

Penggunaan Metode ARIMA untuk Memperkirakan Permintaan Obat-obat yang Dikelompokkan (Clustered) Berdasarkan Turnover Persediaan

Felicia Listyani, Henry Novianus Palit, Andreas Handojo

Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya 60236

Telp. (031) – 2983455, Fax. (031) – 8417658

E-Mail: felicialisty@gmail.com, hnpalit@petra.ac.id, handojo@petra.ac.id

ABSTRAK

Apotek X adalah suatu toko obat yang menjual berbagai macam obat yang memiliki beberapa cabang apotek dan satu apotek pusat. Akan tetapi, setiap cabang dan pusat dari apotek memiliki pencatatan dan *server* masing-masing sehingga menyebabkan pihak pusat kesulitan dalam hal pengontrolan. Selain itu adanya kenaikan dan penurunan terhadap permintaan obat menyebabkan Apotek X kesulitan dalam menentukan waktu pembelian obat yang tepat. Dengan masalah yang demikian, diperlukan suatu sistem yang dapat memprediksikan penjualan untuk setiap obat kedepannya dan sistem suatu sistem terpusat agar dari pihak apotek pusat dapat melakukan pengontrolan dari apotek cabang.

Untuk melakukan proses prediksi penjualan menggunakan salah satu metode prediksi yaitu *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). ARIMA merupakan suatu metode memprediksi dengan menggunakan data *time series* dari periode sebelumnya untuk memprediksikan periode kedepannya. Untuk pembuatan sistem informasi terpusat dengan menggunakan *Framework Slim* dengan PHP versi 7 dan menggunakan *database MySQL*. Tampilan dari sistem menggunakan bahasa pemrograman HTML, CSS, dan Bootstrap.

Hasil pengujian dari metode ARIMA yang dilakukan untuk setiap obat dengan menggunakan *R-Squared* diperoleh hasil 1,87% akurasi baik, 35,06% akurasi menengah, dan 63,07% akurasi buruk. Akurasi baik bernilai 1-0,5, akurasi menengah 0,5-0, dan akurasi buruk <0. Untuk sistem informasi hasilnya sudah sesuai dengan kebutuhan masalah pengontrolan apotek pusat ke apotek cabang. Adanya fitur sinkronisasi memudahkan apotek pusat untuk memantau penjualan dan stok barang pada apotek cabang.

Kata Kunci: *Autoregressive Integrated Moving Average*, Sistem informasi terpusat, *K-means*, *lot size*, *safety stock*

ABSTRACT

Pharmacy X is a drug store that sells variety of drugs that have several pharmacy branches and one central pharmacy. However, each branch and center of the pharmacy have their own administration and server, which cause the central pharmacy is difficulty controlling. In addition, an increase and decrease in drug demand causes Pharmacy X difficulties in determining the right time to buy drugs. With this problem, we need a system that can predict sales for each drug in the future and a centralized system so that the central pharmacy can control the branch pharmacy.

To predict the sales, one of the prediction methods is Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). ARIMA is a method of predicting using time series data from the previous

period to predict future periods. For making a centralized information system using Slim Framework with PHP version 7 and using a MySQL database. The display of the system uses the HTML programming language, CSS, and Bootstrap.

The results testing of the ARIMA method performed for each drug using R-Squared obtained 1.87% good accuracy, 35.06% medium accuracy, and 63.07% poor accuracy. Good accuracy is 1-0.5, accuracy is 0.5-0, and bad accuracy <0. For information systems the results are in accordance with the needs of the problem controlling the central pharmacy to the branch pharmacy. The synchronization feature makes it easy for central pharmacies to monitor sales and stock of goods at branch pharmacies.

Keywords: *Autoregressive Integrated Moving Average*, *Centralized Information System*, *K-means*, *lot size*, *safety stock*

1. PENDAHULUAN

Apotek X adalah suatu toko obat yang memiliki beberapa cabang apotek dan satu apotek pusat. Saat ini apotek menggunakan program untuk aplikasi pencatatan penjualan, pembelian, stok barang, dan HPP dari setiap pembelian. Setiap cabang dan pusat dari apotek memiliki pencatatan dan server masing-masing yang saling terpisah. Penentuan harga obat dan pembelian obat ke *supplier* dilakukan oleh Apotek pusat.

Permasalahan yang pertama, karena server pusat dan cabang terpisah, pengontrolan pusat ke cabang menjadi terhambat. Pusat apotek X kesulitan melakukan pengontrolan terhadap pembelian, penjualan, dan *inventory* dari setiap cabang. Jika barang di cabang habis pusat apotek X tidak dapat langsung mengkoordinasikan melakukan pengiriman, tetapi pusat harus mengkomunikasikan dan mengkoordinasikan melalui telepon ataupun alat komunikasi lainnya untuk mengecek stok antar cabangnya.

Permasalahan kedua, server yang tidak terpusat menyebabkan barang antar cabang memiliki beberapa kode obat dan nama obat yang berbeda padahal obat yang dimaksudkan sama. Dengan perbedaan kode dan nama barang ini menyebabkan pengontrolan *inventory* obat setiap cabang menjadi lebih sulit dan kurang tepat.

