

# Peramalan Permintaan Penjualan SepedaMotor di PT. “A” dengan Menggunakan ARIMAX dan VARX (Studi Kasus diKabupaten Ponorogo)

Ani Satul Ru'yati Badriyah dan Agus Suharsono  
Jurusan Statistika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
e-mail : agus\_s@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Kebutuhan akan sarana transportasi menjadi sangat penting bagi masyarakat. Transportasi dapat memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas, salah satunya adalah sepeda motor. Salah satu merek sepeda motor yang cukup terkenal di kalangan masyarakat adalah sepeda motor merek “A”. Data AISI menunjukkan bahwa rata-rata penambahan sepeda motor “A” di Kabupaten Ponorogo sebesar 64% dari total motor baru yang terjual. Penelitian ini menggunakan metode ARIMAX dan VARX untuk meramalkan data penjualan sepeda motor. Penjualan sepeda motor yang diprediksi antara lain Total Market, Total Market *matic*, Total Market *cub*, motor merek “A”, merek “A” jenis *matic*, dan merek “A” jenis *cub*. Hasil ramalan secara univariate maupun multivariate menunjukkan bahwa efek variasi kalender memberikan pengaruh signifikan terhadap penjualan sepeda motor terutama pada saat satu bulan sebelum hari raya dan bulan tahun ajaran baru. Peramalan tahun 2014 berdasarkan hasil penelitian menunjukkan masih terdapat kenaikan untuk jenis *matic* dan total kendaraan serta terjadi penurunan pada jenis *cub*. Selain itu terdapat keterkaitan penjualan sepeda motor di wilayah Ponorogo.

**Kata Kunci** - ARIMAX, VARX, sepeda motor, peramalan.

## I. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan kebutuhan penting bagi masyarakat. Tujuan diselenggarakannya transportasi adalah mewujudkan lalu lintas dan angkutan jalan yang aman, cepat, dan teratur serta memadukan transportasi lainnya dalam suatu kesatuan sistem transportasi [1]. Salah satu jenis kendaraan untuk mempermudah dan mempercepat jarak tempuh adalah sepeda motor. Jenis kendaraan ini mudah didapatkan, irit bahan bakar, jauh lebih murah dibanding dengan kendaraan lain, lebih mudah diperbaiki jika mengalami kerusakan, serta lebih *stylist*. Hal inilah yang menjadikan sepeda motor menjadi kendaraan favorit bagi masyarakat Indonesia [2].

Sepeda motor merek “A” merupakan merek yang cukup dikenal oleh masyarakat. Terbukti bahwa kendaraan merek “A” telah menguasai pangsa pasar sepeda motor di Indonesia. AISI menyebutkan bahwa selama kurun waktu 2013, merek “A” telah menguasai pangsa pasar kendaraan sebesar 62.3% [3]. Sejalan dengan catatan AISI, provinsi Jawa Timur merupakan provinsi yang paling banyak menjual sepeda motor dengan 15.59% dari total penjualan sepeda motor secara nasional sebesar 7.14 juta unit. Lonjakan pembelian pada sepeda motor “A” umumnya terjadi hanya pada periode tertentu. Penjualan sepeda motor tiap bulan yang cukup berbeda menunjukkan bahwa terdapat pengaruh bulan tertentu yang mempengaruhi lonjakan penjualan sepeda motor. Ponorogo merupakan salah satu kabupaten yang sebagian besar kendaraan yang digunakan

masyarakat adalah merek “A”. Penelitian ini hanya menggunakan jenis *matic* dan *cub* dengan pertimbangan kedua jenis sepeda motor mengalami pergerakan yang cukup signifikan dengan Total “A”. Penelitian juga akan dilakukan pada Total Market dengan jenis *matic* dan *cub*, dengan pertimbangan berapa besar peluang sepeda motor “A” dapat merebut pasar motor di daerah Ponorogo.

Pada penelitian ini data akan dianalisis dengan menggunakan metode *Vector Autoregressive X* (VARX) yang dilakukan secara *multivariate time series* dan metode *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Input* (ARIMAX) secara *univariate time series* dengan variabel X merupakan variabel *dummy*. Pada penelitian sebelumnya terkait peramalan penjualan sepeda motor, Kurniawati [4] menggunakan metode VAR terhadap penjualan sepeda motor A jenis Mega Pro, Supra Fit, dan Kharisma melalui sistem kredit di PT X Surabaya. Sedangkan penelitian dengan ARIMAX salah satunya pernah dilakukan oleh Lee, Suhartono, dan Hamzah [5] yang meneliti pengaruh efek hari raya Idul Fitri terhadap penjualan baju muslim laki-laki. Penelitian ini mengkaji karakteristik dari setiap variabel serta ingin mengetahui peramalan dari setiap variabel. Batasan masalah yang digunakan adalah tidak ada merek motor yang ditarik dari pasar serta konsumen dapat membeli produk motor di dealer manapun. Data merupakan data penjualan bulanan dari masing-masing daerah di Kabupaten Ponorogo dengan periode Januari 2009 hingga Maret 2014.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Model Variasi Kalender Berbasis Regresi Time Series

