

# ANALISIS METODE *SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DENGAN *BROWN EXPONENTIAL SMOOTHING* PADA STUDI KASUS MEMREDIKSI KUANTITI PENJUALAN PRODUK FARMASIDI APOTEK

Rendra Gustriansyah

Teknik Informatika Universitas Indo Global Mandiri Palembang  
Jl. Jenderal Sudirman No. 629 Palembang 30128  
Email : rendra@uigm.ac.id

## Abstrak

Prediksi kuantiti penjualan produk di masa depan dimaksudkan untuk mengendalikan jumlah stok produk yang ada, agar kekurangan atau kelebihan stok produk dapat diminimalkan. Ketika kuantiti penjualan dapat diprediksi dengan akurat maka pemenuhan permintaan konsumen dapat diusahakan tepat waktu dan kerjasama perusahaan dengan relasi tetap terjaga dengan baik sehingga perusahaan dapat terhindar dari kehilangan penjualan maupun konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akurasi prediksi kuantiti penjualan produk farmasi di apotek dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing (SES)* dibandingkan dengan menggunakan metode *Brown Exponential Smoothing (BES)*, sehingga akan diperoleh metode yang lebih akurat untuk memprediksi kuantiti penjualan produk farmasi di apotek. Persentase nilai kesalahan prediksi merupakan kriteria terpenting dalam menganalisis akurasi prediksi dari kedua metode ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase rata-rata kesalahan prediksi kuantiti penjualan produk farmasi menggunakan metode *SES* dengan nilai parameter *smoothing*  $\alpha=0.5$  merupakan metode yang memiliki akurasi prediksi yang paling tinggi ( $MAPE=1.14\%$ ) dibandingkan dengan menggunakan metode *BES*.

**Kata kunci:** prediksi, kuantiti penjualan, *SES*, *BES*.

## 1. Pendahuluan

Prediksi kuantiti penjualan merupakan kegiatan untuk memperkirakan besarnya penjualan produk oleh produsen atau distributor pada periode waktu dan wilayah pemasaran tertentu. Prediksi kuantiti penjualan merupakan bagian dari fungsi manajemen sebagai salah satu kontributor kesuksesan suatu perusahaan.

Prediksi kuantiti penjualan produk di masa depan dimaksudkan untuk mengendalikan jumlah stok produk yang ada, agar kekurangan atau kelebihan stok produk dapat diminimalkan. Ketika kuantiti penjualan dapat diprediksi dengan akurat maka pemenuhan permintaan konsumen dapat diusahakan tepat waktu, dan kerjasama perusahaan dengan relasi tetap terjaga dengan baik sehingga perusahaan dapat mengatasi hilangnya penjualan atau kehabisan stok, dan mencegah konsumen 'lari' ke kompetitor.

Prediksi kuantiti penjualan yang terlalu besar atau kurang akurat dapat juga berdampak pada peningkatan biaya yang terkait dengan inventori sehingga investasi yang ditanamkan menjadi tidak efisien.

Dengan kata lain, tidak ada perusahaan yang dapat menghindari dari kegiatan memprediksi atau memperkirakan kuantiti penjualan agar stok/inventori di perusahaan dapat dikendalikan.

Permasalahan ini dapat diantisipasi dengan menerapkan suatu sistem prediksi kemungkinan terjadinya penurunan atau kenaikan kuantiti penjualan pada periode yang akan datang.

Sistem prediksi kuantiti penjualan yang baik dapat mengurangi biaya inventori, meningkatkan layanan kepada konsumen dan memberikan keunggulan kompetitif yang signifikan bagi perusahaan [1]. Oleh karena itu, kegiatan untuk memprediksi kuantiti penjualan ini merupakan dasar pengambilan keputusan strategis bagi manajer inventori untuk menjaga kelangsungan perusahaan, sehingga seorang manajer inventori membutuhkan model ekonomi yang dapat digunakan untuk memprediksi keuntungan ekonomi perusahaan di masa depan.