Dalam perhitungan HPP (Harga Pokok Penjualan) untuk setiap obat apotek membutuhkan perhitungan yang lebih detail. Karena untuk perhitungan HPP setiap obat dapat berbeda tergantung kesepakatan pembelian dari *supplier*. Perhitungan HPP menggunakan metode *average* sehingga berbeda-beda HPP pada cabang dan pusat Apotek.

Setiap obat memiliki *expired date* yang berbeda sesuai dengan pembelian dari *supplier*. Oleh sebab itu diperlukan sistem yang mencatat *expired date* setiap obat. Apotek menerapkan sistem FIFO (*First In First Out*) untuk obat yang dijual terlebih dahulu.

Adanya kenaikan dan penurunan permintaan obat menyebabkan apotek X memiliki masalah penentuan minimum stok yang tepat untuk setiap obat pada setiap cabang. Dengan penentuan minimum stok yang tepat maka setiap cabang dan pusat apotek dapat terhindar dari kehabisan ataupun stok berlebihan. Apotek juga kesulitan dalam hal penentuan jumlah pembelian untuk setiap obat agar keuntungan yang didapat perusahaan dapat maksimal dan mengurangi biaya barang yang tidak terjual dan biaya *inventory* obat.

Oleh sebab itu diperlukan sistem informasi secara terpusat untuk memudahkan apotek X dalam mengontrol pembelian, penjualan, dan *inventory*. Dengan adanya prediksi permintaan dapat membantu perusahaan untuk dapat memperkirakan pembelian obat dari *supplier*. Prediksi menggunakan metode ARIMA persediaan obat diprediksi dengan menggunakan pola trend. Selain memprediksi penjualan dari data history, sistem dapat menentukan perkiraan jumlah pembelian obat ke *supplier* untuk setiap cabang dengan menggunakan algoritma *Silver-Meal*.

2. DASAR TEORI

2.1 Autoregressive Integrated Moving Average

ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) adalah salah satu teknik peramalan yang menggunakan teknik korelasi antar suatu deret waktu. Model dibuat secara statis korelasinya antar deret pengamatan. Untuk menemukan *dependency* dapat dilakukan dengan melakukan uji korelasi autocorrelation function (ACF) dan partial autocorrelation function (PACF). [8]

- *Autoregressive* (AR)

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

- *Moving Average* (MA)

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

- ARMA

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3)$$

- ARIMA

Ketika (AR) dan (MA) digabungkan dengan menggunakan *integration* (*differencing*), Hasilnya akan membentuk ARIMA (p, d, q) model, di mana p, d dan q menunjukkan perintah *autoregresi*, *differencing* dan *moving average*. Secara matematis model bisa direpresentasikan sebagai berikut. [8]

$$(1 - B)^d Y_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} \varepsilon_t \quad (4)$$

$$(1 - B)(1 - \phi B) Y_t = c + (1 - \theta_1 B) e_t \quad (5)$$

2.2 Turnover Ratio Inventory

Turnover ratio adalah rasio yang menunjukkan berapa kali perusahaan telah menjual dan mengganti persediaan selama periode tertentu. Dari *turnover ratio* juga dapat melakukan menghitung hari yang diperlukan untuk menjual persediaan. Formula *Turnover Inventory*:

$$\text{Inventory Turnover} = \frac{\text{Sales}}{\text{Average Inventory}} \quad (6)$$

$$\text{Average Inventory} = \frac{(\text{Begining Inventory} + \text{Ending Inventory})}{2} \quad (7)$$

$$\text{Days of Inventory (DSI)} = \frac{1}{\text{Inventory Turnover}} \times 365 \quad (8)$$

2.3 Buffer atau Safety Stock

Buffer atau *safety stock* adalah stok tambahan yang diperlukan untuk mengatasi kehabisan atau kekurangan stok yang terjadi selama *lead time* [7]. Formula *Safety stock*.. [2]

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x - \bar{x})^2}{n}} \quad (9)$$

SD	=	Standard Deviasi
X	=	Perkiraan Permintaan
\bar{x}	=	Rata-rata Permintaan
n	=	Jumlah data

2.4 Sistem Pengendalian Persediaan

Sistem persediaan adalah rangkaian kebijakan dan pengendalian untuk memonitor tingkat dari persediaan dan menentukan apa tingkat yang seharusnya dipertahankan, kapan stok perlu dilakukan penambahan kembali, dan berapa banyak seharusnya yang dibeli. [3]

Pengendalian persediaan (*Inventory Control*) adalah penentuan suatu kebijakan pemesanan dalam antrian, kapan barang dipesan dan berapa banyak yang dipesan secara optimal untuk dapat memenuhi permintaan dengan biaya persediaan yang minimum sehingga perusahaan dapat berjalan lancar. [2]

Dari penjelasan persediaan dapat disimpulkan bahwa persediaan merupakan suatu stok barang dan sumber daya yang dimiliki suatu organisasi dimana barang-barang tersebut digunakan untuk dijual kepada pelanggannya. Diperlukannya sistem pengendalian persediaan untuk bisa menentukan kapan dan jumlah pembelian yang sesuai dengan kebutuhan organisasi. Tingkat persediaan barang ditentukan secara optimal dengan biaya persediaan yang paling minimum dan keuntungan yang maksimum.

