

# METODE PERAMALAN HOLT-WINTER UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH PENGUNJUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU

Encik Rosalina<sup>1\*</sup>, Sigit Sugiarto<sup>2</sup>, M.D.H. Gamal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi S1 Matematika

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau  
Kampus Bina Widya, Pekanbaru 28293, Indonesia

\*encikrosalina@yahoo.com

## ABSTRACT

This article discusses the use of numerically Holt-Winter method in predicting the number of visitors to University of Riau library. This method is divided into two, additive and multiplicative Holt-Winter methods. Furthermore, the identification of the seasonal variance is carried out to select an appropriate Holt-Winter method and to measure the forecasting error numerically based on the mean absolute percentage error.

Keywords: Holt-Winter method, simple linear regression, trend, seasonal, mean absolute percentage error

## ABSTRAK

Artikel ini membahas secara numeris penggunaan metode Holt-Winter dalam meramalkan jumlah pengunjung perpustakaan Universitas Riau. Metode ini terbagi atas dua yaitu metode Holt-Winter aditif dan multiplikatif. Kemudian dilakukan identifikasi variasi musiman untuk memilih metode peramalan Holt-Winter yang tepat, dan mengukur kesalahan peramalan secara numeris dengan *mean absolute percentage error*.

Kata kunci: Metode Holt-Winter, regresi linear sederhana, *trend*, musiman, *mean absolute percentage error*

## 1. PENDAHULUAN

Peramalan (*forecasting*) adalah suatu taksiran kejadian-kejadian yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Secara matematis, ramalan umumnya dilakukan berdasarkan data pada masa lalu yang dianalisa menggunakan cara-cara tertentu. Data masa lampau dikumpulkan, dipelajari, dan dianalisa berdasarkan perjalanan waktu. Waktu disini menjadi fokus dalam menganalisa data masa lalu untuk menaksir kejadian yang terjadi di masa mendatang.



Metode peramalan terbagi menjadi dua bagian, salah satunya metode peramalan kuantitatif yaitu metode yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu [2, h. 7-11]. Hasil peramalan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut.

Dalam peramalan kuantitatif terdapat beberapa metode yang bisa digunakan, salah satunya adalah metode Holt-Winter yang merupakan perkembangan dari metode pemulusan eksponensial sederhana (*simple exponential smoothing*). Metode Holt-Winter [4, h. 96] digunakan untuk mengatasi adanya pola *trend* dan *seasonal* (musiman) dari suatu data runtun waktu, sehingga data yang pada umumnya bersifat tidak stasioner bisa diramalkan menggunakan metode ini, dengan kesalahan yang kecil.

Metode Holt-Winter telah dibahas secara umum oleh Kalekar [3]. Kemudian metode Holt-Winter juga dibahas oleh Bezerra [1]. Dalam artikelnya Bezerra mengevaluasi model Holt-Winter dalam peramalan pembuangan sampah dengan Kota Toledo dipilih sebagai tempat studi kasusnya.

Berdasarkan dari berbagai aplikasi metode peramalan yang telah disebutkan sebelumnya, peramalan terhadap jumlah pengunjung yang datang ke perpustakaan Universitas Riau sangat penting untuk diramalkan mengingat perpustakaan adalah sumber informasi penting dalam menunjang pengetahuan, khususnya di perguruan tinggi.

Perpustakaan sebagai salah satu organisasi sumber belajar dan informasi yang menyimpan, mengelola dan memberikan bahan pustaka baik buku maupun non buku kepada mahasiswa agar tercapai tujuan pada umumnya, dan tujuan pendidikan pada khususnya. Dalam kaitan ini pelayanan perpustakaan yang merupakan "jantung perguruan tinggi" ini harus dikembangkan sebagai salah satu instansi untuk tujuan mencerdaskan kehidupan bangsa. Oleh karena itu, pengelolaan dan pelayanan yang baik sangat diperlukan.