Demikian juga di dunia apotek, kemampuan memprediksi kuantiti penjualan produk farmasi merupakan prioritas utama dalam meningkatkan layanan dan keuntungan apotek. Suatu apotek akan diminati konsumen jika apotek tersebut selalu mampu menyediakan produk farmasi yang dibutuhkan oleh konsumen, sehingga akan berdampak secara langsung terhadap peningkatan keuntungan apotek tersebut, karena konsumen akan memilih apotek yang dapat memenuhi kebutuhannya [2]. Di sisi lain, kuantiti penjualan yang 'tertahan' akan membebani inventori yang merupakan investasi terbesar bagi suatu apotek. [2].

Pada penelitian *time series* terdahulu, para peneliti berusaha untuk meningkatkan akurasi prediksi di masa depan dengan menggunakan beberapa metode *time series* standar, seperti metode *exponential smoothing* [3]–[6], metode *simple moving average* [7], *weighted moving average* [8], yang diterapkan hanya pada satu atau beberapa jenis produk saja bukan untuk

memprediksi multi produk seperti yang diterapkan dalam penelitian ini.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi bagi sistem prediksi/peramalan penjualan produk farmasi di apotek yang masih sangat sedikit. [2], [9], [10], sekaligus berkontribusi bagi sistem prediksi penjualan multi produk.

Adapun, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis akurasi prediksi kuantiti penjualan produk farmasi di apotek dengan menggunakan metode SES dibandingkan dengan menggunakan metode BES, dimana akurasi hasil prediksi merupakan kriteria terpenting dalam komparasi kedua metode ini.

Seluruh data primer yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari basis data produk farmasi sebanyak 6.877 produk dan transaksi penjualan produk farmasi di apotek X Palembang dari bulan Januari hingga September 2015 [11].

Perhitungan kuantiti penjualan dilakukan dengan asumsi bahwa harga produk stabil, produk tidak langka di pasaran, pemasok dapat memenuhi/mengantarkan pesanan produk sesuai dengan jadwal yang ditentukan, dan produk yang akan dipesan bukan merupakan produk baru, serta prediksi kuantiti penjualan bersifat jangka pendek.

#### 1.1. Penelitian terkait

Prediksi merupakan dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan beberapa variabel prediksi, dan sering berdasarkan deret waktu data historis.

Prediksi bertujuan untuk mengetahui, melihat dan memperkirakan prospek ekonomi atau kegiatan usaha dan pengaruh lingkungan terhadap prospek tersebut. Selain itu juga, untuk memperoleh informasi kebutuhan suatu kegiatan usaha dimasa depan dan waktu yang diperlukan untuk pengambilan keputusan yang terkait dengan skala produk pemasaran, target usaha, perencanaan skala produksi, anggaran, biaya produk dan arus keuangan (*cash flow*).

Menurut Kelle et al., aktivitas memprediksi persediaan obat merupakan salah satu kebijakan dalam manajemen inventori di rumah sakit. Kelle et al. menganalisis persediaan 250-300 obat pada ~86 depot persediaan obat di rumah sakit menggunakan metode Lagrangian Multiplier, sehingga mereka dapat memprediksi kebutuhan obat di setiap depot [12].

Sementara, Dwivedi et al. membuat perangkat lunak untuk mengidentifikasi 325 obat di apotek yang akan dikendalikan persediaannya. Obat-obat tersebut diklasifikasikan menggunakan analisis ABC menjadi 3 kategori berdasarkan harga obat. Hasil klasifikasi inilah yang digunakan untuk memprediksi persediaan obat di apotek [13].

Model analisis ABC ini juga digunakan oleh Kuo-En Fu et al. untuk mengendalikan persediaan *spare-part* (lebih

dari 100 produk) pada perusahaan furnitur di Thailand [14].

#### 1.2. Metode *Single Exponential Smoothing* (SES)

Metode SES dan BES termasuk metode prediksi kuantitatif dengan pola data historis yang tidak stabil dan berdasarkan deret waktu. Istilah eksponensial dalam metode ini berasal dari pembobotan (faktor *smoothing* dari periode-periode sebelumnya yang berbentuk eksponensial).