2.5 Mean Squared Error (MSE)

MSE digunakan untuk menghitung rata-rata perbedaan kuadrat antara prediksi permintaan dengan permintaan sesungguhnya. [5] Persamaan MSE dirumuskan sebagai berikut :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2 \quad (10)$$

n	=	Jumlah data
A_t	=	Nilai Actual
F_t	=	Nilai Forecast

2.6 Clustering

K-means adalah algoritma pengelompokan partisi sederhana, seperti mengelompokkan objek yang serupa di *cluster* yang sama dan menggunakan teknik perbaikan berulang, meminimalkan fungsi kesalahan objektif. Langkah-langkah umum dari algoritma adalah sebagai berikut [1]:

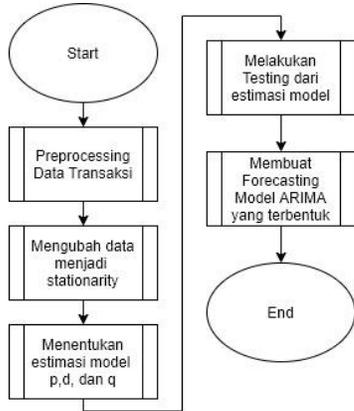
1. Temukan pusat *cluster* k dengan memilih k *random object*.
2. Tetapkan setiap objek ke *cluster* yang paling mirip. *Cluster* paling mirip adalah *cluster* dengan pusat terdekat, menurut beberapa fungsi jarak, misalnya. *Euclidean*, *DTW*, dan lainnya.
3. Hitung ulang pusat k *cluster* dengan rata-rata semua objek yang ditugaskan untuk setiap *cluster*.

Ulangi langkah 2. dan 3. sampai pusat-pusat *cluster* tidak lagi bergerak.

3. DESAIN SISTEM

3.1 Desain Flowchart

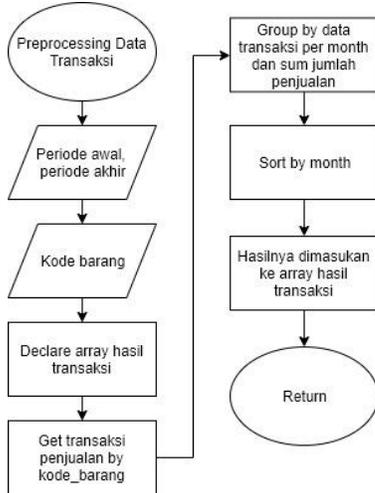
Desain *flowchart* dari *forecasting* digunakan untuk mengetahui gambaran kinerja sistem *forecasting*. Melalui pembuatan *flowchart* ditampilkan gambaran dari *input* dan *output* setiap proses. Gambaran umum *forecasting* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart step ARIMA

3.1.1 Flowchart Preprocessing

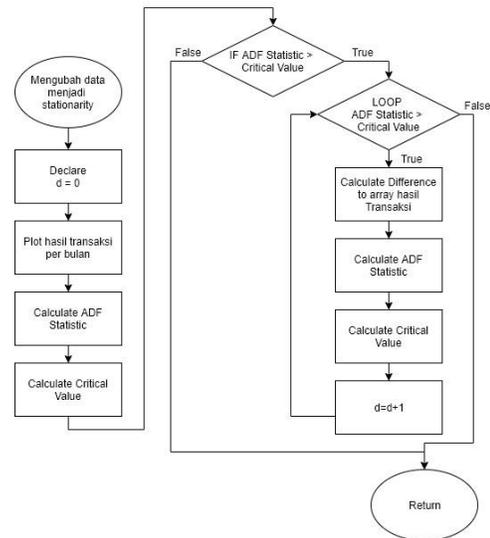
Flowchart ini menjelaskan mengenai proses *preprocessing* data penjualan. *Preprocessing* yang dimulai dengan menginputkan periode awal dan periode akhir, serta menginputkan kode barang yang akan diprediksi Hasil *preprocessing* berupa *record* jumlah penjualan barang setiap bulan yang prosesnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Preprocessing

3.1.2 Flowchart Stationarity data

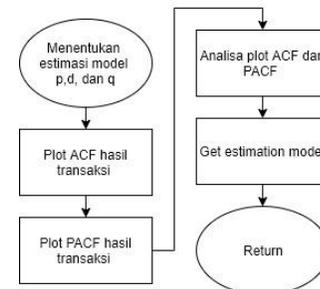
Flowchart ini menjelaskan mengenai perubahan data transaksi menjadi *stationarity*. *Stationarity* adalah dimana kondisi data yang tidak memiliki *trend*, *seasonal*, dan *cyclical* pada data *time series*. Dengan prediksi menggunakan data *time series*, data yang berdifat *stationarity* dibutuhkan agar hasil prediksi yang dihasilkan menjadi akurat. Data yang *stationarity* akan menghasilkan model yang lebih sesuai dengan penjualannya karena siklus dari penjualannya setiap bulan dan tahun lebih terlihat. *Stationary* data dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Stationarity Data Time series