Konteks regresi dalam *time series* memiliki bentuk yang sama seperti regresi linear pada umumnya. Asumsi yang digunakan adalah *dependent series*,  $Z_t$ , dengan  $t=1,2,\dots,n$  dengan kemungkinan dipengaruhi oleh input atau *independent series*, dimana inputnya merupakan variabel fix dan diketahui. Hubungan tersebut dapat ditunjukkan dalam model regresi linear Shumway & Stoffer (2006) dalam Suhartono [6]. Persamaan 1 merupakan persamaan jika  $Z_t$  memiliki *trend*.

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 t + w_t \quad (1)$$

dengan  $w_t$  merupakan komponen *error* yang umumnya diasumsikan independent dan identik berdistribusi normal dengan *mean* 0 dan *variance*  $\sigma_w^2$ . Berikut persamaan jika data memiliki pola musiman,  $S_{1,b}$ ,  $S_{2,b}$ , ...,  $S_{s,t}$ , seperti Persamaan (2).

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 S_{1,t} + \dots + \beta_s S_{s,t} + w_t \quad (2)$$

dengan  $S_{1,t}, S_{2,t}, \dots, S_{s,t}$  merupakan variabel *dummy* untuk pola musiman. Data dengan variasi kalender juga dapat dimodelkan dengan regresi seperti dalam Persamaan (3).

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 V_{1,t} + \dots + \beta_p V_{p,t} + w_t \quad (3)$$

dengan  $V_{1,t}, \dots, V_{p,t}$  merupakan efek variasi kalender ke- $p$ . Uji *Ljung-Box* digunakan untuk mengetahui apakah  $w_t$  *white noise*. Jika diketahui bahwa  $w_t$  tidak *white noise* maka perlu menambahkan lag dari  $Z_t$  sebagai input yang diperoleh dari plot ACF dan PACF residual.

### B. Model Variasi Kalender Berbasis ARIMAX

Model ARIMAX merupakan model ARIMA dengan penambahan variabel tertentu [7], bisa variabel *dummy* dan atau *trend* deterministik. Model ARIMAX terdapat 2 jenis yaitu model ARIMAX dengan *trend* stokastik (*difference* pada *non-seasonal* dan atau *seasonal*) dan model ARIMAX dengan *trend* deterministik (tanpa *difference*). Model ARIMA musiman ditulis kembali sebagai berikut.

$$Z_t = \frac{\theta_q(B)\Theta_\rho(B^s)\varepsilon_t}{\phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^p} \quad (4)$$

Model ARIMAX dengan *trend* stokastik sebagai berikut.

$$Z_t = \beta_1 S_{1,t} + \dots + \beta_p S_{p,t} + \delta_1 V_{1,t} + \dots + \delta_p V_{p,t} + \frac{\theta_q(B)\Theta_\rho(B^s)}{\phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^p} \varepsilon_t \quad (5)$$

Model ARIMAX dengan *trend* deterministik sebagai berikut.

$$Z_t = \gamma t + \beta_1 S_{1,t} + \dots + \beta_p S_{p,t} + \delta_1 V_{1,t} + \dots + \delta_p V_{p,t} + \frac{\theta_q(B)\Theta_\rho(B^s)}{\phi_p(B)\Phi_p(B^s)} a_t \varepsilon_t \quad (6)$$

dengan  $S_{1,t} - S_{p,t}$  merupakan efek musiman bulanan,  $V_{1,t} - V_{p,t}$  merupakan efek variasi kalender, dan  $\gamma$  merupakan koefisien yang menangkap adanya efek *trend*.

