

# Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) untuk Peramalan Data Pendaftaran Keanggotaan Perpustakaan Nasional RI

Annisa Martina<sup>1</sup>, Dhebyta Nufi Khairunnisa<sup>2</sup>, Rini Cahyandari<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung  
Jl. A.H. Nasution No 105, Cipadung, Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat  
e-mail: [annisamartina@uinsgd.ac.id](mailto:annisamartina@uinsgd.ac.id)

## Abstrak

Metode Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) merupakan penggabungan metode WMA dan B-DES. Pada metode ini initial value dihitung menggunakan rumus pada metode WMA yang dianggap sebagai nilai dasar. metode B-WEMA diduga cocok untuk pola data stasioner. Pada penelitian ini akan dijelaskan tentang penggunaan teknik peramalan B-WEMA dengan parameter pembobotan ( $\alpha$ ) = 0.1, 0.5, dan 0.9 dan orde ( $k$ ) = 2 sampai 12, pada data pendaftaran keanggotaan perpustakaan nasional RI yang mempunyai pola data stasioner dengan uji ketepatan Mean Square Error (MSE). Diperoleh nilai MSE terbaik yaitu pada parameter pembobotan ( $\alpha$ ) = 0.5 dan  $k = 9$  sebesar 139827852.5 karena memiliki nilai MSE terkecil. Dengan demikian metode Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) cocok untuk data stasioner.

Kata kunci: Peramalan, Brown's Weighted Exponential Moving Average, Mean Square Error

## Abstract

Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) method is a combination of the WMA and B-DES methods. In this method the initial value is calculated using the formula in the WMA method which is considered the basic value. B-WEMA method is thought to be suitable for stationary data patterns. This research will explain the use of the B-WEMA forecasting technique with weighting parameters ( $\alpha$ ) = 0.1, 0.5, and 0.9 and order ( $k$ ) = 2 to 12, on RI national library membership registration data which has a stationary data pattern with the Mean accuracy test Square Error (MSE). The best MSE value was obtained, namely the weighting parameter ( $\alpha$ ) = 0.5 and  $k = 9$  of 139827852.5 because it had the smallest MSE value. Thus, Brown's Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) method is suitable for stationary data.

Keywords: Forecasting, Brown's Weighted Exponential Moving Average, Mean Square Error

## 1. PENDAHULUAN

Menurut (A.Sofyan, 1984) peramalan (*forecasting*) adalah suatu kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi dimasa yang akan mendatang. Teknik peramalan dibedakan menjadi dua kategori utama yaitu peramalan kualitatif dengan data kualitatif dan peramalan kuantitatif dengan data kuantitatif. Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang menggunakan data kuantitatif yaitu data yang berupa angka, data kuantitatif dibagi lagi menjadi dua yaitu data *time series* dan *cross section*. Data *time series* adalah data yang mempunyai satu variabel, namun jangka waktu pengamatannya banyak. Sedangkan data *cross-section* adalah data yang mempunyai variabel yang lebih dari satu, namun jangka waktu pengamatannya hanya satu waktu tertentu (Santoso, 2009).

Metode *time series* merupakan teknik peramalan yang melakukan pendugaan masa depan yang didasarkan atas data masa lalu dari suatu variabel dan/atau kesalahan pada masa lalu. Tujuan utama metode *time series* adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor (komponen-komponen) *time series* yang akan digunakan sebagai landasan untuk meramalkan nilai-nilai tersebut ke masa depan. Tahapan penting dalam pemilihan metode *time series* yang tepat yaitu dengan membuat asumsi terhadap pola data dan metode yang paling tepat tersebut diuji ketepatannya terhadap pola data tersebut karena pola data merupakan faktor penting dalam memilih metode peramalan (Lungan, 2006).

Seiring berjalannya waktu, metode *time series* mengalami banyak pengembangan, salah satu pengembangannya yaitu *hybrid methods* yang diperkenalkan oleh Hansun yang dinamakan *Brown's Weighted Moving Average* (B-WEMA), dimana metode ini merupakan metode yang memodifikasi dan mengkombinasi metode *brown's double exponential smoothing* dengan *weighted moving average* (Hansun, 2016). Metode *weighted moving average* merupakan pengembangan dari metode *single moving average* dengan tambahan bobot-bobot dalam perhitungannya, yang mana metode *weighted moving average* merupakan bagian dari kelompok *moving average* yang diasumsikan cocok untuk pola data stasioner.