3.1.3 Flowchart estimasi model (p, d, dan q)

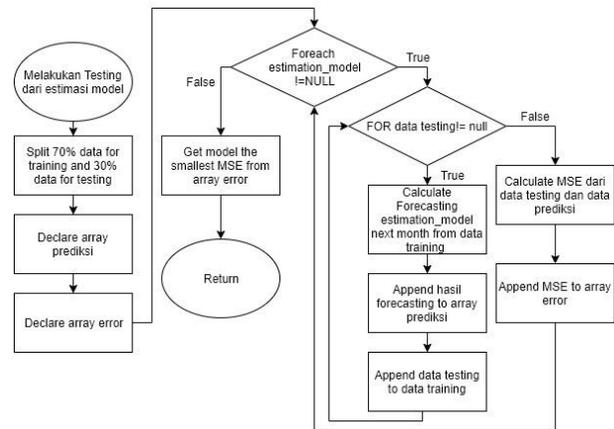
Flowchart ini menjelaskan mengenai cara penentuan estimasi pada model ARIMA. Model terdiri dari 3 parameter p (*Autoregressive*), d (*Difference*), dan q (*Moving Average*). Proses estimasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Estimasi Model

3.1.4 Flowchart Testing dari Estimasi Model

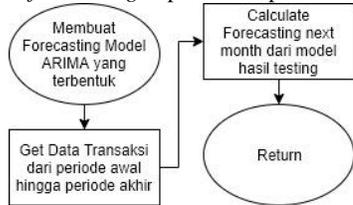
Pada *flowchart* ini menjelaskan mengenai perhitungan error pada model yang dibuat untuk mengecek keakuratannya model. Caranya dengan membagi data menjadi data training dan data testing. Perhitungan errornya menggunakan MSE (*Mean Squared Error*). Proses Testing dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart Testing

3.1.5 Flowchart Forecasting

Flowchart ini menjelaskan mengenai proses forecasting dari model yang didapatkan dari hasil testing. Proses forecasting ini akan menghasilkan nilai prediksi jumlah penjualan bulan depan periode selanjutnya. Dalam pembentukan model menggunakan 3 variable yaitu p (Autoregressive), d (Difference), dan q (Moving Average). Proses forecasting dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Forecasting

4. ANALISA DAN PENGUJIAN

4.1 Pembelian

Pada bagian pembelian pada Gambar 7. digunakan untuk melakukan pencatatan pembelian dan penerimaan barang dari supplier. Pencatatan transaksi akan mempengaruhi nilai dari harga pokok penjualan dan stok.

Form details: Tanggal: 11/14/2019, Kode Supplier: SUP0001, No. Faktur: 51795816525251, Cash/Hutang: HUTANG, Tanggal Jatuh Tempo: 12/16/2019. Item list includes Obat Batuk (Qty: 20, @Harga: 10000) and Obat Asma (Qty: 200, @Harga: 10000). Total: Rp. 2.420.000.

Gambar 7. Add Pembelian

4.2 Penjualan

Pada bagian penjualan pada Gambar 8. digunakan untuk melakukan pencatatan penjualan sehingga dapat dihitung laba dan ruginya dari setiap bulan. Pencatatan transaksi penjualan akan mengurangi stok sesuai penjualan yang dilakukan customer.

Form details: Tanggal: 11/22/2019, Tipe Penjualan: Langsung, Cash/Hutang: CASH. Item list includes Obat Asma (Qty: 2, @Harga: 100000). Total Sebelum Pajak: Rp. 200.000, Pajak (%): 10, Total: Rp. 220.000.

Gambar 8. Add Penjualan

4.3 Pengiriman Barang

Pada bagian pengiriman barang pada Gambar 9. dilakukan untuk melakukan pengiriman barang dari apotek pusat ke apotek cabang. Pencatatan ini digunakan agar pihak cabang dapat mengetahui adanya pengiriman barang. Jika barang sudah diterima akan muncul seperti Gambar 10.

Form details: Tanggal: 11/14/2019. Item list includes Obat Batuk (Qty: 0, Satuan: Strip, Expired Date: 2020-02-19). Button: Add Pengiriman Barang.

