



Aplikasi *Auto Sales Forecasting* Berbasis *Computational Intelligence Website* untuk Mengoptimisasi Manajemen Strategi Pemasaran Produk

Rizal Bakri^{a,*}, Umar Data^b, Niken Probondani Astuti^b

^a Akuntansi, STIEM Bongaya

^b Manajemen, STIEM Bongaya

Naskah Diterima : 8 September 2019; Diterima Publikasi : 17 Desember 2019

DOI : 10.21456/vol9iss2pp244-251

Abstract

Business analytics plays an important role in optimizing the management of product marketing strategies. One of the most popular analytical tools in business analytics is sales forecasting. Businesses need to conduct sales forecasting to optimize marketing management in the form of product availability predictions, predictions of capital adequacy, consumer interest, and product price governance. However, the problem that is often encountered in forecasting is the number of forecasting methods available so that it makes it difficult for business people to choose the best forecasting method. The aims of this research is to develop a forecasting software that can be accessed online based on computational intelligence, which is a software that can make forecasting with various methods and then intelligently choose the best forecasting method. The software development method used in this study is the SDLC with waterfall model. The result of this research is the Auto sales forecasting software was developed using the R programming language by combining various packages and can be accessed online through the page [Http://bakrizal.com/AutoSalesForecasting](http://bakrizal.com/AutoSalesForecasting). This software can be used to conduct forecast analysis with various methods such as Simple Moving Average, Robust Exponential Smoothing, Auto ARIMA, Artificial Neural Network, Holt-Winters, and Hybrid Forecast. This software contains intelligence computing to choose the best forecasting method based on the smallest RMSE value. After testing the sales transaction data at the Futry Bakery & Cake Shop in Makassar, the results show that the Robust Exponential Smoothing method is the best forecasting method with an RMSE value of 0.829.

Keywords : Business Analytics; Computational Intelligence; Marketing Management; Sales Forecasting; R Programming

Abstrak

Business analytics memegang peran penting dalam mengoptimisasi manajemen strategi pemasaran produk. Salah satu alat analisis yang populer dalam *business analytics* adalah *sales forecasting*. Para pelaku bisnis perlu melakukan peramalan penjualan untuk mengoptimisasi manajemen pemasaran berupa prediksi ketersediaan produk, prediksi kecukupan modal, minat konsumen, dan tata kelola harga produk. Akan tetapi permasalahan yang sering dijumpai dalam peramalan adalah banyaknya metode peramalan yang tersedia sehingga membuat para pelaku bisnis kesulitan dalam memilih metode peramalan yang terbaik. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sebuah aplikasi peramalan yang dapat diakses secara online dan berbasis *computational intelligence* yaitu aplikasi yang dapat melakukan peramalan dengan berbagai metode kemudian selanjutnya secara cerdas memilih metode peramalan yang terbaik. Metode pengembangan aplikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode SDLC dengan model *waterfall*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Auto sales forecasting* berhasil dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman R dengan mengkombinasikan berbagai *package* dan dapat diakses secara *online* melalui halaman <http://bakrizal.com/AutoSalesForecasting>. Aplikasi ini dapat digunakan untuk melakukan analisis peramalan dengan berbagai metode seperti *Simple Moving Average*, *Robust Exponential Smoothing*, *Auto ARIMA*, *Artificial Neural Network*, *Holt-Winters*, dan *Hybrid Forecast*. Aplikasi ini memuat komputasi cerdas untuk memilih metode peramalan terbaik berdasarkan nilai RMSE terkecil. Setelah dilakukan uji coba pada data transaksi penjualan di Toko *Futry Bakery & Cake* di Kota Makassar hasil menunjukkan bahwa metode *Robust Exponential Smoothing* merupakan metode peramalan terbaik dengan nilai RMSE sebesar 0,829.

Kata kunci : *Business Analytics*; *Computational Intelligence*; Manajemen Pemasaran; *Sales Forecasting*; Pemrograman R.

1. Pendahuluan

Dunia industri di Indonesia saat ini tengah memasuki era baru yang disebut revolusi industri 4.0.

*) Penulis korespondensi: rizal.bakri@stiem-bongaya.ac.id

Di era digital ini, para pelaku bisnis berusaha membangun ekosistem untuk mencapai peningkatan produktivitas dan efisiensi yang tinggi serta kualitas produk yang lebih baik melalui pemanfaatan teknologi

terkini. Bila pelaku bisnis tidak melakukan inovasi dalam strategi pemasaran produknya maka akan kesulitan bersaing dengan kompetitor lainnya. Misalnya, pada sektor industri makanan dan minuman seringkali membutuhkan optimalisasi manajemen pemasaran berupa ketersediaan produk, kecukupan modal, minat konsumen, dan tata kelola harga untuk mencapai keuntungan yang optimal. *Business analytics* merupakan langkah yang seringkali ditempuh oleh para pelaku bisnis untuk meningkatkan penjualan produk melalui peramalan pada parameter yang berkaitan dengan data penjualan seperti peramalan stok ketersediaan barang, peramalan harga jual, dan lainnya.