### C. Model VARX

*Vector Autoregressive* (VAR) merupakan salah satu metode pemodelan deret waktu dengan data *multivariate* [8]. Pada umumnya model VAR tidak jauh berbeda dengan *Autoregressive* (AR) dimana model AR diidentifikasi dari fungsi PACF sedangkan model VAR diidentifikasi dari fungsi MPACF. Jika dibandingkan dengan metode lainnya, metode ini dikatakan mudah dan fleksibel. Secara umum model dari VAR(1) pada data *multivariate* runtun waktu mempunyai persamaan sebagai berikut [8].

$$\dot{Z}_t = \Phi Z_t + \alpha_t \quad (7)$$

Persamaan model VAR(1) jika dalam bentuk matriks untuk data *timeseries* dengan 2 variabel sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} Z_{1t} \\ Z_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} \\ \phi_{21} & \phi_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1,t-1} \\ Z_{2,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{1t} \\ a_{2t} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Beberapa literatur mengasumsikan  $a_t$  *multivariate* normal. Persamaan model VAR( $p$ ) dapat ditulis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \dot{Z}_t &= \Phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \dots + \Phi_p \dot{Z}_{t-p} + \alpha_t \\ \dot{Z}_t &= \sum_{i=1}^p \Phi_i \dot{Z}_{t-p} + \alpha_t \\ \Phi(B) \dot{Z}_t &= \alpha_t \end{aligned} \quad (9)$$

Variabel X sebagai variabel eksogen masuk dalam model VAR sehingga model VARX ( $p,s$ ) sebagai berikut.

$$\dot{Z}_t = \sum_{i=1}^p \Phi_i \dot{Z}_{t-i} + \sum_{i=1}^s \Theta_i^* x_{t-i} + \alpha_t \quad (10)$$

$$\Phi(B) \dot{Z}_t = \Theta^*(B) x_t + \alpha_t$$

dengan

$$\Phi(B) = I_k - \Phi_1 B - \dots - \Phi_p B^p$$

$$\Theta(B) = \Theta_0^* + \Theta_1^* B + \dots + \Theta_q^* B^q$$

$\Phi_i$  merupakan matriks berukuran  $k \times k$ , sedangkan  $\Theta_i^*$  merupakan matriks berukuran  $k \times r$ .

### D. Pemilihan model terbaik

Ada beberapa kriteria pemilihan model, salah satunya dengan menggunakan sMAPE (*symmetric Mean Absolute Percentage Error*). Perhitungan untuk sMAPE adalah sebagai berikut [9].

$$sMAPE = \frac{1}{n} \left( \sum_{t=1}^n \frac{|Z_t - \hat{Z}_t|}{(Z_t + \hat{Z}_t)/2} \right) \quad (11)$$

dengan  $Z_t$  menyatakan *real value* sedangkan simbol  $\hat{Z}_t$  menyatakan hasil dari ramalan. Penggunaan sMAPE merupakan penyempurna dari MAPE dalam memberikan *penalty* dengan *error* bernilai positif maupun negatif.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Sumber Data dan Variabel penelitian

Data yang digunakan pada penelitian kali ini adalah data penjualan sepeda motor market dan merek A dengan jenis *Cub* dan *matic* di Kabupaten Ponorogo. Data ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT. MPM Motor Jawa Timur dengan rentang waktu dari bulan Januari 2009 hingga bulan Maret 2014 sebanyak 63 data untuk tiap variabel. Data yang akan digunakan untuk data *in-sample* sebanyak 60 data pada tiap variabel sedangkan data *out-sample* sebanyak 3 data untuk tiap variabel.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penjualan sepeda motor dengan spesifikasi berikut.

- Z<sub>1.1t</sub> = data penjualan Total Market
- Z<sub>1.2t</sub> = data penjualan Total Market jenis *matic* (TM *matic*)
- Z<sub>1.3t</sub> = data penjualan Total Market jenis *cub* (TM *cub*)
- Z<sub>2.1t</sub> = data penjualan merek Total A (Total "A")
- Z<sub>2.2t</sub> = data penjualan Total "A" jenis *matic* ("A" *matic*)
- Z<sub>2.3t</sub> = data penjualan Total "A" jenis *cub* ("A" *cub*)

Variabel *dummy* yang digunakan adalah  $V_{1,t}, \dots, V_{p,t}$  merupakan variabel *dummy* untuk untuk bulan hari Raya Idul Fitri serta  $S_{1,t}, \dots, S_{p,t}$  merupakan variabel *dummy* untuk musiman bulanan.

### B. Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut.

1. Untuk menjawab tujuan pertama, maka melakukan analisis deskriptif untuk masing-masing variabel.
2. Untuk menjawab tujuan kedua, pertama membagi data menjadi dua bagian yaitu data *insample* dan *outsample*, langkah selanjutnya sebagai berikut.