Pembahasan dimulai dengan memberi pada bagian 2 pengertian dan penjelasan mengenai metode peramalan Holt-Winter dan data runtun waktu. Kemudian pada bagian 3 berisi pembahasan penggunaan metode Holt-Winter untuk memprediksi jumlah pengunjung perpustakaan Universitas Riau, dan terakhir pada bagian 4 yaitu kesimpulan mengenai pembahasan yang telah dibahas.

## 2. METODE PERAMALAN HOLT-WINTER PADA DATA RUNTUN WAKTU

Metode peramalan adalah cara memperkirakan secara kuantitatif apa yang akan terjadi pada masa depan, berdasarkan pada data yang relevan pada masa lalu, dengan harapan melalui metode tersebut akan memperoleh kesalahan yang kecil [2, h. 11], sedangkan data runtun waktu (*time series*) adalah serangkaian nilai-nilai variabel yang disusun berdasarkan waktu  $t$ . Hal yang paling penting dalam metode peramalan adalah memilih pola dari data runtun yang akan diramalkan dan rentang waktu peramalan [4, h. 10]. Pola data pada runtun waktu dibedakan menjadi 4 jenis yaitu pola data horizontal, musiman, siklis dan *trend*, sedangkan

rentang waktu peramalan terbagi atas 3 kategori yaitu peramalan jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang.

Suatu data runtun waktu memiliki dua sifat yaitu data runtun waktu yang stasioner dan tidak stasioner. Suatu pengamatan dikatakan stasioner jika data tersebut memiliki nilai rata-rata dan variasi yang relatif konstan dari waktu ke waktu. Sebaliknya, data pengamatan dikatakan tidak stasioner jika data tersebut memiliki rata-rata dan variasi yang tidak konstan atau berubah seiring dengan berubahnya waktu [2, h. 402]. Kedua sifat ini penting dalam penentuan metode peramalan yang menghasilkan kesalahan yang kecil, khususnya data yang bersifat tidak stasioner.

Terdapat beberapa metode peramalan yang baik digunakan pada data tidak stasioner, salah satunya adalah metode Holt-Winter. Metode Holt-Winter merupakan perkembangan dari metode pemulusan eksponensial sederhana yang menggunakan tiga konstanta pemulusan, yaitu konstanta untuk pemulusan keseluruhan *level*, pemulusan kecenderungan (*trend*), dan pemulusan musiman (*seasonal*). Menurut Suhartono [5, h. 188-196], model Holt-Winter ini menggunakan dua pendekatan, yaitu:

1. Metode Holt-Winter Multiplikatif yang digunakan untuk variasi data musiman dari data runtun waktu yang mengalami peningkatan atau penurunan (fluktuasi). Nilai ramalan ( $\hat{Y}_{t+k}$ ) untuk periode ( $t+k$ ) yang ditinjau pada akhir periode ke- $t$  dari model ini adalah

$$\hat{Y}_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t+k-c}, \quad (1)$$

dengan nilai pemulusan yang digunakan sebagai berikut:

- (a) Pemulusan Keseluruhan (*level*)

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-c}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}), \quad (2)$$

- (b) Pemulusan Kecenderungan (*trend*)

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}, \quad (3)$$

- (c) Pemulusan Musiman (*seasonal*)

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-c}, \quad (4)$$

dengan  $0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 1$ ,  $S_{t-c}$  nilai estimasi faktor musiman,  $c$  adalah panjang musiman dan  $k=1,2,\dots,c$ .

2. Metode Holt-Winter Aditif digunakan untuk variasi data musiman dari data runtun waktu yang konstan. Pada akhir periode ke- $t$ , nilai ramalan ( $\hat{Y}_{t+k}$ ) untuk periode ( $t+k$ ) diperoleh dari persamaan

$$\hat{Y}_{t+k} = L_t + kT_t + S_{t+k-c}.$$

dengan bentuk pemulusan model ini sebagai berikut:

(a) Pemulusan Keseluruhan (*level*)

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-c}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}),$$

(b) Pemulusan Kecenderungan (*trend*)

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1},$$

(c) Pemulusan Musiman (*seasonal*)