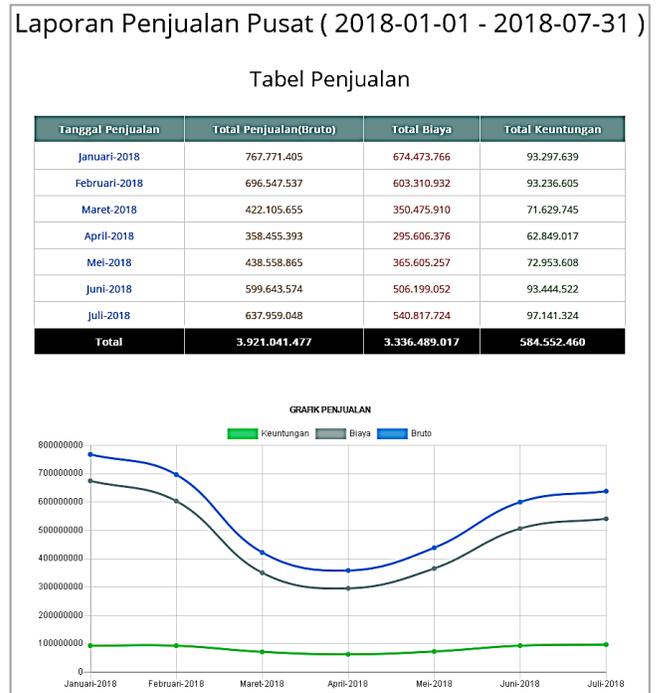
Gambar 9. Add Pengiriman

Form details: Tanggal Pengiriman: 2019-11-14. Item list includes Obat Flu (Jumlah Request: 5, Jumlah Koversi: 5, Tanggal Expired: 2019-01-21).

Gambar 10. View Pengiriman

4.4 Laporan Penjualan

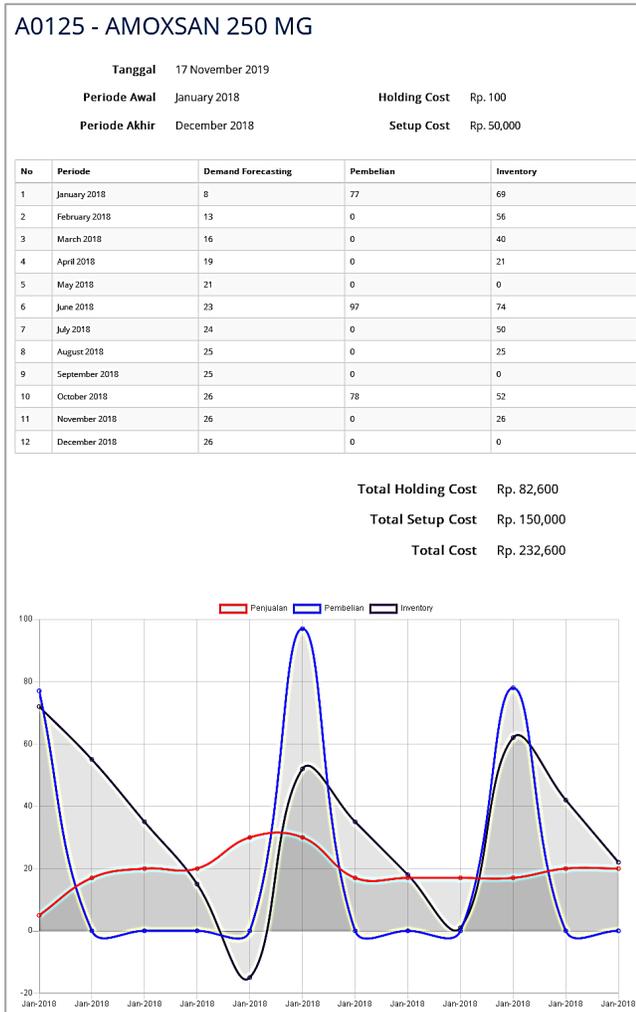
Pada Bagian laporan penjualan pada Gambar 11. akan menampilkan harga kotor, biaya harga pokok penjualan dan keuntungan pada setiap periodenya. Periodenya dapat dipilih sesuai kebutuhan yaitu harian, mingguan, dan bulanan.



Gambar 11. Laporan Penjualan

4.5 Lot Size Silver Meal

Pada bagian *lot size* pada Gambar 12. digunakan untuk melakukan simulasi waktu pembelian dari hasil *forecasting*. Perhitungan *lot size* untuk meminimalkan biaya. Hasil dari *lot size* berupa periode pembelian, jumlah pembelian, dan jumlah *inventory*.