#### a. Metode ARIMA

- i. Pengecekan apakah data sudah *stationer* dalam *mean* maupun *varian*
- ii. Identifikasi model dari data yang telah *stationer* dan menduga model awal
- iii. Melakukan pengecekan signifikansi parameter dan cek diagnose hingga residual memenuhi asumsi

b. Metode Regresi *Time Series* dan ARIMAX variasi kalender

- i. Menentukan variabel dummy berdasarkan periode variasi kalender pada data *in-sample*
- ii. Melakukan regresi *dummy* untuk menghilangkan efek variasi kalender dari variabel respon
- iii. Memodelkan residual hasil regresi dengan ARIMA
- iv. Melakukan pemodelan keseluruhan untuk ARIMAX
- v. Melakukan pengecekan signifikansi parameter dan cek diagnose hingga proses stasioner dan residual memenuhi asumsi

Kedua metode selanjutnya dibandingkan dengan menggunakan kriteria sMAPE (data *out-sample*). Model dengan nilai sMAPE terkecil merupakan peramalan yang akan digunakan

3. Untuk menjawab tujuan ketiga setelah membagi data menjadi *in sample* dan *out sample*, maka dilakukan langkah sebagai berikut.

a. Metode VAR

- i. Identifikasi awal kestasioneran data, apakah data sudah *stationer* dalam *mean* maupun *varians*
- ii. Membuat plot MACF dan MPACF atau memilih AIC terkecil untuk menentukan orde
- iii. Melakukan pengecekansignifikansi parameter
- iv. Pemeriksaan dan pengujian residual yang memenuhi asumsi residual white noise dan berdistribusi *multivariate norma*

b. Metode VARX

- i. Identifikasi awal kestasioneran data baik terhadap *mean* maupun *stationer* terhadap *varians* dengan melakukan plot *time serie*.
- ii. Menentukan variabel *dummy* berdasarkan periode pada data *insample*. Pada penelitian ini menggunakan *dummy* variasi kalender bulan sebelum dan setelah hari raya
- iii. Melakukan pendugaan model VARX melihat plot MACF dan MPACF atau memilih AIC terkecil dari model yang sesuai
- iv. Melakukan pengecekan signifikansi parameter, serta pemeriksaan dan pengujian terhadap residual hingga memenuhi asumsi

Kedua metode selanjutnya dibandingkan dengan menggunakan kriteria sMAPE (data *out-sample*). Model dengan nilai sMAPE yang terkecil merupakan peramalan yang akan digunakan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Penjualan Sepeda Motor

Analisis deskriptif memberikan gambaran umum terkait penjualan sepeda motor di kabupaten Ponorogo. Hasil analisis dari keenam variabel ditampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1 Statistika deskriptif penjualan sepeda motor

Variabel	Rata-rata	Variansi	Min	Max
$Z_{1.1,t}$	1763	128387	857	3179
$Z_{1.2,t}$	822	65875	328	1784
$Z_{1.3,t}$	710	57352	291	1328
$Z_{2.1,t}$	1109	95212	639	2278
$Z_{2.2,t}$	629	88788	155	1547
$Z_{2.3,t}$	420	12689	191	693

Tabel 1 menunjukkan bahwa total market mempunyai rata-rata tertinggi sebesar 1763 dan *varians* tertinggi sebesar 128387 dengan nilai tertinggi 3.179 unit dan terendah 857 unit. Variabel "A" *cub* mempunyai rata-rata terendah sebesar 420 dan *varians* terendah sebesar 12689 dengan nilai tertinggi 693 unit dan nilai terendah sebesar 191 unit. TM *matic* mempunyai rata-rata sebesar 822 dan *varians* sebesar 65875. TM *cub* mempunyai rata-rata sebesar 710 dan *varians* sebesar 57352. Total "A" mempunyai rata-rata sebesar 1109 dan *varians* sebesar 95212. "A" *matic* mempunyai rata-rata sebesar 629 dan *varians* sebesar 88788. Selanjutnya korelasi antar penjualan sepeda motor ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Korelasi antar penjualan sepeda motor

Penjualan	Total Market	TM Matic	TM Cub	Total "A"	"A" matic	"A" cub
Total Market	1					
TM Matic	0.77 (0.0)	1				
TM Cub	0.424 (0.01)	-0.219 (0.084)	1			
Total "A"	0.779 (0.0)	0.941 (0.0)	-0.161 (0.207)	1		
"A" matic	0.515 (0.0)	-0.917 (0.0)	-0.518 (0.0)	0.919 (0.0)	1	
"A" cub	0.547 (0.0)	-0.043 (0.739)	0.907 (0.0)	0.121 (0.343)	-0.265 (0.036)	1

Tabel 2 menunjukkan nilai korelasi serta *p-value* yang diperoleh dari perhitungan. Nilai *p-value* yang kurang dari taraf signifikansi ( $\alpha=10\%$ ) menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antar variabel. Korelasi yang tidak signifikan terdapat pada variabel TM *matic* dengan "A" *cub*, TM *cub* dengan Total "A", serta Total "A" dengan "A" *cub*. Sedangkan korelasi rendah terdapat pada variabel Total Market dengan TM *cub*, TM *matic* dengan TM *cub*, TM *matic* dengan "A" *cub*, TM *cub* dengan Total "A", Total "A" dengan "A" *cub*, serta "A" *matic* dengan "A" *cub*.

