873.9145	0.31%
2006	411373	398304	13068.5805	0.29%
2007	456568	387115	69452.12225	1.38%
2008	400777	398304	2472.5805	0.06%
2009	380636	387115	6479.87775	0.15%
2010	343346	387115	43769.8778	1.16%
2011	468565	487812	19247.7535	0.37%
2012	379962	398304	18342.4195	0.44%

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa Peramalan jumlah kunjungan wisatawan ke menggunakan metode *Fuzzy Time Series* dihasilkan rata-rata AFER sebesar 1.33%.

Saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya adalah diperlukan peningkatan kinerja metode FTS dengan modifikasi arsitektur fuzzifikasi dan defuzzifikasi sehingga dihasilkan galat yang lebih rendah dari 1 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Badan Pusat Statistik Bali," 2017. [Online]. Available: <https://bali.bps.go.id/>. [Accessed: 30-May-2017].
- [2] I. G. N. A. Wanayasa, I. P. E. N. Kencana, and D. P. E. Nilakusmawati, "Peramalan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Provinsi Bali Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series," *e-Jurnal Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 12–19, 2012.
- [3] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [4] M.J.A Berry, John Wiley & Sons. *Data Mining Techniques*, 2004
- [5] S. M. Chen, "Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series". *Fuzzy Sets and Systems*, 81: 311-319. 1996.
- [6] T. Jilani. A. Burney, dan C. Ardil, "Fuzzy Metric Approach for Fuzzy timeSeries Forecasting based on Frequency Density Based Partitioning". *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*. 2007
- [7] M. S. Haris. Implementasi Metode Fuzzy Time Series Dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-rata untuk Peramalan Data Penjualan Bulanan, 2010.
- [8] S.Bukhori, "Pengembangan Sandpile Model Untuk Memprediksi Sistem yang Dalam Kondisi Chaotic", *Jurnal Informatika*, Vol 8. 2007.
- [9] W.Qiu, X. Liu and H. Li. "A Generalized Method for Forecasting Based on Fuzzy Time Series", *Expert System with Applications*. Vol. 38, pp. 10446-10453, 2011