Gambar 12. Result Silver Meal

4.6 Hasil Kuisisioner

Sebagai bentuk penilaian sistem, maka dilakukan pengujian menggunakan kuisisioner. Pengujian kuisisioner diberikan kepada 5 orang pegawai di Apotek X. Daftar dari responden antara lain:

Tabel 3. Daftar Responden

Nama	Jabatan
Ong Yenny	Direktur
Andy W	Supervisor
Elin K	Admin
Ratna	Kasir
Yani	Kasir

Dari hasil kuisisioner yang telah dikumpulkan, detail penilaian terhadap sistem oleh Apotek X dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Kuisisioner

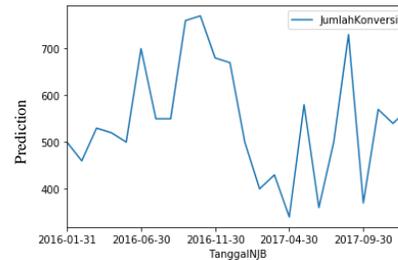
Pertanyaan	Penilaian				
	1	2	3	4	5
Desain Program				3	2
Kemudahan dalam pemakaian sistem			1	3	1
Sistem menjawab kebutuhan				2	3
Kelengkapan dan kejelasan Informasi				4	1
Penilaian Program secara Keseluruhan				4	1

4.7 Hasil Analisa

Pada Analisa Prediksi Penjualan di Apotek, data yang digunakan data penjualan selama 3 tahun pada tanggal 01 Januari 2016 – 31 Desember 2018. Dengan pembagian data menjadi 2 bagian yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* menggunakan data pada tanggal 01 Januari 2016 – 31 Desember 2017. Data *training* digunakan untuk mencari model ARIMA yang cocok untuk prediksi. Sedangkan data *testing* digunakan sebagai pembuktian bahwa model cocok diterapkan untuk prediksi penjualan. Analisa salah satu prediksi yaitu menggunakan data penjualan obat dengan kode barang ONM006.

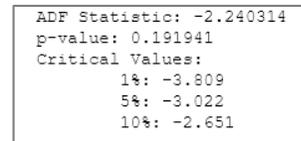
a. Plot Data dan Pengujian Stasioner Data

Dari plot data penjualan obat selama 2 tahun pada Gambar 13., terlihat bahwa adanya *trend* penjualan naik dan turun pada penjualan obat. Bulan Januari 2016 hingga November 2016 trend penjualan meningkat. Kemudian pada bulan November 2016 hingga April 2017 terjadinya *trend* penurunan dan kemudian bulan April 2017 hingga Desember 2017 terjadi *trend* kenaikan lagi. Pada *Plot* data penjualan terlihat bahwa masih adanya *trend* naik dan turun sehingga data belum stasioner.



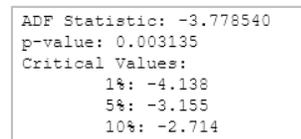
Gambar 13. Plot penjualan obat

Pada Hasil *Adfuller Test* pada Gambar 14 didapatkan hasil bahwa *ADF statistic* > *Critical Value* (5%). Pada hasil ini juga terlihat bahwa data tidak stasioner.



Gambar 14. Hasil Adfuller Test

Pada data penjualan dilakukan *differencing* sebanyak 1 kali, pengujian *Adfuller test* didapatkan hasil yang terlihat pada Gambar 15 terlihat bahwa *ADF statistic* < *Critical Value* (5%) sehingga hal ini membuktikan bahwa data sudah stasioner.

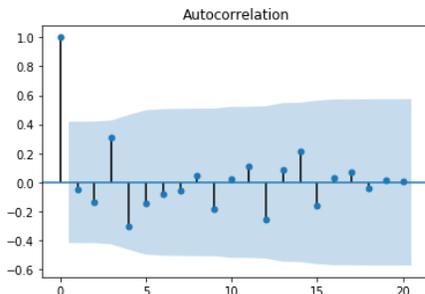


Gambar 15. Adfuller Test dan plot data differencing

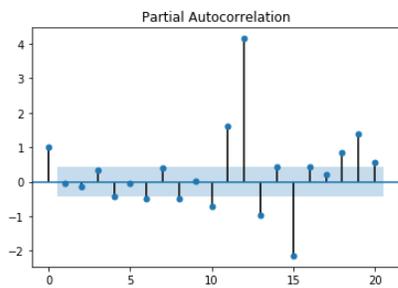
Dari hasil data yang sudah stasioner diperoleh bahwa data melakukan *differencing* sebanyak 1 kali untuk menghasilkan data stasioner. Oleh sebab itu, nilai d pada model ARIMA bernilai 1.

b. Identifikasi Model dan Estimasi

Pada *Auto Correlation* Gambar 16. terlihat bahwa data cenderung *dying down* dan korelasi yang antar *lag*-nya mengalami kenaikan dan penurunan secara perlahan. Pada *Partial Auto Correlation* pada Gambar 17., terlihat bahwa juga mengalami *dying down* dan pada beberapa bagian terlihat *cut off*. Dari hal ini dapat disimpulkan model merupakan gabungan *Autoregressive* dan *Moving Average* atau *Autoregressive* murni. Untuk membuktikan dilakukan *testing* model mencari *error* terendah.



Gambar 16. ACF Penjualan



Gambar 17. PACF Penjualan

c. Testing Model ARIMA

Testing ARIMA dilakukan dengan melakukan 2 pembagian data, yaitu data *training* dengan periode Januari 2016 – Desember 2017 dan data *testing* periode Januari 2018 – Desember 2018. *Testing* dilakukan dengan model estimasi prediksi bulan depan. Hasil prediksi dicocokkan dengan data *real* dan dihitung *error*-nya. Data *real* penjualan yang sudah dihitung *error*-nya dimasukkan ke data *training* untuk melakukan prediksi bulan depannya lagi. Hasil *error* setiap estimasi parameter dapat dilihat pada Tabel 1.