Metode SES adalah suatu prosedur yang secara terus menerus memperbaiki prediksi dengan merata-rata nilai masa lalu dari suatu data deret waktu dengan cara menurun (eksponensial) [15].

Karakteristik dari metode ini adalah data yang dianalisis bersifat deret waktu dan sesuai untuk data berpola horizontal, serta menggunakan parameter yang berbeda untuk data masa lalu, dimana parameternya menurun secara eksponensial mulai dari nilai pengamatan yang paling baru sampai dengan nilai pengamatan yang paling lama.

Metode SES lebih cocok digunakan untuk memprediksi hal-hal yang fluktuasinya secara acak (tidak teratur).

Metode SES dapat digambarkan secara matematis sebagai berikut: [15]

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) = \alpha A_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1} \quad (1)$$

dimana:

$$\begin{aligned} F_t &= \text{nilai prediksi baru pada periode } t \\ F_{t-1} &= \text{nilai prediksi untuk periode } t-1 \text{ (sebelumnya)} \\ A_{t-1} &= \text{nilai aktual untuk periode } t-1 \\ \alpha &= \text{parameter } \textit{smoothing} \text{ (} 0 \leq \alpha \leq 1 \text{)} \end{aligned}$$

#### 1.3. Metode *Brown Exponential Smoothing* (BES)

Metode BES merupakan salah satu metode *Double Exponential Smoothing* (DES) yang dikembangkan oleh Brown's untuk mengatasi perbedaan yang muncul antara data aktual dan nilai prediksi apabila ada tren pada plotnya. Dasar pemikiran dari *Brown Exponential Smoothing* dari Brown's adalah serupa dengan *Linier Moving Average*, karena kedua nilai SES dan DES ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur tren, perbedaan antara nilai SES dan DES ditambahkan kepada nilai *smoothing* dan disesuaikan untuk tren [15].

Persamaan yang digunakan pada metode ini adalah: [15]

$$S'_t = \alpha * X_t + (1 - \alpha) * S'_{t-1} \quad (2)$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) * S''_{t-1} \quad (2.3) \quad (3)$$

$$A = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_{t-1} \quad (4)$$

$$B = \{ \alpha / (1 - \alpha) \} (S'_t - S''_t) \quad (5)$$

$$F_{t+m} = A + B (m) \quad (6)$$

dimana:

$$\begin{aligned} S'_t &= \text{Nilai SES} \\ X_t &= \text{Nilai aktual periode ke-}t \\ S''_t &= \text{Nilai DES} \\ \alpha &= \text{Parameter ES yang besarnya } 0 < \alpha < 1 \end{aligned}$$

- A, B = Konstanta *smoothing*
- $F_{t+m}$  = Hasil prediksi untuk periode (t+m)
- m = Periode prediksi

Agar dapat menggunakan persamaan di atas, nilai  $S'_{t-1}$  dan  $S''_{t-1}$  harus tersedia. Tetapi pada saat t=1, nilai tersebut tidak tersedia. Jadi nilai-nilai ini harus tersedia diawal.

#### 1.4. Pengukuran Hasil Prediksi

Pada kenyataannya tidak ada prediksi yang memiliki tingkat akurasi 100%, karena setiap prediksi pasti mengandung kesalahan. Oleh karena itu, untuk mengetahui metode prediksi dengan tingkat akurasi yang tinggi, maka dibutuhkan menghitung tingkat kesalahan dalam suatu prediksi. Semakin kecil tingkat kesalahan yang dihasilkan, maka semakin baik prediksi tersebut.

Menurut Singgih, menghitung kesalahan prediksi disebut sebagai menghitung akurasi pengukuran [16].