Secara umum variabel total market dan Total "A" mempunyai *trend* yang hampir sama, variabel TM *matic* dan "A" *matic* mempunyai *trend* yang hampir sama, serta variabel TM *cub* dan "A" *cub* mempunyai *trend* yang hampir sama jika dilihat dari *time series* plot. Selain itu rata-rata penjualan sepeda motor pada semua variabel mengalami kenaikan pada bulan Juli dan bulan Desember kecuali untuk "A" *cub*. Variabel Total Market, TM *cub*, dan "A" *cub* juga mengalami kenaikan pada bulan Agustus. Pada bulan Juni dengan kurun waktu 3 tahun terakhir dari data diketahui bahwa variabel Total Market dan TM *Matic* juga mengalami kenaikan.

B. Metode ARIMA dan ARIMAX variasi kalender

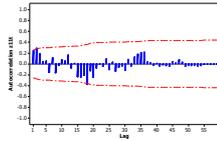
Metode ARIMA mensyaratkan data harus *stationer* terlebih dahulu sebelum melakukan pemodelan, baik *stationer* dalam *mean* maupun *varians*. Metode ARIMA akan dijabarkan terlebih dulu sebelum menuju metode ARIMAX.

Tabel 3 Box Cox Transformation pada data penjualan sepeda motor

Variabel	Rounded value	LCL	UCL	Variabel	Rounded value	LCL	UCL
$Z_{1.1,t}$	1	-0.7	1.88	$Z_{2.1,t}$	0	-1.23	0.64
$Z_{1.2,t}$	0.5	-0.45	1.03	$Z_{2.2,t}$	0	-0.64	0.31
$Z_{1.3,t}$	0.5	-0.08	1.31	$Z_{2.3,t}$	0.5	-0.48	1.29

Tabel 3 menunjukkan bahwa variabel selain variabel total "A" dan "A" *matic* belum *stationer* dalam *varians* sehingga

kedua variabel tersebut perlu dilakukan transformasi data sesuai nilai *rounded value* yang diperoleh. Pengecekan asumsi *stationer* yang kedua adalah dalam *mean*, yang dapat dilihat melalui *timeseries* plot atau plot ACF seperti pada gambar 1 untuk variabel total market.



Gambar 1. Plot ACF data penjualan market sepeda motor

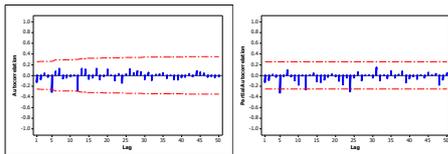
Pengecekan *stationer* dalam *mean* juga dilakukan pada kelima variabel lainnya. *Time series* plot yang digunakan untuk variabel total “A” dan “A” *matic* merupakan *time series* plot hasil transformasi. *Time series* plot atau plot ACF menunjukkan bahwa selain variabel total market dan “A” *cub*, perlu dilakukan *differencing* data. Selanjutnya data yang sudah *stationer*, dilakukan pendugaan model awal.

Penguji signifikansi parameter berdasarkan pada model dugaan awal. Parameter yang tidak signifikan dari model dugaan tidak akan dilanjutkan pada pengecekan residual. Parameter pada model TM *matic* ada yang tidak signifikan sehingga menambahkan *outlier* dalam model. Tabel 4 menunjukkan model terbaik dengan residual yang telah memenuhi asumsi serta perhitungan sMAPE.

Tabel 4 Hasil Uji White Noise dan Kenormalan Data dan sMAPE

Variabel	Model	Uji kenormalan	Uji Whitenoise	sMAPE
Total market	AR(2)	Normal	Ya	0.198049
TM <i>matic</i>	ARIMAX(1[6],1,0)	Normal	Ya	0.162766
TM <i>cub</i>	ARIMA([1,6],1,0)	Normal	Ya	0.16173
Total “A”	ARIMA([1,2,6],1,0)	Normal	Ya	0.172407
“A” <i>matic</i>	ARIMA([1,2,6],1,0)	Normal	Ya	0.165996
“A” <i>cub</i>	AR(1)	Normal	Ya	0.492239

Metode ARIMAX hampir sama dengan ARIMA, hanya menambahkan *dummy* dalam prosesnya. Pada penelitian ini, ARIMAX yang digunakan adalah model dengan *trend* deterministik. Sebelumnya akan dibahas Regresi *Time Series*.