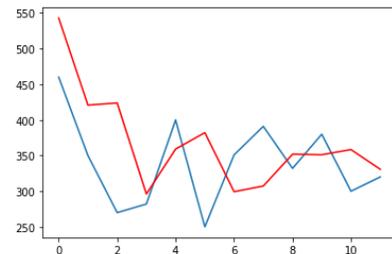
Tabel 1. Hasil Analisa

Model ARIMA			MSE	MAPE (%)	R-Squared
p	d	q			
1	1	0	7911.779	24.307%	-1.324316
1	1	1	8540.134	24.486%	-1.508914
1	1	2	5778.317	22.131%	-0.697549
2	1	0	8908.439	25.145%	-1.617114
2	1	1	10536.97	28.762%	-2.095544
2	1	2	15391.86	33.042%	-3.521809
3	1	0	8908.439	26.826%	-1.779930
3	1	1	10536.97	29.564%	-2.293698

Tabel 1. Hasil Analisa (Lanjutan)

Model ARIMA			MSE	MAPE (%)	R-Squared
p	d	q			
3	1	2	15391.86	28.205%	-2.072433
4	1	0	10938.4	27.684%	-2.213475
4	1	1	8785.56	27.000%	-1.581015
4	1	2	11025.16	29.461%	-2.238963
5	1	0	12326.44	28.813%	-2.621252
5	1	1	11604.02	29.750%	-2.409019
5	1	2	11756.19	28.463%	-2.453724
6	1	0	14395.1	29.875%	-3.228981
6	1	1	14454.24	31.539%	-3.246355
6	1	2	13270.05	30.451%	-2.898466
7	1	0	14673.26	29.349%	-3.310700
7	1	1	12320.05	30.176%	-2.619375
8	1	0	11986.91	29.753%	-2.521504
9	1	0	12109.54	28.395%	-2.557530

Hasil yang didapatkan model yang terbaik adalah nilai p (*Autoregressive*) adalah 1, nilai d (*Difference*) adalah 1, dan nilai dari q (*Moving Average*) adalah 2. Dengan nilai error untuk MSE sebesar 5778,317 dan MAPE sebesar 22,131%. Hasil dari data real dan data prediksinya dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Hasil Plot Testing prediksi dan real data

4.8 Analisa dari keseluruhan data Obat

Dari hasil pengujian prediksi yang dilakukan pada penjualan obat di apotek dengan pengecekan *error R-Squared*, didapatkan hasil pada *error* Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Akurasi Obat

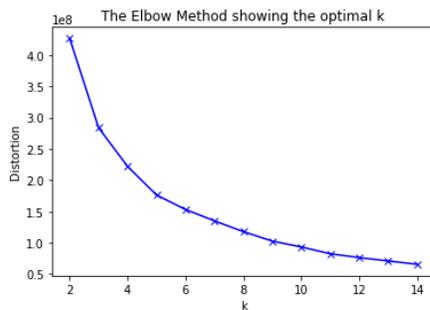
Jenis Akurasi	R-Squared	Persentase Obat (%)
Akurasi Baik	<1 dan >0.5	1,87%
Akurasi Menengah	<=0,5 dan >=0	35,06%
Akurasi Buruk	<0	63,07%

Pada analisa, terlihat bahwa ARIMA kurang bisa memprediksikan penjualan yang setiap periodenya nilai penjualannya naik turun cukup jauh dari periode sebelumnya. Sehingga dari pola penjualan analisa sebenarnya nilai prediksi kurang berkorelasi dengan data penjualan periode sebelumnya tetapi berhubungan dengan beberapa periode sebelumnya sehingga tidak berkorelasi secara linier. Sedangkan prediksi pada ARIMA dilakukan dengan korelasi secara linier dengan penjualan periode sebelumnya tergantung dari nilai *autocorrelation* dan nilai dari *moving average*-nya. Oleh sebab itu terlihat bahwa ARIMA kurang dapat memprediksikan penjualan yang tidak berkorelasi secara linier.

Hasil yang kurang baik dari prediksi ARIMA karena hanya mempertimbangkan korelasi data penjualan sebelumnya tetapi tidak mempertimbangkan faktor eksternal yang menyebabkan adanya kenaikan atau penurunan penjualan. Naik dan turunnya penjualan obat juga bisa disebabkan oleh faktor-faktor eksternal misalnya adanya penyebaran virus pada daerah tertentu, faktor curah hujan, faktor kelembapan, atau faktor-faktor lainnya yang dapat mempengaruhi kenaikan dan penurunan dari prediksi.