Standar umum pengukuran kesalahan prediksi yang digunakan adalah *mean absolute error* (MAE) untuk akurasi, dan *mean absolute percentage error* (MAPE) untuk persentase akurasi [17].

a. *Mean Absolute Error (MAE)*:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |A_t - F_t| \quad (7)$$

dimana:

- $A_t$  = nilai aktual pada waktu ke t
- $F_t$  = nilai prediksi pada waktu ke t
- n = banyak data

b. *Mean Absolut Percentage Error (MAPE)*:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (8)$$

dimana:

- $A_t$  = nilai aktual pada waktu ke t
- $F_t$  = nilai prediksi pada waktu ke t
- n = banyak data

Nilai MAPE digunakan untuk menganalisis kinerja proses prediksi seperti yang tertera pada Tabel 1 [5].

**Tabel 1.** Nilai MAPE untuk Evaluasi Prediksi [5]

Nilai MAPE	Akurasi Prediksi
$MAPE \leq 10\%$	Tinggi
$10\% < MAPE \leq 20\%$	Baik
$20\% < MAPE \leq 50\%$	<i>Reasonable</i>
$MAPE > 50\%$	Rendah

## 2. Pembahasan

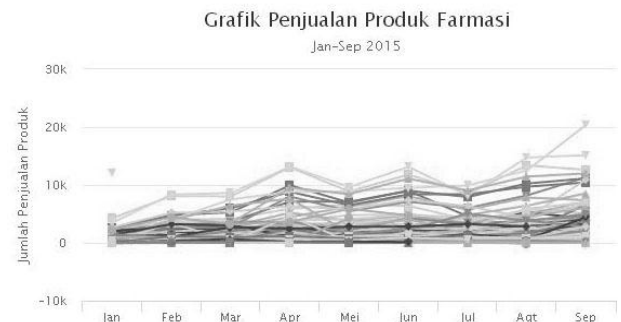
Studi yang dilakukan pada apotek X bersifat kuantitatif dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

### 2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan terpenting dalam penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini diimpor dari basis data apotek X yang terdiri dari tabel master produk (6.877 produk), tabel transaksi penjualan dan tabel detail penjualan dari bulan Januari hingga September 2015 (287.760 record).

### 2.2. Analisis Data

Rangkuman seluruh data transaksi penjualan dan detail penjualan setiap produk farmasi dari bulan Januari hingga September memperlihatkan grafik dengan pola data horizontal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik Kuantiti Penjualan Setiap Produk per Bulan

Gambar 1 menunjukkan bahwa grafik dari pola data kuantiti penjualan setiap produk farmasi dari bulan Januari hingga September relatif stabil (horizontal) dan memiliki tren meningkat, sehingga metode *exponential smoothing* dapat diterapkan pada pola data seperti ini.

### 2.3. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang akan dibangun ini membutuhkan fungsi pendukung utama dan fungsi pendukung tambahan. Fungsi pendukung utama terdiri dari:

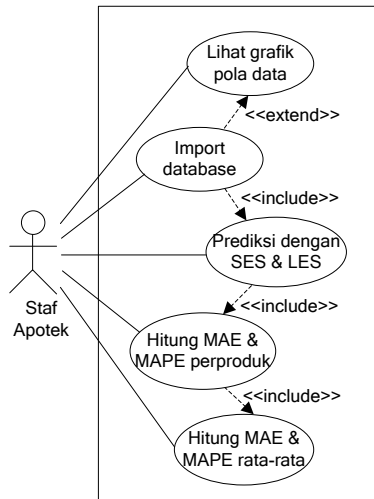
- Fungsi untuk menghitung nilai prediksi yang menggunakan metode SES dan BES dengan beberapa parameter *smoothing*  $\alpha$ ;
- Fungsi untuk menghitung kesalahan nilai prediksi yang menggunakan MAE dan MAPE;
- Fungsi untuk menghitung persentase kesalahan rata-rata dari MAE dan MAPE.

Sementara, fungsi pendukung tambahan untuk mempercepat proses perhitungan adalah sebagai berikut:

- Aplikasi HeidiSQL yang berfungsi untuk mengimpor basis data apotek X ke basis data perangkat lunak yang menggunakan MySQL;
- XAMPP yang merupakan perangkat lunak bantu untuk menjalankan program PHP dan MySQL;
- PHP dan JavaScript sebagai bahasa pengembangan program untuk menghitung prediksi kuantiti penjualan dengan metode SES dan BES, nilai MAE dan MAPE, persentase kesalahan rata-rata MAE dan MAPE serta pengolahan grafik pola data.