Peramalan merupakan teknik dalam statistika yang dapat membantu para pelaku bisnis untuk menyusun strategi pemasaran produk. *Sales forecasting* merupakan salah satu istilah yang paling populer digunakan dalam bidang data sains untuk analisis peramalan penjualan. Akan tetapi permasalahan yang sering dijumpai dalam *sales forecasting* adalah di dalam ilmu pengetahuan statistika terdapat banyak jenis metode peramalan sehingga membuat para pelaku bisnis kesulitan dalam memilih metode peramalan yang terbaik untuk meramal data penjualan produknya. Metode peramalan yang populer digunakan oleh para saintis dalam analisis bisnis diantaranya metode peramalan *Simple Moving Average*, Metode ARIMA, *Robust Exponential Smoothing*, *Artificial Neural Network*, *Holt-Winters*, *Hybrid Forecast* dan metode peramalan lainnya.

Penggunaan metode peramalan untuk *sales forecasting* sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Siti Wardah dan Iskandar (2016) dengan judul Analisis Peramalan Penjualan Keripik Pisang Kemasan Bungkusan menggunakan tiga metode yaitu metode *moving average*, *exponential smoothing with trend* dan *metode trend analysis*. Tingkat kesalahan (*error*) terkecil ada pada metode *trend analysis* yang kemudian dipilih untuk digunakan pada peramalan penjualan keripik pisang. Riatningsih (2017) dengan judul Forecasting Penjualan Rumah dengan Menggunakan Metode Trend Moment menganalisis hasil perkiraan penjualan rumah menggunakan moment untuk membuat tren prediksi atau target rumah penjualan di masa depan serta untuk mengatasi kerugian dan meningkatkan penjualan rumah dan penjualan rumah untuk target bisa tercapai. Ghazali *et al.* (2019) menggunakan delapan metode peramalan yaitu *single moving average*, *weighted moving average*, *double moving average*, *single exponential smoothing*, *double exponential smoothing*, kuadrat, regresi linier, dan siklik.

Berdasarkan uraian beberapa penelitian tersebut terlihat bahwa terdapat beberapa metode peramalan yang dapat digunakan. Akan tetapi pelaku bisnis tentu mengalami kesulitan untuk menerapkan metode peramalan terbaik sehingga diperlukan teknologi yang canggih berupa aplikasi olah data yang dapat

memudahkan para pelaku bisnis untuk melakukan analisis peramalan data penjualan.

Aplikasi R merupakan teknologi yang *open source* dan *free* dan berkembang dengan pesat mengikuti kebutuhan alat analisis data. Selain itu, aplikasi R juga memuat ribuan *package* untuk menganalisis berbagai kasus yang kompleks. Bahkan terdapat *package* di dalam R yaitu *shinydashboard package* yang dapat digunakan untuk merancang aplikasi baru berbentuk *dashboard analytics* yang dapat diakses secara *online*. Perancangan aplikasi menggunakan pemrograman R dapat membantu para pelaku bisnis dalam melakukan analisis bisnis seperti peramalan data penjualan berbagai metode.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sebuah aplikasi *sales forecasting* yang dapat diakses secara *online* yang memuat berbagai jenis metode peramalan dan berbasis *computational intelligence* yaitu secara cerdas akan memilih metode peramalan terbaik berdasarkan nilai RMSE terkecil. Selain itu aplikasi yang telah dikembangkan akan diuji coba menggunakan data transaksi penjualan Toko *Futry Bakery & Cake* di Kota Makassar.

2. Kerangka Teori

2.1. Manajemen Pemasaran

Manajemen pemasaran sangat dibutuhkan untuk mengoptimalkan regulasi penjualan produk. Untuk mengoptimalkan penjualan, para pelaku bisnis harus memikirkan kegiatan pemasaran produknya seperti stok barang, harga jual, modal dan keuntungan. Menurut Assouri (2013) manajemen pemasaran merupakan kegiatan pengendalian, perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian program-program yang dibuat untuk membentuk, membangun, dan memelihara keuntungan dari pertukaran melalui sasaran pasar guna mencapai tujuan organisasi (perusahaan) dalam jangka panjang. Oleh karena itu analisis bisnis sangat dibutuhkan oleh para pelaku bisnis agar mencapai hasil penjualan yang optimal.

2.2. Sales Forecasting

Berbagai cara yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan manajemen strategi penjualan. Salah satunya adalah dengan melakukan analisis bisnis yaitu peramalan pada parameter penjualan. Parameter penjualan yang seringkali diperhatikan yaitu jumlah ketersediaan barang, nilai produk, harga beli dan harga jual, kecukupan modal, serta keuntungan. Produksi berdasarkan ramalan penjualan sangat penting, sehingga tidak menimbulkan produksi yang berlebih untuk menghindari pemborosan atau kerugian. Menurut Swastha, *sales forecasting* adalah tingkat penjualan yang diharapkan dapat dicapai pada masa yang akan datang dengan mendasarkan pada data penjualan ril dimasa lampau yang telah terkumpul (Swastha *et al.*, 2008). Sedangkan menurut Rizkiyani (2014) *sales forecasting* adalah kegiatan penyusunan

ramalan tentang sifat atau ciri-ciri penjualan dari suatu pokok yang dihasilkan oleh suatu perusahaan termasuk jumlah, kualitas serta harga dari produk pada waktu tertentu dimasa yang akan datang. Berdasarkan definisi tersebut peramalan penjualan berguna untuk menentukan kebijakan dalam persoalan penyusunan anggaran yang meliputi anggaran penjualan, anggaran pembelian, anggaran pengerjaan. Selain itu, *sales forecasting* juga berguna untuk pengawasan dalam persediaan (*inventory control*) agar persediaan tidak terlalu besar atau sedikit.