4.9 Clustering

Dari hasil perhitungan *days of supply inventory*, dilakukan perhitungan *error* hasil cluster K. Dari hasil grafik pada Gambar 19 didapatkan bahwa nilai K yang paling efektif adalah K=5. Hal ini dikarenakan perbedaan nilai *error* antara k=4 dan k=5 lebih jauh dibandingkan nilai *error* k=5 dan k=6 sehingga terlihat pada bagian K=5 membentuk siku.



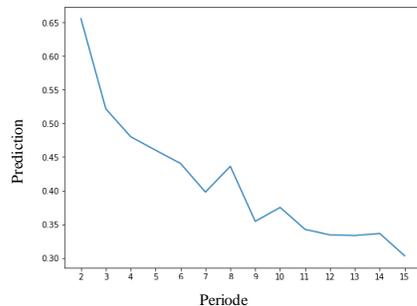
Gambar 19. Hasil plot elbow

Setelah menentukan nilai K, selanjutnya melakukan *clustering* dengan nilai K=5. Jumlah obat setiap *cluster* dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Akurasi Obat

Cluster	Jumlah Anggota
0	749
1	8
2	66
3	290
4	150

Metode *Silhouette* membandingkan keseluruhan dari *clustering*, dengan membandingkan jarak di dalam *cluster* yang sama dengan jarak antar *cluster* yang lainnya. Semakin tinggi nilai dari *silhouette* maka hasil *cluster* yang terbentuk akan semakin baik. Tetapi jika hasil *silhouette* negatif, hasil *cluster* sangat buruk dan kemungkinan banyak terjadinya *overlapping*. Hasil dari *silhouette* dari nilai k 2 sampai 15 dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Evaluasi Silhouette

Dari hasil evaluasi *silhouette* terlihat bahwa nilai K yang terbaik adalah 2. Hasil K yang terbentuk berbeda dengan hasil K pada

elbow method. Penyebab terjadinya perbedaan hasil K antara metode *silhouette* dan *elbow* disebabkan karena *elbow* hanya membandingkan jarak antara pusat dengan data dalam *clusternya*. Sedangkan *silhouette* membandingkan antara *intracluster* dan *intercluster*. Hasil *elbow* terlihat sikunya tidak terlalu terlihat karena penurunan *error* cenderung perlahan. Hal ini membuktikan terjadinya *overlapping* antar *clusternya*. *Overlapping* ini yang menyebabkan hasil K antar *elbow* dan *silhouette* dapat berbeda.

5. KESIMPULAN

Dari hasil akhir pembuatan dan perancangan sistem informasi terpusat dan sistem prediksi, diambil kesimpulan antara lain :

- Berdasarkan hasil analisa, prediksi dengan metode ARIMA untuk memperkirakan penjualan obat kurang cocok karena dari pola penjualan *time series* yang tidak memiliki korelasi secara linier dengan penjualan pada periode sebelumnya.
- Hasil *clustering* dengan parameter *turnover ratio* dalam hari setiap tahunnya menghasilkan 5 *cluster* berdasarkan metode *elbow*. Dari hasil, didapatkan bahwa terdapat *overlapping* pada *clustering* dari pengujian metode *silhouette*.
- Sistem informasi terpusat dapat membantu Apotek pusat untuk melakukan pengontrolan pada apotek cabang. Dari hasil kuisioner yang memiliki rata-rata sekitar 4 membuktikan bahwa sistem dapat membantu apotek pusat melakukan komunikasi terhadap apotek cabang
- Saran untuk peneliti selanjutnya yaitu prediksi dapat ditambahkan metode yang dapat melakukan prediksi korelasi non linier dan prediksi yang dapat memasukkan faktor eksternal yang mempengaruhi penjualan obat apotek.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aggarwal, C. C., & Reddy, C. K. 2013. *Data Clustering Algorithms and Applications*. In Taylor & Francis Group.
- [2] Bachtiar, A. 2013. *Inventory Control Indirect Material : Eoq Model , Efektivitas Produksi*. 103–113.
- [3] Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. 2006. *Operations management for competitive advantage*. In McGrawHill Irwin.
- [4] Happy, N., Dewiyani, A., & Ayuningtyas, S. 2015. *Rancang Bangun Aplikasi Apotek (Studi Kasus : Apotek Ashara Husada Sidoarjo)*. *Jsika*, 4(2), 1–9.
- [5] Nadyatama, D., Aini, Q., & Utami, M. C. 2016. *Analysis of commodity inventory with exponential smoothing and silver meal algorithm (Case study)*. Proceedings of 2016 4th International Conference on Cyber and IT Service Management, CITSM 2016.
- [6] Ramos, P., Santos, N., & Rebelo, R. 2015. *Performance of state space and ARIMA models for consumer retail sales forecasting*. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*.
- [7] Shenoy, D., Rosas, R., & Rosas, R. 2017. *Introduction to Inventory Management. Problems & Solutions in Inventory Management*, (June 2015), 3–11.
- [8] Taneja, K., Ahmad, S., Ahmad, K., & Attrti, S. D. 2016. *Time series analysis of aerosol optical depth over New Delhi using Box-Jenkins ARIMA modeling approach*. *Atmospheric Pollution Research*.