### 2.4. Desain Perangkat Lunak

Perangkat lunak didesain menggunakan diagram *use case* yang menggambarkan interaksi antara aktor dengan perangkat lunak yang akan dibangun. Adapun desain perangkat lunak untuk menganalisis kinerja proses prediksi kuantiti penjualan produk yang menggunakan metode SES dan BES dapat dilihat pada Gambar 2.

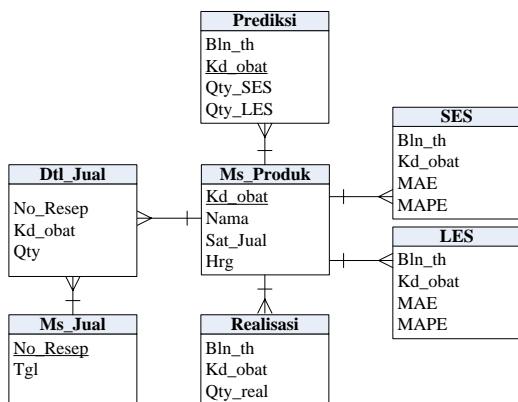


Gambar 2. Diagram Use Case Prediksi Kuantiti Penjualan

### 2.5. Desain Basis Data

Sebagian dari basis data perangkat lunak diperoleh dari basis data apotek X yang berbasis MySQL, yaitu tabel Ms Jual, Dtl Jual, dan Ms Produk, sedangkan tabel Prediksi, Realisasi, SES dan BES merupakan tabel pendukung pemrograman seperti yang tertera pada diagram E-R Gambar 3.

Tabel Realisasi diperoleh dengan mengolah data tabel Ms Jual dan Dtl Jual dengan menggunakan aplikasi HeidiSQL.



Gambar 3. Diagram E-R Prediksi Kuantiti Penjualan

### 2.6. Ujicoba

Tahap awal ujicoba adalah memprediksi kuantiti penjualan setiap produk per bulan dengan metode SES

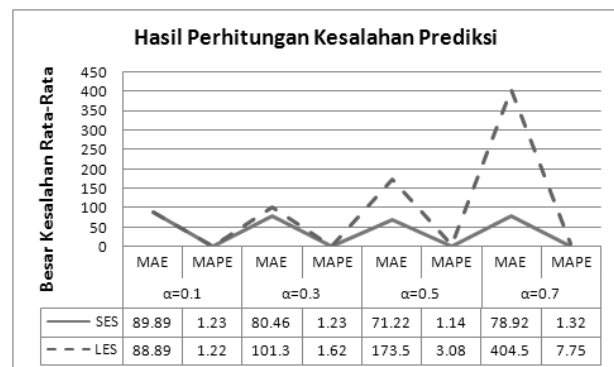
dan BES menggunakan persamaan (1) s.d. (6) dengan parameter  $\alpha=0,1$ ;  $\alpha=0,3$ ;  $\alpha=0,5$  dan  $\alpha=0,7$ .

Lalu dihitung selisih nilai prediksi kuantiti penjualan tadi terhadap data uji (data aktual) untuk memperoleh nilai MAE dan MAPE dengan menggunakan persamaan (7) dan (8). Jadi, hasil prediksi kuantiti penjualan setiap produk farmasi untuk bulan berikutnya dibandingkan terhadap data aktual kuantiti penjualan setiap produk pada bulan berikutnya. Adapun tampilan antarmukanya dapat dilihat pada Gambar 4.

Tahap akhir adalah menghitung persentase kesalahan rata-rata dari nilai MAE dan MAPE, sehingga diperoleh hasil perhitungan seperti yang tertera pada Gambar 5.