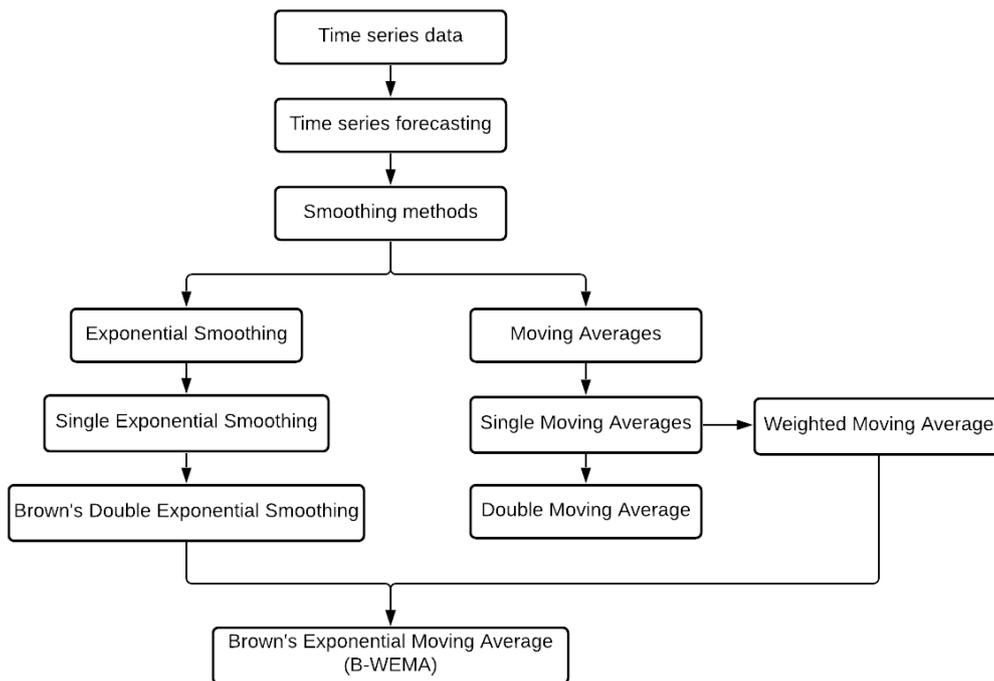
Pada penelitian-penelitian yang menggunakan metode *brown's weighted exponential moving average* (B-WEMA) belum dapat dipastikan apakah metode ini cocok digunakan untuk jenis pola data tertentu dan pengaruh pembobotan dalam nilai ramalan. Oleh karena itu, akan dilakukan peramalan menggunakan metode *brown's weighted exponential moving average* pada data pendaftaran keanggotaan perpustakaan nasional (*offline dan online*) serta menganalisis asumsi pola data (stasioner) yang cocok untuk metode tersebut.

## 2. METODE

Metode yang digunakan adalah *Brown's Weighted Exponential Moving Average* pada data pendaftaran keanggotaan perpustakaan secara *offline* dan *online* pada tahun 2017 hingga Januari 2022.

### a. *Brown's Weighted Exponential Moving Average*

*Brown's Weighted Exponential Moving Average* merupakan *hybrid method* yang diperkenalkan oleh Seng Hansun. Metode *brown's weighted exponential moving average* merupakan penggabungan dari metode *weighted moving average* dan *brown's double exponential smoothing*, dimana metode ini berangkat dari keterbatasan metode *brown's double exponential smoothing* dalam menentukan initial value sehingga keterbatasan tersebut dikembangkan pada metode *brown's weighted exponential moving average* seperti pada gambar (1) berikut (Hansun, 2016):



Gambar 1. Metode Brown's Weighted Exponential Moving Average

Berikut proses perhitungan untuk memperoleh nilai ramalan pada teknik peramalan *brown's weighted exponential moving average*:

1. Menghitung nilai dasar ( $B_t$ ) dengan menggunakan persamaan (1) untuk data dan periode tertentu.

$$B_t = \frac{kX_t + (k - 1)X_{t-1} + \dots + X_{t-(n+1)}}{k + (k - 1) + \dots + 1} \quad (1)$$

Dengan:

- $k$  = periode peramalan
  - $t$  = periode pada data historis
  - $X_t$  = nilai data historis periode ke- $t$
2. Dengan menggunakan nilai dasar yang diperoleh, selanjutnya nilai ramalan dihitung menggunakan metode *Brown's Double Exponential Smoothing* (B-DES) (Makridakis, 2017) persamaan (3) sampai (7) dengan

$$S'_{t-1} = S''_{t-1} = B_t \quad (2)$$

Menghitung nilai pemulusan tahap pertama  $S'_t$ , dengan  $X_t$  adalah data historis pada periode ke- $t$ :

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (3)$$

Menghitung nilai pemulusan tahap kedua

$$S_t'' = \alpha S_t' + (1 - \alpha)S_{t-1}'' \quad (4)$$

Menghitung perbedaan antara nilai-nilai pemulusan *exponential*

$$a_t = S_t' + (S_t' - S_t'') = 2S_t' - S_t'' \quad (5)$$

Menghitung faktor penyesuai tambahan yang hampir sama dengan pengukuran *Slope* suatu kurva

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha}(S_t' - S_t'') \quad (6)$$

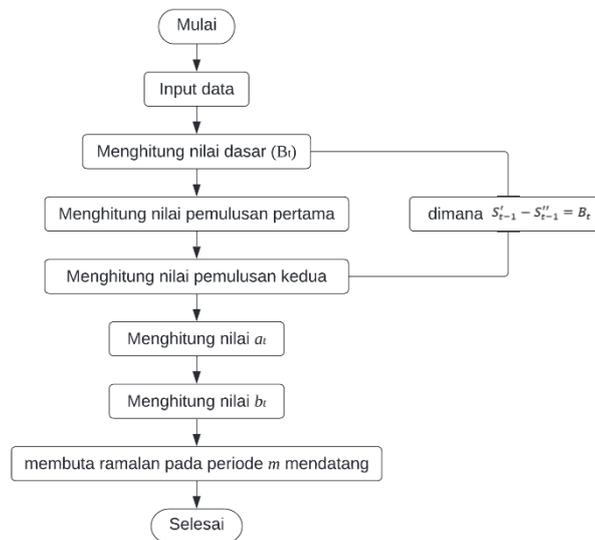
Membuat peramalan  $F$  pada periode  $m$  mendatang

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (7)$$

3. Ulangi langkah-langkah tersebut hingga data yang diberikan telah berakhir.

Semakin besar pembobotan yang ditetapkan untuk data terbaru, periode yang diberikan akan semakin panjang. Jumlah peluang pembobotannya adalah sama dengan satu.

Berikut adalah *flowchart* metode *brown's weighted exponential moving average*:



Gambar 2. Flowchart metode *brown's weighted exponential moving average*

b. Uji ketepatan peramalan

Uji ketepatan peramalan yang digunakan adalah *Mean Square Error* (MSE). Metode ini merupakan metode alternative dalam mengevaluasi peramalan dengan menghitung setiap *error* dikuadratkan, kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi. Semakin kecil nilai MSE maka semakin tinggi tingkat ketelitian peramalan, demikian sebaliknya. Nilai MSE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$MSE = \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - F_i)^2}{n} \quad (8)$$

*Mean Square Error* (MSE) sangat baik dalam memberikan gambaran terhadap seberapa konsisten model yang dibangun. Dengan meminimalkan nilai *Mean Square Error* (MSE), berarti meminimalkan varian model. Model yang memiliki varian kecil mampu memberikan hasil yang relatif lebih konsisten untuk seluruh data input dibandingkan dengan model dengan varian besar (MSE besar) (Hansun, 2013).

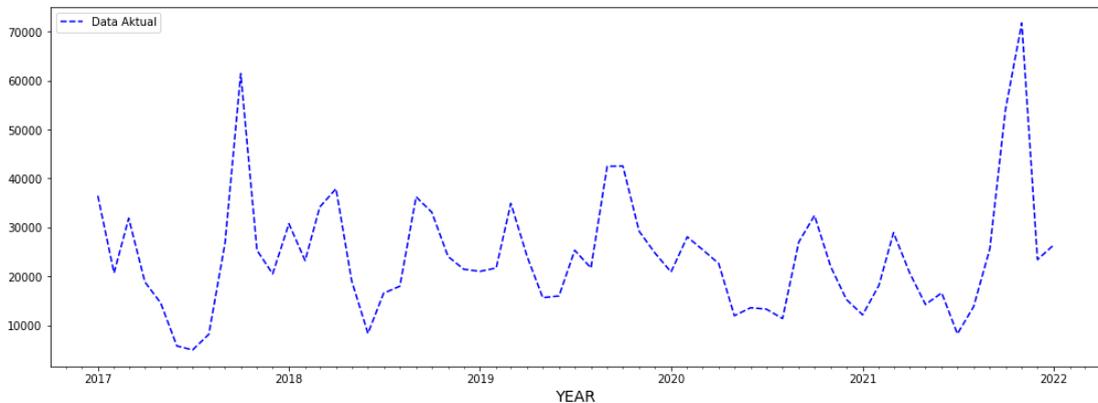
Uji ketepatan peramalan menggunakan *Mean Square Error* (MSE) memiliki kelemahan yaitu MSE tidak memperdulikan prosedur pada metode peramalan. Dalam artian, setiap peramalan memiliki prosedur yang berbeda, maka menggunakan MSE saja akan mengabaikan perbedaan antar metode tersebut (Hansun, 2013).