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-c}.$$

Dalam penggunaan metode peramalan ini, diperlukan nilai awal. Menurut Makridakis [4, h. 113-115], model pemulusan Winter dapat digunakan dengan mengambil secara sebarang beberapa nilai awal yaitu:

$$L_c = \frac{1}{c}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_c), \quad (5)$$

$$T_c = \frac{1}{K}\left(\frac{Y_{c+1} - Y_1}{c} + \frac{Y_{c+2} - Y_2}{c} + \dots + \frac{Y_{c+k} - Y_k}{c}\right), \quad (6)$$

dengan  $c$  adalah panjang musiman dan  $K$  merupakan konstanta pembagi terhadap panjang musiman. Sedangkan pemulusan musiman dapat menggunakan nilai awal berikut:

1. Holt-Winter Multiplikatif

$$S_k = \frac{Y_k}{L_c}, \quad (7)$$

2. Holt-Winter Aditif

$$S_k = Y_k - L_c,$$

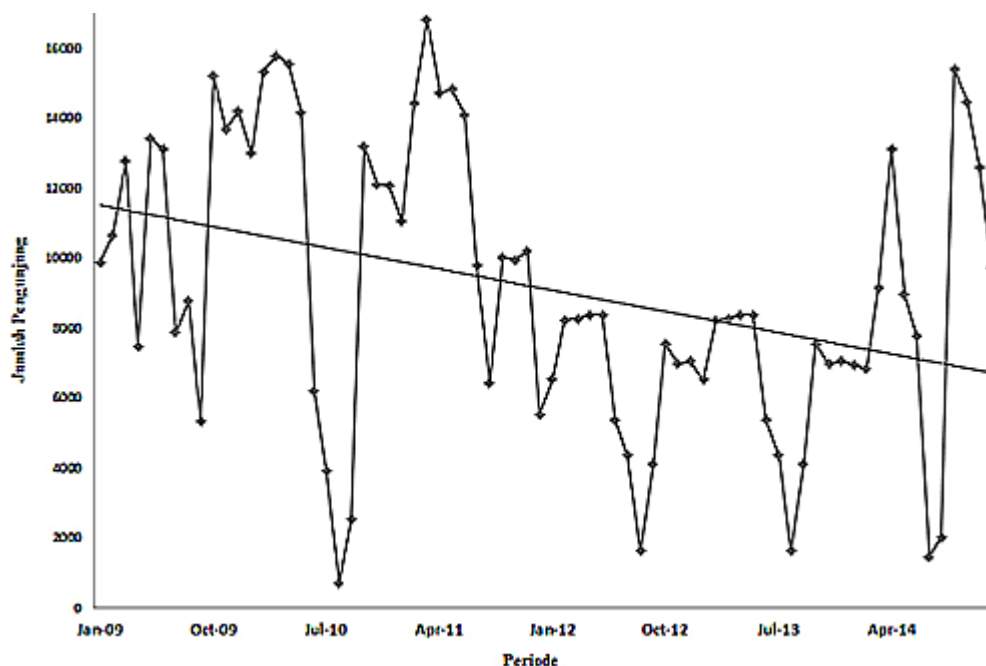
dengan  $k = 1, 2, 3, \dots$ . Selanjutnya nilai-nilai parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dapat ditentukan melalui program linear dengan tujuan untuk meminimumkan MAPE. Hal tersebut dilakukan menggunakan bantuan *solver* pada *microsoft excel*.

Setelah beberapa model peramalan diperoleh, maka selanjutnya dilakukan perbandingan untuk memilih model yang lebih baik. Perbandingan dilakukan dengan melihat hasil pengukuran tingkat kesalahan model. Pengukuran kesalahan model dalam penelitian ini menggunakan MAPE, yang diharapkan nilainya sangat kecil dan dapat merepresentasikan data. Nilai MAPE diperoleh dari persamaan berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Pe_t|. \quad (8)$$

### 3. METODE PERAMALAN HOLT-WINTER UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH PENGUNJUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU

Hal pertama dilakukan dalam peramalan adalah menganalisa bentuk pola data melalui grafik pola data yang diplot, sehingga memudahkan dalam memilih metode peramalannya. Data yang digunakan adalah data jumlah pengunjung perpustakaan Universitas Riau dari tahun 2009 hingga 2014 yang dihitung per bulan.