Gambar 2. ACF dan PACF plot  $a_t$  model penjualan total market

Gambar 2 menunjukkan bahwa residual dalam keadaan *white noises* sehingga model terbaiknya adalah  $\gamma t, V_{1,t}, S_{1,t}, S_{2,t}, S_{3,t}, S_{4,t}, S_{5,t}, S_{6,t}, S_{7,t}, S_{8,t}, S_{9,t}, S_{10,t}, S_{11,t}, S_{12,t}, D_{1,t}, D_{2,t}$ , dan  $tD_{2,t}$ . Semua parameter telah signifikan dan residual telah memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Hal yang sama juga dilakukan pada kelima variabel. Pada variabel TM *cub* belum memenuhi asumsi *white noise* sehingga perlu deteksi *outlier* yang mengarah pada model ARIMAX variasi kalender. Model terbaik untuk TM *cub* adalah  $([2,10,12],0,0) \gamma t, V_{2,t}, V_{3,t}, S_{1,t}, S_{2,t}, S_{3,t}, S_{4,t}, S_{5,t}, S_{6,t}, S_{7,t}, S_{8,t}, S_{9,t}, S_{10,t}, S_{11,t}, S_{12,t}, D_{2,t}$ , dan  $tD_{1,t}$ . Tabel 5 merupakan hasil pengujian residual dan perhitungan sMAPE dengan metode Regresi *Time Series* dan ARIMAX variasi kalender

Tabel 5. Uji white noise, kenormalan data, dan sMAPE pada metode Regresi *Time Series* dan ARIMAX variasi kalender

Variabel	Uji kenormalan	Uji Whitenoise	sMAPE
Total market	Normal	Whitenoise	0.279015
TM <i>matic</i>	Normal	Whitenoise	0.356099
TM <i>cub</i>	Normal	Whitenoise	0.127642
Total “A”	Normal	Whitenoise	0.326949
“A” <i>matic</i>	Normal	Whitenoise	0.437511
“A” <i>cub</i>	Normal	Whitenoise	0.190324

Peramalan akan dipilih berdasarkan nilai sMAPE terkecil. Namun demikian, meskipun nilai sMAPE pada metode ARIMA untuk variabel Total Market, TM *matic*, Total “A”, dan “A” *matic* lebih kecil, dengan berbagai pertimbangan, maka untuk peramalan akan digunakan model dari Regresi *Time Series* dan ARIMAX variasi kalender. Diketahui bahwa terjadi peningkatan pada keempat variabel pada bulan tertentu yang hanya dapat bisa ditangkap dengan menggunakan metode Regresi *Time Series* dan ARIMAX variasi kalender. Selain itu diperkuat pada analisis deskriptif untuk keempat variabel dimana masing-masing variabel terjadi peningkatan pada bulan Juli dan bulan Desember. Juga, peramalan dengan menggunakan metode Regresi *Time Series* dan ARIMAX variasi kalender lebih sesuai dengan fakta sebenarnya.

Model terbaik yang akan digunakan, dengan berbagai pertimbangan yang ada, untuk Total Market adalah Regresi *Time Series* dengan *dummytrend*, *dummy* bulan sebelum hari raya, *dummy* bulan 1-12, *dummy trend periode* kedua. Model terbaik untuk TM *matic* adalah Regresi *Time Series* dengan *dummytrend*, *dummy* bulan 1-12. Model terbaik untuk TM *cub* adalah ARIMAX variasi kalender  $([2,10,12],0,0)$  dengan *dummy* bulan 1-12, *trend*, sebelum dan saat hari raya, *trend periode* pertama. Model terbaik untuk Total “A” adalah Regresi *Time Series* dengan *dummytrend*, *dummy* bulan sebelum hari raya, *dummy* bulan 1-12, *dummy trend periode* pertama. Model terbaik untuk “A” *matic* adalah Regresi *Time Series* dengan *dummytrend*, *dummy* bulan sebelum dan saat hari raya, *dummy* bulan Agustus, September, November, *dummy trend periode* pertama sedangkan model terbaik untuk variabel “A” *cub* menggunakan Regresi *Time Series* dengan *dummy* bulan 1-12, *trend periode* pertama dan kedua. Berikut ini diberikan persamaan untuk variabel Total Market dan TM *matic*.