c. Pengujian Stasioneritas dengan Grafik

Penggunaan metode grafik sangat subyektif karena masing-masing orang dapat menarik kesimpulan yang berbeda terhadap garisnya. Data dikatakan tidak stasioner jika grafik dari waktu ke waktu cenderung semakin naik atau semakin menurun. Sebaliknya, jika data stasioner maka grafik akan relative tidak menaik atau menurun; ada pola kenaikan data yang diikuti oleh pola data yang menurun (Santoso, 2009).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data peminjaman buku di iPusnas dapat direpresentasikan dengan grafik berikut:



Gambar 3. Grafik Data Pendaftaran Keanggotaan Perpustakaan

Berdasarkan gambar 3 kita dapat memperoleh informasi mengenai pola data yang dicurigai untuk data pendaftaran keanggotaan perpustakaan nasional secara *offline* dan *online* yaitu pola data *stasioner*.

Berikut adalah analisis deskriptif pada data pendaftaran keanggotaan perpustakaan secara *offline* dan *online*:

Tabel 1. Analisis Deskriptif Data Pendaftaran Keanggotaan Perpustakaan

Analisis Deskriptif	
N	61
Minimum	4983

Maximum	71736
Jangkauan	66753
Rata-rata	24199.26
Median	21990
Standard Deviasi	12422.04
Varians	154307035.6
Jumlah	1476155

Berdasarkan tabel 1 diperoleh informasi bahwa data pendaftaran keanggotaan perpustakaan terdapat 61 data dengan jangkauan (*range*) sebesar 66753 yang diperoleh dari nilai maksimum – nilai minimum, dimana nilai maksimum sebesar 71736 dan nilai minimum sebesar 4983. Pada data ini diperoleh nilai rata-rata sebesar 24199.26, nilai tengah (*median*) sebesar 21990 dengan varians sebesar 154307035.6, standar deviasi sebesar 12422.04 yang berarti persebaran data dapat dikatakan cukup baik karena memiliki nilai yang besar, dan jumlah data sebesar 1476155.

Selanjutnya dengan menggunakan metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA), dilakukan percobaan *trial and error* dalam menentukan nilai parameter alpha yang terbaik, oleh karena itu dipilih parameter pembobotan ( $\alpha$ ) sebesar 0.1, 0.5, dan 0.9 dan nilai  $k$  dari dua hingga dua belas. Diperoleh nilai MSE terbaik yaitu pada parameter pembobotan ( $\alpha$ ) = 0.5 dan  $k = 9$  sebesar 139827852.5 karena memiliki nilai MSE terkecil.

Hasil ramalan dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil ramalan menggunakan B-WEMA pada data pendaftaran keanggotaan perpustakaan dengan ( $\alpha$ ) = 0.5 dan  $k = 9$

Periode	Data	$B_t$	$S'_t$	$S''_t$	$a_t$	$b_t$	$F_{t+m}$
Jan-17	5241						
Feb-17	5845						
Mar-17	6514						
Apr-17	7156						
May-17	7171						
Jun-17	7010						
Jul-17	6776						
Aug-17	7293						
Sep-17	7329						
Oct-17	8803	6994.42	7898.71	7446.57	8350.86	452.14	
Nov-17	12623	7414.24	10018.62	8716.43	11320.81	1302.19	8803.00
Dec-17	11634	8518.91	10076.46	9297.68	10855.23	778.77	12623.00
Jan-18	15453	9275.16	12364.08	10819.62	13908.54	1544.46	11634.00
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
Nov-21	53044	50663.98	51853.99	51258.98	52448.99	595.01	61401.00
Dec-21	51388	51433.58	51410.79	51422.18	51399.39	-11.39	53044.00
Jan-22	51550	51678.33	51614.17	51646.25	51582.08	-32.08	51388.00
Feb-22							51550.00