Gambar 1: Grafik Pola Data Jumlah Pengunjung Perpustakaan Universitas Riau Tahun 2009-2014

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa jumlah pengunjung mengalami kenaikan yang cukup tinggi pada bulan September tiap tahunnya, dengan kenaikan yang paling tinggi terjadi pada bulan September 2014 yaitu berjumlah 15.437 orang yang berkunjung pada bulan tersebut, sedangkan pada bulan Oktober jumlah pengunjung mengalami penurunan tahun 2012 hingga 2014. Kemudian untuk periode dua bulan selanjutnya yaitu November hingga Desember terjadi kenaikan dan penurunan pengunjung. Garis linear *trend* negatif terhadap data ini menunjukkan bahwa data pengunjung perpustakaan Universitas Riau semakin lama semakin menurun hingga tahun 2014.

Faktor musiman juga teridentifikasi pada data jumlah pengunjung perpustakaan Universitas Riau ini. Pada Gambar 1 diperlihatkan bahwa adanya pola perubahan yang berulang secara otomatis dari tahun ke tahun. Pada bulan Januari hingga Agustus bahwa data mengalami kenaikan dan penurunan tiap tahunnya. Hal ini menunjukkan bahwa data tidak stasioner atau tidak berkisar antara nilai rata-rata musiman. Kenaikan yang cukup besar terjadi pada bulan Maret

2011 yaitu sebanyak 16.862 orang pengunjung dan berangsur turun pada bulan Mei hingga Agustus dengan jumlah penurunan pengunjung terjadi pada bulan Agustus tahun 2010 yaitu hanya sebanyak 740 orang pengunjung yang datang ke perpustakaan Universitas Riau. Hal ini cukup mengindikasikan bahwa data jumlah pengunjung perpustakaan Universitas Riau merupakan data yang memiliki pola *trend* dan musiman dengan variasi musiman yang fluktuatif.

Setelah mengetahui pola data dari data tersebut, selanjutnya dilakukan peramalan. Metode peramalan yang tepat digunakan pada data jumlah pengunjung perpustakaan adalah metode Holt-Winter multiplikatif, dengan mengambil nilai awal melalui persamaan (5), (6) dan (7) diperoleh nilai awal pemulusan *trend* yaitu  $T_0 = -54,375$ , nilai awal pemulusan *level* yaitu  $L_0 = 10.404,08$  serta nilai awal musiman yaitu  $S_0 = 1,162812678$ . Kemudian dengan menggunakan *solver* pada *Microsoft Excel*, diperoleh nilai konstanta pemulusan optimal yaitu  $\alpha = 0$ ,  $\beta = 0,055$ , dan  $\gamma = 0,875$ . Dengan demikian peramalan jumlah pengunjung perpustakaan Universitas Riau selama tahun 2015 yaitu

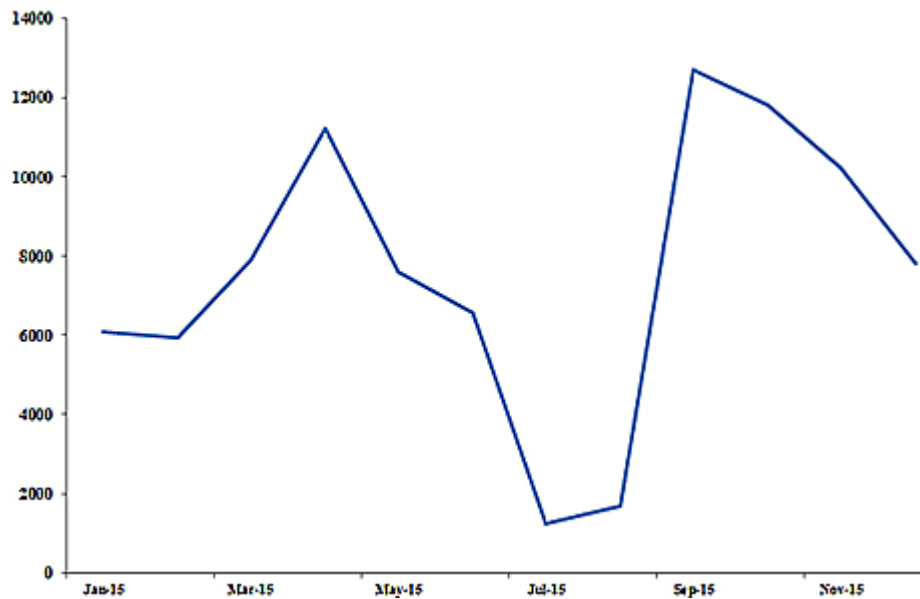
Tabel 1: Peramalan Jumlah Pengunjung Perpustakaan Universitas Riau Selama Tahun 2015