2.3. Auto Sales Forecasting berbasis Computational Intelligence Website

Analisis *Sales Forecasting* dapat menggunakan berbagai metode peramalan sehingga membuat para pelaku bisnis kesulitan memilih metode terbaik. Oleh karena itu diperlukan teknologi canggih yang cerdas untuk memilih metode peramalan terbaik secara otomatis. *Computational intelligence* merupakan salah satu bagian dari *Artificial Intelligence* yang diterapkan dalam pengembangan *software* agar mampu mempelajari pola data atau metode untuk mengambil keputusan secara cerdas dan memberikan informasi yang berharga serta memudahkan para pengguna aplikasi untuk melakukan kegiatan analisis bisnis (Cavalcante *et al.*, 2016). Di dalam analisis peramalan, *Computational intelligence* sangat berguna dalam penentuan metode peramalan terbaik. Oleh karena itu pada penelitian ini, analisis data dan perancangan aplikasi *Auto Sales Forecasting* yang berbasis *Computational Intelligence* akan dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman R dengan berbagai metode peramalan yang populer digunakan.

Bahasa pemrograman R merupakan *software* yang *free* dengan paket statistik yang lengkap. Aplikasi R awalnya diciptakan oleh Ross Ihaka dan Robert Gentleman Tahun 1992 dari Departemen statistika, Universitas Auckland, Selandia Baru. R dikembangkan secara intensif oleh *R-core Team* yang melibatkan banyak kontributor berbagai institusi seluruh dunia (*R Core Team*, 2008).

Aplikasi R mengalami kemajuan sehingga dapat digunakan untuk merancang aplikasi baru yang berbasis *dashboard analytics* dengan menggunakan paket *shinydashboard* dan paket statistik lainnya. Bahkan saat ini aplikasi yang dirancang menggunakan bahasa pemrograman R dapat dipasang di *cloud server* menggunakan *shiny-server* agar dapat diakses secara *online* (Ribeiro dan Chang, 2018).

2.4. Metode Peramalan

2.4.1. Simple Moving Average

Simple Moving Average merupakan metode peramalan yang paling sederhana. Konsep dasar metode ini adalah menambahkan semua data observasi kemudian membaginya dengan jumlah

periode tertentu (Montgomery *et al.*, 2008). Model peramalan metode SMA adalah :

$$F_{t+1} = \frac{1}{12} \sum_{k=0}^{11} X_{t-k} \quad (1)$$

dengan:

F_{t+1} = Nilai ramalan 1 periode ke depan

X_t = Nilai observasi periode t

Pada penelitian ini, analisis data dan perancangan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman R dan metode *Simple Moving Average* dapat ditemukan di dalam paket R yang disebut *smooth package* (Svetunkov, 2018).

2.4.2. Robust Exponential Smoothing

Robust Exponential Smoothing merupakan metode peramalan baru yang dikembangkan dengan tujuan untuk memuluskan setiap aspek dari varians pendugaan parameter metode *Exponential Smoothing*. Metode ini dapat digunakan pada data trend dan musiman serta kekar terhadap pencilaan deret data (Crevits dan Croux, 2016). Model *Robust Exponential Smoothing* adalah

$$y_t^* = \psi \left[\frac{y_t - \hat{y}_{t|t-1}^*}{\hat{\sigma}_t} \right] \hat{\sigma}_t + \hat{y}_{t|t-1}^* \quad (2)$$

Pada penelitian ini, analisis data dan perancangan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman R dan untuk metode *Robust Exponential Smoothing* sudah tersedia dalam bentuk *package* di dalam *database* R yang disebut sebagai *robets package* (Crevits *et al.*, 2018).

2.4.3. Auto ARIMA

Model ARIMA adalah suatu model peramalan yang populer dan fleksibel yang memanfaatkan informasi historis untuk membuat prediksi (Shumway dan Stoffer, 2011). Model peramalan ARIMA adalah

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta(B)a_t \quad (3)$$

Pada penelitian ini, analisis data dan perancangan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman R dan untuk metode Auto ARIMA tersedia dalam bentuk *package* di dalam *database* R yang disebut sebagai *forecast package* (Hyndman *et al.*, 2018).

2.4.4. Artificial Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) merupakan metode baru yang dikembangkan pada kasus peramalan. ANN dapat melakukan pemodelan hubungan yang kompleks antara input dan output dengan tujuan untuk menemukan pola pada data (Zhang *et al.*, 1998). Model *Artificial Neural Network* adalah

$$Y_t = f(Y_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (4)$$

dengan:

y_t = data deret waktu ke t

f = fungsi Neural Network

ε_t = error dalam model

Pada penelitian ini, analisis data dan perancangan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman R dan untuk metode peramalan *Artificial Neural Network* sudah tersedia dalam bentuk *package* di dalam *database* R yang disebut sebagai *ANN2 package* (Lammers, 2019).