Berdasarkan tabel 2 hasil ramalan pada bulan Februari 2022 cenderung sama dengan data aktual pada bulan Januari 2022. Hal ini menunjukkan kesesuaian dengan hasil pengujian stasioneritas sebelumnya, bahwa data pendaftaran keanggotaan

perpusnas mengikuti pola data stasioner. Dengan demikian metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) cocok untuk data stasioner.

Pendaftaran keanggotaan secara *offline* dan *online* mempunyai perbedaan fasilitas yang cukup signifikan, dengan hasil ramalan diatas penulis menyarankan kepada pihak manajemen Perpustakaan Nasional untuk menyamaratakan fasilitas yang diperoleh keanggotaan *offline* dan *online*, karena berdasarkan data waktu pelayanan pendaftaran keanggotaan *offline* dianggap belum efisien karena memiliki waktu pelayanan yang cukup lama dan keterbatasan kuota pendaftaran.

Seiring perkembangan teknologi, penulis menyarankan agar pendaftaran keanggotaan dilakukan full secara *online*, dengan kelebihan yaitu waktu yang lebih efisien, mengurangi lamanya waktu menunggu dan kuota pendaftaran yang tidak terbatas.

#### 4. KESIMPULAN

Metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* merupakan penggabungan dari metode *weighted moving average* dan *brown's double exponential smoothing*, dimana metode ini berangkat dari keterbatasan metode *brown's double exponential smoothing* dalam menentukan initial value sehingga keterbatasan tersebut dikembangkan pada metode *brown's weighted exponential moving average*. Nilai ramalan pada metode *brown's weighted exponential moving average* diperoleh dengan langkah yang sama seperti metode B-DES, tetapi nilai inisialisasi awal pada metode *brown's weighted exponential moving average* dihitung menggunakan metode *weighted moving average*, dimana hasil perhitungan tersebut dianggap sebagai nilai dasar ( $B_t$ ). Nilai  $B_t$  akan sama dengan nilai  $S'_{t-1}$  dan  $S''_{t-1}$  hingga data terakhir.

Berdasarkan uji kestasioneritasan data menggunakan grafik data pendaftaran keanggotaan Perpustakaan Nasional RI mempunyai pola data stasioner. Diperoleh nilai MSE terbaik yaitu pada parameter pembobotan ( $\alpha$ ) = 0.5 dan k = 9 sebesar 139827852.5 karena memiliki nilai MSE terkecil. Dengan demikian metode *Brown's Weighted Exponential Moving Average* (B-WEMA) cocok untuk data stasioner.

#### 5. SARAN

Saran pada jurnal hasil pengabdian berupa himbauan maupun tata cara yang perlu dilakukan agar hasil pengabdian jauh lebih baik. Manajemen Perpustakaan Nasional dapat mempertimbangkan kebijakan terkait pendaftaran keanggotaan yang dilakukan full secara *online* dan fasilitas yang setara dengan pendaftaran yang dilakukan secara *offline*, sehingga tidak ada lagi perbedaan fasilitas yang diperoleh anggota Perpustakaan Nasional. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode untuk penentuan parameter pembobotan ( $\alpha$ ) yang optimal, tidak lagi *trial and error*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- A. Sofyan, 1984, *Teknik dan Metode Peramalan*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- S. Santoso, 2009, *Business Forecasting : metode peramalan bisnis masa kini dengan minitab dan SPSS*. Jakarta: Elex Media Komputindo
- R. Lungan, 2006, *Aplikasi Statistika Dan Hitung Peluang*, 1st ed. Yogyakarta: Graha Ilmu
- S. Hansun, 2016, A New Approach of Brown's Double Exponential Smoothing Method in Time Series Analysis, *Balk. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 75–78, doi: 10.17694/bajece.14351.
- S. Makridakis, S. Wheelwright C, and V. E. McGee, 2017, *Metode dan Aplikasi*

*Peramalan*, 2nd ed. Jakarta: Erlangga  
S. Hansun, 2013, A New Approach of Moving Average Method in Time Series Analysis,  
2013.