Gambar 4. Tampilan Antarmuka Hasil Perhitungan MAE dan MAPE

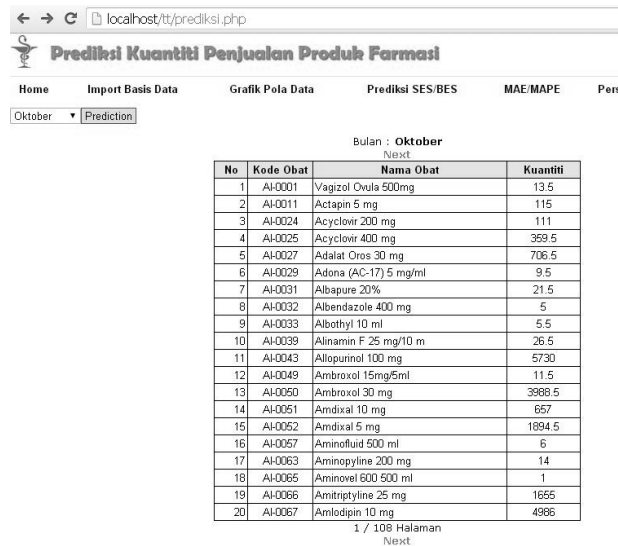


Gambar 5. Hasil Perhitungan Kesalahan Prediksi Rata-Rata

### 2.7. Evaluasi

Gambar 5 menunjukkan bahwa hasil perhitungan prediksi kuantiti penjualan produk farmasi dengan menggunakan metode SES dengan parameter *smoothing*  $\alpha=0,5$  menghasilkan perhitungan kesalahan absolut rata-rata (MAE) terendah sebesar 71,22 dan persentase kesalahan rata-rata prediksi kuantiti penjualan produk farmasi (MAPE) terendah sebesar 1,14%, sehingga berdasarkan kriteria evaluasi nilai MAPE pada Tabel 1, maka kategori akurasi prediksi kuantiti penjualan produk farmasi di apotek X Palembang adalah tinggi, karena nilai  $MAPE \leq 10\%$ .

Hasil evaluasi ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan sistem prediksi kuantiti penjualan produk farmasi di apotek seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6, dan sebagai referensi pendukung dalam pengembangan *toolkit* [18] yang dapat mempermudah kegiatan untuk memprediksi kuantiti penjualan atau inventori.



Gambar 6. Prediksi Kuantiti Penjualan Produk

### 3. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persentase rata-rata kesalahan prediksi kuantiti penjualan produk dengan metode *Single Exponential Smoothing* (MAPE=1.14%) lebih rendah dibandingkan dengan persentase kesalahan prediksi rata-rata dengan metode *Brown Exponential Smoothing* (BES), sehingga mengindikasikan bahwa metode SES mempunyai akurasi prediksi yang lebih baik dibandingkan dengan metode BES.

Selain itu, hasil penelitian ini juga telah menunjukkan bahwa metode SES dengan nilai parameter  $\alpha=0,5$  merupakan metode dengan nilai parameter  $\alpha$  terbaik untuk memprediksi kuantiti penjualan setiap produk dengan persentase akurasi rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai parameter  $\alpha$  yang lain, sehingga metode SES dengan nilai parameter  $\alpha=0,5$  dapat juga digunakan sebagai sistem pendukung keputusan untuk optimalisasi pembelian kuantiti produk farmasi di apotek X.

Penelitian selanjutnya dapat menerapkan berbagai metode prediksi yang lain seperti model *time series* lainnya, kecerdasan buatan dan sebagainya sehingga dapat diperoleh metode yang paling akurat untuk memprediksi kuantiti penjualan produk farmasi dengan pola data seperti pada penelitian ini.