2.4.5. Holt Winters

Holt-Winters merupakan salah satu metode peramalan yang digunakan untuk memodelkan data dengan pola musiman yang mengandung data trend atau tidak. Terdapat dua jenis metode Holt-Winters yaitu *Multiplicative Holt-Winters* dan *Additive Holt-Winters* (Shumway dan Stoffer, 2011). Model Holt-Winters adalah

$$\begin{aligned} L_t &= \alpha \left(\frac{Y_t}{S_{t-s}} \right) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \\ b_t &= \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\ S_t &= \gamma \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma)S_{t-s} \\ F_{t+m} &= (L_t + b_t m)S_{t-s+m} \end{aligned} \quad (5)$$

dengan :

Y_t = data deret ke waktu t

S = panjang musiman pada waktu tertentu

m = jumlah data yang akan diramal

Pada penelitian ini, analisis data dan perancangan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman R dan untuk metode *Holt-Winters* sudah tersedia dalam bentuk *package* di dalam *database* R yang disebut sebagai *stats package* (*R Core Team*, 2017).

2.4.6. Hybrid Forecast

Hybrid Forecast merupakan metode peramalan yang mengkombinasikan berbagai metode peramalan klasik yang terdapat di dalam paket *forecast* dengan nilai bobot tertentu (Hyndman *et al.*, 2019). Metode-metode peramalan yang digunakan dalam model *hybrid* tersebut adalah metode *Auto ARIMA*, metode peramalan *Exponential smoothing*, metode peramalan *Theta*, metode *Neural Network*, metode *Seasonal and trend decomposition*, dan metode peramalan *TBATS*. Pada penelitian ini, analisis data dan perancangan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman R dan untuk metode peramalan *hybrid* sudah tersedia dalam bentuk *package* di dalam *database* R yang disebut 'forecastHybrid' *package* (Shaub dan Ellis, 2019).

2.5. Keباikan Model Peramalan

Model peramalan yang bagus adalah model yang memberikan tingkat akurasi tinggi dalam melakukan prediksi. Beberapa metode yang sering digunakan dalam mengukur tingkat akurasi dari model-model peramalan yaitu *Mean Square Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Absolute Deviation* (MAD), dan *Root Mean Square Error* (RMSE) (Montgomery *et al.*, 2008). Formula metode kebaikan model peramalan adalah :

Formula untuk *Mean Square Error* (MSE) :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2, t = 1, 2, 3, \dots, n \quad (6)$$

Formula untuk *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \times 100, t = 1, 2, 3, \dots, n \quad (7)$$

Formula untuk *Mean Absolute Deviation* (MAD) :

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - F_t|, t = 1, 2, 3, \dots, n \quad (8)$$

Formula untuk *Root Mean Square Error* (RMSE) :

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (9)$$

3. Metode

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*Applied Research*) dan R&D (*Research and Development*) yaitu menerapkan berbagai metode peramalan kemudian selanjutnya merancang aplikasi berbasis *computational intelligence* yaitu memilih metode peramalan yang terbaik untuk meramal data penjualan. Selanjutnya produk aplikasi tersebut dapat diakses secara *online* oleh para pelaku bisnis.

3.2 Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan model *waterfall* untuk pengembangan sistem (SDLC) :

1. Requirement Analysis

Tahap pertama yaitu tahapan analisis kebutuhan meliputi : perumusan masalah, menentukan tujuan untuk memahami software yang dibutuhkan oleh user, mengoleksi data dari *database* mitra penelitian yaitu salah satu Swalayan di Kota Makassar, *Futry Bakery & Cake*, kemudian selanjutnya dilakukan pemrosesan data agar terorganisir dan tersusun rapi. Adapun variabel yang diambil dalam penelitian ini adalah Tanggal Transaksi, Jenis Produk, Harga Awal, Jumlah stok produk, Harga Jual, dan Jumlah produk yang terjual. Software yang dibutuhkan pada pengembangan aplikasi *Auto Sales Forecasting* ini adalah aplikasi R Studio dengan menggabungkan berbagai *package*.

2. Design

Tahapan kedua adalah merancang desain aplikasi *auto sales forecasting* yang meliputi : desain inport data, desain analisis deskriptif, perancangan model peramalan, pemilihan metode terbaik, dan *sales forecasting*. Aplikasi ini juga didesain agar bisa diakses secara online oleh para pelaku bisnis.

3. Implementation

Tahapan ketiga adalah menyusun kode pemrograman untuk merancang *dashboard* aplikasi yang meliputi: modul analisis deskriptif, modul penerapan metode-metode peramalan, modul *computational intelligence* untuk pemilihan metode peramalan terbaik, dan modul *sales forecasting*.

4. *Testing*

Tahapan berikutnya adalah melakukan uji coba aplikasi. Tahap ini dilakukan untuk melihat hasil analisis yang dikeluarkan oleh aplikasi *Auto Sales Forecasting* yang diakses secara online dan dievaluasi dengan membandingkan hasil tersebut dengan hasil analisis di aplikasi R (*non-interface*). Kemudian setelah itu, aplikasi diterapkan di lokasi mitra.

5. *Deployment/Verification*

Tahapan terakhir adalah penerapan dan verifikasi aplikasi. Tahapan ini merupakan penerapan dan verifikasi oleh pelaku bisnis (lokasi mitra) terkait kesesuaian kebutuhan dengan pengembangan fitur aplikasi yang telah dibuat.

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian pengembangan aplikasi *Auto Sales Forecasting* telah dilakukan menggunakan metode *System Development Life Cycle* (SDLC) dengan model *waterfall* yang terdiri dari tahap analisis kebutuhan, tahap desain, tahap implementasi, tahap uji coba, dan tahap verifikasi.