$$\hat{Z}_{1,t} = 16.23t + 328.1V_{1,t} + 1444.2S_{1,t} + 1550.6S_{2,t} + 1574.9S_{3,t} + 1468.5S_{4,t} + 1661.2S_{5,t} + 1620.6S_{6,t} + 1871.7S_{7,t} + 1715.8S_{8,t} + 1626.8S_{9,t} + 1603.4S_{10,t} + 1206.3S_{11,t} + 1676.7S_{12,t} - 477.34D_{1,t} - 1643.3D_{2,t} + 21.052tD_{2,t}$$

$$\hat{Z}_{1,2,t} = 29.81042t + 303.39121S_{1,t} + 386.18079S_{2,t} + 366.77038S_{3,t} + 284.75996S_{4,t} + 363.94955S_{5,t} + 337.73913S_{6,t} + 541.32871S_{7,t} + 339.9183S_{8,t} + 239.70788S_{9,t} + 239.09747S_{10,t} + 409.87664S_{12,t} - 378.69435D_{1,t} - 835.28183D_{2,t}$$

Hasil peramalan pada masing-masing variabel dengan model terbaik ditampilkan dalam Tabel 6.

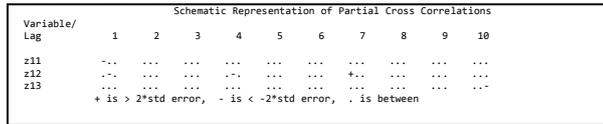
Tabel 6. Peramalan penjualan sepeda motor

Periode	TM	TM <i>matic</i>	TM <i>cub</i>	TH	“A” <i>matic</i>	“A” <i>cub</i>
Apr-14	1987	1265	305	1433	1194	261
May-14	2212	1374	321	1576	1221	308
Jun-14	2530	1378	489	1804	1533	304
Jul-14	2490	1611	393	1767	1461	411
Aug-14	2366	1439	637	1607	1081	403
Sep-14	2308	1369	743	1629	1206	371
Oct-14	2317	1398	606	1668	1353	343
Nov-14	1953	1111	225	1437	1240	227
Dec-14	2456	1629	330	1802	1406	278

Tabel 6 menunjukkan bahwa peramalan tertinggi Total Market, *TM matic*, Total “A”, dan “A” *matic* terjadi pada bulan Juni – Agustus, dan Desember. *TM cub* pada bulan Agustus-September sedangkan “A” *cub* pada bulan September. Berdasarkan Tabel 6, peramalan pada *TM cub* dan “A” *cub* mengalami penurunan penjualan secara perlahan.

C. Metode VAR dan VARX

Seperti metode sebelumnya maka metode VAR akan dijabarkan terlebih dahulu sebelum memasuki metode VARX. Identifikasi model VAR dilakukan secara *multivariate*. Jika salah satu variabel perlu dilakukan transformasi, maka variabel lain dalam VAR tersebut perlu ditransformasi dengan besaran yang sama, begitu pula untuk *differencing* data. Selanjutnya melihat plot MPACF atau nilai terkecil AIC untuk menentukan orde VAR.



Gambar 3. Plot MPACF data yang sudah *stationer* VAR pertama

Gambar 3 menunjukkan bahwa lag pertama bertanda negative sehingga model dugaan awal adalah VARI(1,1,0) untuk VAR pertama (total market, *TM matic*, *TM cub*). Hal ini diperkuat dengan nilai AIC terkecil terletak pada AR(1) MA(0). Hasil estimasi parameter diperoleh bahwa terdapat 9 parameter namun terdapat parameter yang tidak signifikan sehingga perlu dilakukan *restrict*. Parameter yang signifikan ditampilkan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Parameter yang signifikan pada VAR pertama

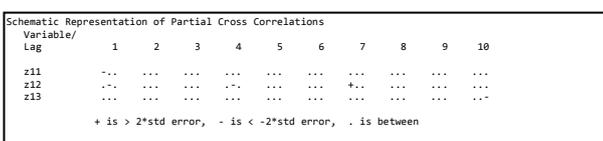
Variabel	Estimasi	Std. error	t-hit	p-value	Variabel
Z <sub>1,1t</sub>	-0.52771	0.11483	-4.6	0.0001	Z <sub>1,1t(t-1)</sub>
Z <sub>1,2t</sub>	-0.35314	0.06564	-5.38	0.0001	Z <sub>1,1t(t-1)</sub>
Z <sub>1,3t</sub>	-0.11633	0.04642	-2.51	0.0152	Z <sub>1,1t(t-1)</sub>