### Daftar Pustaka

[1] A. A. Syntetos, J. E. Boylan, and S. M. Disney, "Forecasting for inventory planning: a 50-year review," *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 60, no. S1, pp. S149–S160, May 2009.  
 [2] A. Heryanto and M. S. Alas, "Model Keputusan Decision Tree

Untuk Optimalisasi pengadaan Obat Di Apotek," in *Konferensi Nasional Sistem Informasi 2014*, 2014, pp. 1098–1103.  
 [3] A. C. Adamuthe, R. A. Gage, and G. T. Thampi, "Forecasting Cloud Computing using Double Exponential Smoothing Methods," in *International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS-2015)*, 2015, pp. 1–5.  
 [4] Y. Ding, Q. Wen, and B. Shen, "Prediction on Diesel Price in China with an Exponential Smoothing Method," in *2014 Seventh International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization*, 2014, pp. 593–597.  
 [5] Rini Angrainingsih, Aprianto, G. Romadhon, and S. W. Sihwi, "Time Series Forecasting Using Exponential Smoothing To Predict The Number of Website Visitor of Sebelas Maret University," in *2nd Int. Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE)*, 2015, pp. 1–6.  
 [6] D. Nadyatama, Q. Aini, and M. C. Utami, "Analysis of commodity inventory with exponential smoothing and silver meal algorithm (Case study)," in *2016 4th International Conference on Cyber and IT Service Management*, 2016, pp. 1–6.  
 [7] A. A. Hidayat, Z. Arief, and D. C. Happyanto, "Mobile Application With Simple Moving Average Filtering For Monitoring Finger Muscles Therapy Of Post-Stroke People," in *International Electronics Symposium (IES)*, 2015, pp. 1–6.  
 [8] T. Fehlmann and E. Kranich, "Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) Prediction in the Software Development Process," in *2014 Joint Conference of the International Workshop on Software Measurement and the International Conference on Software Process and Product Measurement*, 2014, pp. 263–270.  
 [9] S. Dwivedi, A. Kumar, and P. Kothiya, "Inventory Management: A Tool of Identifying Items That Need Greater Attention for Control," *Pharma Innov.*, vol. 1, no. 7, pp. 125–129, 2012.  
 [10] P. Kelle, J. Woosley, and H. Schneider, "Pharmaceutical supply chain specifics and inventory solutions for a hospital case," *Oper. Res. Heal. Care*, vol. 1, no. 2–3, pp. 54–63, 2012.  
 [11] R. Gustriansyah, D. I. Sensesuse, and A. Ramadhan, "Decision support system for inventory management in pharmacy using fuzzy analytic hierarchy process and sequential pattern analysis approach," in *2015 3rd International Conference on New Media (CONMEDIA)*, 2015, pp. 1–6.  
 [12] P. Kelle, J. Woosley, and H. Schneider, "Pharmaceutical supply chain specifics and inventory solutions for a hospital case," *Oper. Res. Heal. Care*, vol. 1, no. 2–3, pp. 54–63, Jun. 2012.  
 [13] S. Dwivedi, A. Kumar, and P. Kothiya, "Inventory Management: A Tool of Identifying Items That Need Greater Attention for Control," *Pharma Innov.*, vol. 1, no. 7, pp. 125–29, 2012.  
 [14] K. Fu, W. Chen, L.-C. Hung, and S. Peng, "An ABC Analysis Model for the Multiple Products Inventory Control ---- A Case Study of Company X," in *the Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference*, 2012, pp. 495–503.  
 [15] F. Arna, "Peramalan time series," 2010. [Online]. Available: <http://www.docstoc.com/docs/21203311/Peramalan-Time-Series>. [Accessed: 10-Oct-2016].  
 [16] S. Singgih, *Business Forecasting: Metode Peramalan Bisnis Masa Kini dengan Minitab dan SPSS*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2009.  
 [17] J. Heizer and B. Render, *Manajemen Operasi*, 7th ed. Jakarta: Salemba Empat, 2006.  
 [18] A. Sanmorino, "Development of computer assisted instruction (CAI) for compiler model: The simulation of stack on code generation," in *2012 International Conference on Green and Ubiquitous Technology*, 2012, pp. 121–123.

### Biodata Penulis

**Rendra Gustriansyah**, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.), Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya Palembang, lulus tahun 1997. Memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer (M.Kom.) Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Komputer Universitas Indonesia Depok, lulus tahun 2015. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Indo Global Mandiri Palembang.