4.1. Tahap analisis kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan merupakan langkah awal dalam pengembangan aplikasi *Auto Sales Forecasting*. Pada tahap ini dilakukan data *collection and processing* pada data penjualan dari Januari 2018 sampai September 2019 di Toko *Futry Bakery & Cake* Kota Makassar. Tujuan dilakukan data *collection and processing* adalah untuk memperoleh data yang tersusun rapi dari *database* transaksi penjualan. Kemudian selanjutnya adalah membangun aplikasi *Auto Sales Forecasting* menggunakan bahasa pemrograman R dengan bantuan aplikasi R Studio. Tabel 1 menunjukkan struktur data yang digunakan dalam pengembangan aplikasi yang terdiri dari variabel kategori Produk (*Product*), Harga Awal produk (*value*), Jumlah stok produk (*Quantity*), Harga Jual (*Sell Price*), dan Jumlah produk terjual (*Sold*).

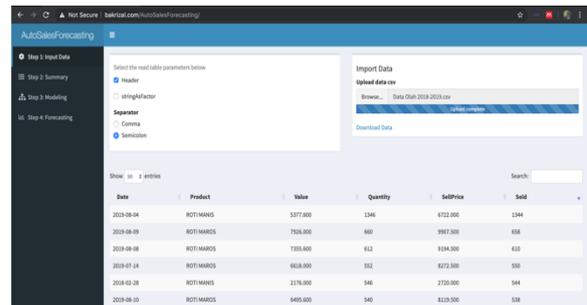
Tabel 1 Struktur Data

Date	Product	Value	Quantity	Sell Price	Sold
2019-08-04	Roti Manis	5377,600	1346	6722,000	1344
2019-08-09	Roti Maros	7926,000	660	9907,500	658
2019-08-10	Brownis Bakar	10128,8	336	12661,00	335
.
.
.
n	p	q	r	s	t

4.2. Tahap desain aplikasi

Aplikasi *Auto Sales Forecasting* telah dikembangkan dan didesain lebih *user friendly* agar memudahkan para pelaku bisnis melakukan analisis peramalan. Aplikasi ini telah didesain dengan empat

menu utama yaitu menu input data, menu summary, menu modeling, dan menu forecasting menggunakan *shinydashboard package*. Aplikasi *Auto Sales Forecasting* juga telah diinstall di server *cloud computing* agar dapat diakses secara online melalui halaman <http://bakrizal.com/AutoSalesForecasting> sehingga para pelaku bisnis tidak perlu lagi melakukan proses instalasi aplikasi. Tampilan utama aplikasi *Auto Sales Forecasting* dapat dilihat pada Gambar 1.



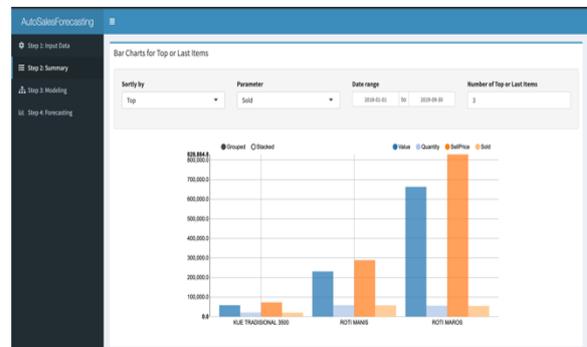
Gambar 1. Tampilan utama

4.3. Tahap Implementasi

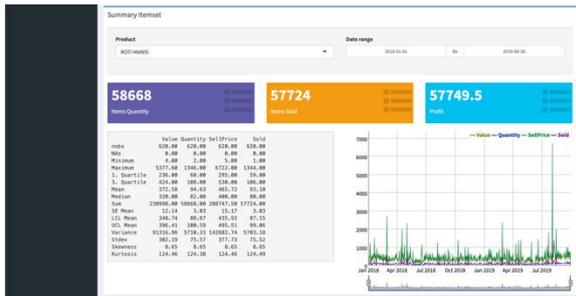
Aplikasi *Auto Sales Forecasting* disusun menggunakan bahasa pemrograman R dengan mengkombinasikan berbagai package yang tersedia di *Comprehensive R Archive Network* (CRAN). Aplikasi *Auto Sales Forecasting* terdiri dari empat modul kode pemrograman utama yaitu kode pemrograman analisis deskriptif, kode pemrograman penerapan berbagai metode peramalan, kode pemrograman untuk *computational intelligence*, dan kode pemrograman untuk *sales forecasting*.

4.3.1. Analisis deskriptif

Kode pemrograman telah disusun dan diimplementasikan untuk analisis statistika deskriptif pada produk penjualan. Menu *summary* memunculkan output analisis statistika deskriptif produk penjualan beserta grafik frekuensi dan grafik pergerakan data untuk semua variabel. Gambar 2 menunjukkan diagram batang untuk semua variabel berdasarkan produk yang dipilih.