Bulan	Tahun	Jumlah Pengunjung
Jan	2015	5.634
Feb	2015	5.529
Mar	2015	7.413
Apr	2015	10.596
May	2015	7.227
Jun	2015	6.280
Jul	2015	1.197
Aug	2015	1.645
Sep	2015	12.404
Oct	2015	11.641
Nov	2015	10.133
Dec	2015	7.807

Kemudian dengan menggunakan (8), hasil pada Tabel 1 diperoleh nilai MAPE sebesar 34,919, dengan grafik peramalan jumlah pengunjung perpustakaan Universitas Riau untuk satu tahun ke depan yaitu ditunjukkan pada Gambar 2

Dari Gambar 2 bahwa pada Januari hingga April pengunjung mengalami peningkatan tiap bulannya, dengan jumlah pengunjung terbanyak terjadi pada bulan April yaitu sebesar 10.596 pengunjung.

Berdasarkan hasil peramalan dan perolehan nilai optimal  $\alpha = 0$ ,  $\beta = 0,055$ , dan  $\gamma = 0,875$ , maka peramalan Holt-Winter dalam memprediksi jumlah pengunjung perpustakaan Universitas Riau periode ke- $t$ , dapat direpresentasikan melalui persamaan (1). Kemudian dengan menggunakan persamaan (2), (3) dan (4) diperoleh nilai pemulusan untuk *level*, *trend* dan musiman dapat direpresen-



Gambar 2: Grafik Peramalan Jumlah Pengunjung Perpustakaan Universitas Riau (Januari-Desember 2015)

tasikan sebagai

$$\begin{aligned}
 L_t &= L_{t-1} + T_{t-1}, \\
 T_t &= 0,055(L_t + L_{t-1}) + (0,945)T_{t-1}, \\
 S_t &= 0,875 \left( \frac{Y_t}{L_t} \right) + 0,125S_{t-c}.
 \end{aligned} \tag{9}$$

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dalam artikel ini dapat disimpulkan bahwa peramalan jumlah pengunjung perpustakaan Universitas Riau baik dilakukan dengan menggunakan metode Holt-Winter multiplikatif. Hal ini disebabkan variasi musiman yang tidak konstan. Kemudian setelah dilakukan peramalan diperoleh jumlah rata-rata kesalahan persentase sebesar 34,919 persen.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bezerra, C. A. 2006. Evaluation of Holt-Winter Models in the Solid Residua Forecasting: A Case Study in the City of Toledo. *Third International Conference on Production Research-America's Region*, **6**: 1-8

- [2] Bowerman, B.L., R. O'Connell, & A. Koehler. 2004. *Forecasting, Time Series and Regression*. 4th ed, Thomson Brooks. Cole.
- [3] Kalekar, P. S. 2004. Time Series Using Holt-Winters Exponential Smoothing. *Journal of Information Technology of Kanwal Rekhi School*, 1: 1-13.
- [4] Markidakis, S., S. C. Wheelwright & V. E. McGee. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan, Edisi Kedua:Jilid 1*. Terj. dari *Forecasting Method and Application, Second Edition*, oleh Untung Sus Andriyanto & Abdul Basith. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [5] Suhartono. 2008. *Analisa Data Statistik dengan R*. Laboratorium Komputasi ITS. Surabaya.