Gambar 2. Diagram batang produk



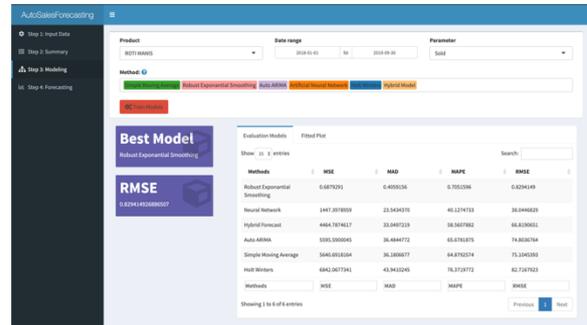
Gambar 3. Deskriptif dan grafik produk

Grafik dibuat fleksibel sehingga pengguna aplikasi dapat melihat jumlah produk yang paling banyak terjual dan atau jumlah produk yang kurang diminati oleh pembeli berdasarkan pemilihan rentang waktu tertentu. Gambar 3 menunjukkan analisis statistika deskriptif yaitu output tentang summary data berupa ukuran pemusatan dan ukuran penyebaran data serta grafik fluktuasi produk untuk semua variabel penjualan.

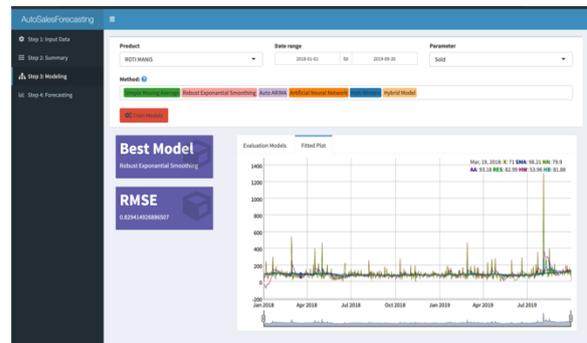
4.3.2. Penerapan metode peramalan dan Computational intelligence

Penyusunan kode pemrograman berikutnya adalah penerapan berbagai metode peramalan dan penyusunan program untuk *computational intelligence* yaitu pemilihan metode peramalan terbaik secara otomatis. Gambar 4 menunjukkan proses pemodelan berbagai metode yang digunakan dalam analisis peramalan. Pada bagian ini pengguna aplikasi dapat memilih produk apa saja yang ingin dilakukan peramalan berdasarkan rentang tanggal tertentu dan variabel penjualan yang diinginkan. Selain itu, pengguna aplikasi juga dapat memilih berbagai metode peramalan yang akan digunakan dalam analisis. Metode peramalan yang dapat digunakan yaitu metode peramalan *simple moving average* dengan formula pada persamaan (1), metode peramalan *robust exponential smoothing* dengan formula pada persamaan (2), metode peramalan *Auto ARIMA* dengan formula pada persamaan (3), metode peramalan *artificial neural network* dengan formula pada persamaan (4), dan metode peramalan *Holt-Winters* dengan formula pada persamaan (5). Kemudian selanjutnya masing-masing metode tersebut dihitung nilai *Mean Square Error* (MSE) dengan formula pada persamaan (6), nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) dengan formula pada persamaan (7), nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan formula pada persamaan (8), dan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dengan formula pada persamaan (9). Kemudian selanjutnya aplikasi akan memilih secara otomatis metode peramalan yang terbaik berdasarkan nilai RMSE yang paling kecil. Langkah ini akan memudahkan para pelaku bisnis agar tidak kesulitan dalam memilih metode peramalan yang terbaik. Selain itu, aplikasi *Auto Sales Forecasting* juga menampilkan *fitted plot*

pada masing-masing metode yang ditunjukkan pada Gambar 5.



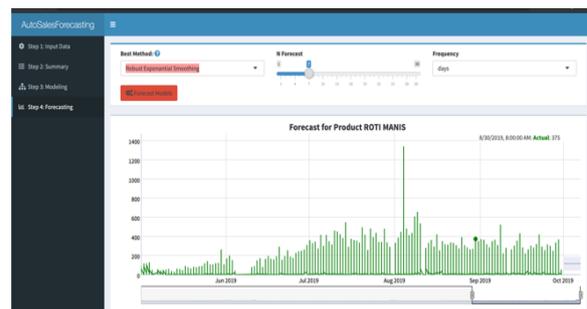
Gambar 4. Metode peramalan dan evaluasi model



Gambar 5. Fitted Plot

4.3.3. Sales forecasting

Penyusunan kode pemrograman terakhir pada aplikasi ini adalah *sales forecasting* yaitu melakukan analisis peramalan pada jumlah waktu tertentu akan datang berdasarkan metode terbaik yang terpilih pada tahapan sebelumnya. Aplikasi ini juga menyediakan pemilihan metode yang lain untuk dijadikan peramalan serta menyediakan banyaknya waktu ke-t ramalan yang diinginkan.



Gambar 6. Data aktual dan peramalan

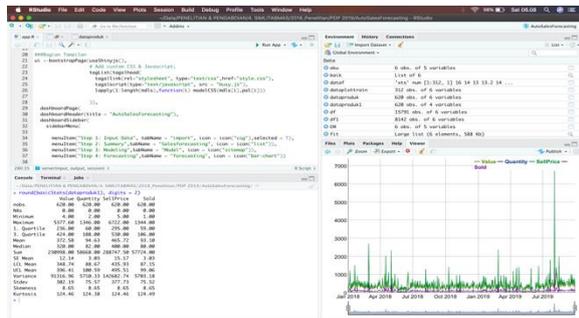
Gambar 6 menunjukkan grafik data aktual dan hasil peramalan. Sedangkan pada Tabel 2 menunjukkan data hasil peramalan beserta selang kepercayaan ramalan.

Tabel 2 Nilai peramalan dan Selang Kepercayaan

Date	Forecast	Hi_95	Lo_95
2019-10-01	116.8391	187.6246	46.05363
2019-10-02	116.8391	187.6916	45.98664
2019-10-03	116.8391	187.7585	45.91971
2019-10-04	116.8391	187.8254	45.85282
2019-10-05	116.8391	187.8892	45.78599
2019-10-06	116.8391	187.9590	45.71921
2019-10-07	116.8391	188.0257	45.65248

4.4. Tahap Pengujian Aplikasi

Aplikasi *Auto Sales Forecasting* telah divalidasi dengan cara membandingkan hasil output pada olah data menggunakan aplikasi R Studio (*non-interface*) dengan hasil olah data pada aplikasi *Auto Sales Forecasting* (*interface*). Gambar 7 menunjukkan hasil olah analisis deskriptif dan grafik pada produk tertentu menggunakan aplikasi R Studio. Berdasarkan hasil yang diperoleh, hasil olah data deskriptif dan grafik pada aplikasi R Studio sama dengan hasil yang diperoleh di aplikasi *Auto Sales Forecasting* yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 7 Hasil analisis dengan aplikasi R Studio

4.5. Tahap Penerapan dan Verifikasi

Tahap terakhir pada pengembangan aplikasi *Auto sales Forecasting* menggunakan metode SDLC adalah menerapkan aplikasi dan melakukan verifikasi oleh user atau pelaku bisnis di lokasi Mitra. Pelaku bisnis di lokasi mitra telah menerapkan dan melakukan verifikasi bahwa fitur yang terdapat pada aplikasi *Auto Sales Forecasting* telah sesuai dengan analisis yang dibutuhkan untuk melakukan strategi pemasaran produk. Pelaku bisnis di lokasi mitra juga merasakan kemudahan penggunaan aplikasi tersebut karena dapat digunakan secara *online* dan tidak perlu lagi melakukan proses instalasi aplikasi.

4.6. Pembahasan

Penelitian ini adalah melakukan pengembangan aplikasi *Auto Sales Forecasting* untuk meningkatkan strategi pemasaran produk menggunakan metode *System Development Life Cycle* (SDLC) model *waterfall*. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman R dengan mengkominasikan berbagai *package* R yang dibutuhkan. Fitur yang terdapat pada aplikasi *auto sales forecasting* yaitu fitur

import data, fitur *summary*, fitur penerapan beberapa metode peramalan yang dilengkapi dengan sistem cerdas (*Computational Intelligence*) yaitu memilih metode peramalan terbaik berdasarkan nilai *RMSE* yang paling kecil, serta fitur peramalan berdasarkan metode terbaik.

Aplikasi ini telah diterapkan di lokasi mitra dengan melakukan analisis data pada data transaksi penjualan dari Januari 2018 sampai dengan September 2019. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 43 jenis produk yang diproduksi oleh *Futry Bakery & Cake* Kota Makassar. Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat 3 produk yang paling banyak diminati oleh konsumen yaitu produk Roti Manis, Roti Maros, dan Kue Tradisional harga 3500. Produk yang dijadikan contoh dalam membangun model peramalan adalah produk dengan jumlah jual tertinggi (*sold*) yaitu produk Roti Manis. Kemudian langkah berikutnya adalah membangun model dengan berbagai metode peramalan dengan formula pada persamaan 1 sampai persamaan 5. Kemudian selanjutnya adalah menghitung nilai evaluasi kebaikan masing-masing metode peramalan menggunakan persamaan 6 sampai persamaan 9. Hasil evaluasi metode peramalan ditunjukkan pada Gambar 4. Berdasarkan hasil evaluasi terlihat bahwa metode peramalan yang terbaik adalah metode *Robust Exponential Smoothing* dengan nilai *RMSE* yang terkecil yaitu 0,829. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gelper *et al.* (2010) dan Cipra (1992) yang menyatakan bahwa *Robust Exponential Smoothing* merupakan metode yang lebih baik dan lebih kekar adanya data pencilon. Oleh karena itu metode peramalan tersebut digunakan untuk *sales forecasting* pada produk Roti Manis. Hasil *sales forecasting* menunjukkan bahwa rata-rata nilai ramalan pada produk Roti Manis adalah 116,8391 atau 117 produk yang diramalkan terjual selama tujuh hari ke depan dengan nilai interval kepercayaan 95% yang beragam. Dengan menggunakan aplikasi ini, pemilihan metode peramalan yang terbaik lebih cepat dan fleksibel ditemukan berdasarkan karakter data dibandingkan dengan cara manual pada masing-masing metode peramalan seperti yang dilakukan oleh Gozali *et al.* (2019). Kemudian dengan aplikasi ini, analisis peramalan lebih efisien karena tidak melibatkan semua metode untuk melakukan peramalan pada variabel data penjualan di masa yang akan datang.

5. Kesimpulan dan Saran

Permasalahan yang sering ditemukan oleh para pelaku bisnis adalah penentuan metode terbaik dalam melakukan analisis peramalan. Aplikasi *Auto Sales Forecasting* telah dirancang untuk memudahkan para pelaku bisnis untuk mengoptimalkan strategi penjualan. Aplikasi ini dirancang dengan metode SDLC dan menggunakan bahasa pemrograman R

dengan mengkombinasikan berbagai package yang tersedia di *Comprehensive R Archive Network* (CRAN). Aplikasi ini dapat diakses secara online menggunakan berbagai jenis browser di <http://bakrizal.com/AutoSalesForecasting>. Aplikasi ini dirancang dengan kemampuan komputasi cerdas (*Computational Intelligence*) yang mampu memilih secara otomatis metode peramalan yang terbaik berdasarkan karakter data. Pada aplikasi ini, metode peramalan terbaik adalah metode berdasarkan nilai akurasi ramal yang tinggi atau nilai RMSE yang rendah.

Pengembangan berikutnya pada aplikasi ini adalah akan ditambahkan berbagai metode peramalan univariate yang lain agar pemilihan metode peramalan lebih banyak pada saat membangun model peramalan menggunakan aplikasi ini.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Ristekdikti dengan nomor penugasan: 329e/U.I/STIEM/III/2019 Tahun 2019 yang telah berkontribusi memberikan dana hingga penelitian ini selesai serta para pengembang *R Core Team* dan para kontributor *R Package* yang telah menyiapkan paket sintaks pemrograman yang dibutuhkan dalam perancangan aplikasi *Auto Sales Forecasting*.

Daftar Pustaka

- Assauri, S., 2013. Manajemen Pemasaran. Raja Grafindo : Depok
- Cavalcante, R.C., Brasileiro, R.C., Souza, V.L.F., Nobrega, J.P., Oliveira, A.L.I., 2016. Computational Intelligence and Financial Market : A Survey and Future Directions. *Expert System with Application* 55 (1), 194-211.
- Cipra, T., 1992. Robust exponential smoothing. *Journal of Forecasting*, 11(1), 57 - 69.
- Crevits, R., Bergmeir, C., Hyndman, R., 2018. robots: Forecasting Time Series with Robust Exponential Smoothing. R package version 1.4. <https://CRAN.R-project.org/package=robots>
- Crevits, R., Croux, C., 2016. Forecasting with Robust Exponential Smoothing with Damped Trend and Seasonal Components. SSRN : KBI_1741, 1 - 23.
- Gelper, S., Fried, R., Croux, C., 2010. Robust forecasting with exponential and Holt–Winters smoothing. *Journal of forecasting*, 29(3), 285-300.
- Ghozali, L., Oktavian, K., Natasha, T., Sari, N., Atmadja, C.J., 2019. Analisis Peramalan (Forecasting) Perencanaan Produksi Office Furniture Untuk Meningkatkan Strategi dalam Sistem Penjualan Produk E-Class : Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Telekomunikasi (SNTKT IX) 25-26 April, 232-241.
- Hyndman R, Athanasopoulos G, Bergmeir C, Caceres G, Chhay L, O'Hara-Wild M, Petropoulos F, Razbash S, Wang E, Yasmeeen F (2019). forecast: Forecasting functions for time series and linear models. R package version 8.9, URL: <http://pkg.robjhyndman.com/forecast>
- Lammers, B., 2019. ANN2: Artificial Neural Networks for Anomaly Detection. R package version 2.3.2. <https://CRAN.R-project.org/package=ANN2>
- Montgomery, D.C., Jennings, C.L., Kulahci, M., 2008. Introduction to Time Series Analysis and Forecasting. John Wiley & Sons, Inc : Hoboken, New Jersey.
- R Core Team, 2017. R : A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Austria. URL <https://www.r-project.org/>
- Riatningsih, 2017. Forecasting Penjualan Rumah Dengan Menggunakan Metode Trend Moment Pada PT. Rumakita Prima Karsa. *Jurnal Perspektif* 15 (1), 40-48.
- Ribeiro, B.B, Chang, W., 2018. Shinydashboard: Create Dashboard with 'Shiny'. R version package 0.7.0. URL <https://CRAN.R-project.org/package=shinydashboard>.
- Rizkiyani, M., 2014. Penerapan Forecasting Methods untuk Meningkatkan Strategi dalam Sistem Penjualan Ponsel pada Sarang Cell Semarang. Semarang: Seminar Nasional Sistem Informasi Komputer, 1-12.
- Shaub, D., Ellis., P., 2019. forecastHybrid: Convenient Functions for Ensemble Time Series Forecasts. R package version 4.2.17. <https://CRAN.R-project.org/package=forecastHybrid>
- Shumway, R.H., Stoffer, D.S., 2011. Time Series Analysis and Its Applications with R Examples 3rd. Springer : New York USA.
- Svetunkov, I., 2018. Smooth : Forecasting using State Space Models. R Package version 2.4.7. URL <https://cran.r-project.org/package=smooth>.
- Swastha, Basu, Irawan, 2008. Manajemen Pemasaran Modern. Yogyakarta: Liberty.
- Wardah, S., Iskandar, 2016. Analisis Peramalan Penjualan Produk Keripik Pisang Kemasan Bungkus : Jurnal Teknik Industri, 11 (3), 135-142.
- Zhang, G., Patuwo, B.E., Hu, M.Y., 1998. Forecasting with artificial neural networks:: The state of the art. *International journal of forecasting*, 14(1), 35-62.