VAR kedua (Total “A”, “A” *matic*, “A” *cub*) dengan model VARI(3,1,0) dan VAR ketiga (total market, total A) dengan model VARI(1,1,0) juga dilakukan pengecekan estimasi parameter. Selanjutnya dilakukan pengujian residual dengan asumsi *white noise* dan berdistribusi *multivariatennormal*. Residual pada ketiga VAR yang telah memenuhi asumsi ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8 Uji *white noise* dan kenormalan metode VAR

Variabel	Model	Uji <i>white noise</i>	Uji kenormalan
VAR pertama	VARI(1,1,0)	Ya	Ya
VAR kedua	VARI(3,1,0)	Ya	Ya
VAR ketiga	VARI(1,1,0)	Ya	Ya

Metode VARX mempunyai proses yang sama dengan metode VAR, hanya saja menambahkan variabel *dummy* yaitu *dummy* bulan sebelum dan setelah hari raya. Pada model VARX diketahui bahwa variabel pada semua model VARX perlu *differencing*.



Gambar 4. Plot MPACF data yang sudah *stationer* pada VARX pertama

Gambar 4 menunjukkan bahwa lag pertama bertanda negative sehingga model dugaan awal adalah VARIX (1,1,0) untuk VARX pertama. Hal ini diperkuat dengan nilai

AIC terkecil terletak pada AR(1) MA(0). Hasil estimasi parameter diperoleh bahwa terdapat 15 parameter namun terdapat parameter yang tidak signifikan sehingga perlu dilakukan *restrict*. Parameter yang signifikan ditampilkan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Hasil estimasi parameter *restrict* VARX pertama model VARX(1,0)-I(1)

Variabel	Estimasi	Std. error	t-hit	p-value	Variabel
Z <sub>1,1t</sub>	466.24475	152.73601	3.05	0.0035	V <sub>1</sub> (t)
	-411.23411	157.08027	-2.62	0.0115	V <sub>3</sub> (t)
	-0.62360	0.10605	-5.88	0.0001	Z <sub>1,1t(t-1)</sub>
Z <sub>1,2t</sub>	217.76295	90.69274	2.40	0.0199	V <sub>1</sub> (t)
	-221.31876	93.27231	-2.37	0.0213	V <sub>3</sub> (t)
	-0.40281	0.06297	-6.40	0.0001	Z <sub>1,1t(t-1)</sub>
Z <sub>1,3t</sub>	178.99144	62.86442	2.85	0.0063	V <sub>1</sub> (t)
	-150.27099	64.65247	-2.32	0.0240	V <sub>3</sub> (t)
	-0.15187	0.04365	-3.48	0.0010	Z <sub>1,1t(t-1)</sub>

VARX kedua dengan model VARX(2,0)-I(1) dan VARX ketiga dengan model VARX (2,0)-I(1) juga dilakukan pengecekan estimasi parameter. Selanjutnya dilakukan pengujian residual dengan asumsi *white noise* dan berdistribusi *multivariatennormal*. Residual pada ketiga VARX yang telah memenuhi asumsi dan perhitungan sMAPE ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji *white noise* dan kenormalan metode VARX

Variabel	Model	Uji <i>white noise</i>	Uji kenormalan
VARX pertama	VARX (1,0)-I(1)	Ya	Ya
VARX kedua	VARX (2,0)-I(1)	Ya	Ya
VARX ketiga	VARX (2,0)-I(1)	Ya	Ya

Tabel 4.11 merupakan perhitungan sMAPE antara kedua metode.

Tabel 4.11 Perbandingan hasil sMAPE kedua metode

	Variabel	sMAPE	
		VAR	VARX
<i>Multivariate</i> pertama	Z <sub>1,1t</sub>	0.19647	0.186568*
	Z <sub>1,2t</sub>	0.229249	0.221248*
	Z <sub>1,3t</sub>	0.189583	0.186881*
<i>Multivariate</i> kedua	Z <sub>2,1t</sub>	0.185087	0.167808*
	Z <sub>2,2t</sub>	0.179042*	0.183312
	Z <sub>2,3t</sub>	0.217473	0.213453*
<i>Multivariate</i> ketiga	Z <sub>1,1t</sub>	0.140428	0.12922*
	Z <sub>2,1t</sub>	0.18516	0.175833*

\*Nilai terkecil

Peramalan variabel dilakukan setelah memilih sMAPE terkecil dari untuk kedua metode. Perbandingan sMAPE menunjukkan bahwa metode yang sesuai untuk peramalan adalah metode VARX kecuali variabel “A” *matic* dengan VARI (3,1,0). Variabel Total Market, *TM matic*, dan *TM cub* diramalkan dengan model VARX(1,0) – I(1), sedangkan Total “A” dan “A” *cub* diramalkan dengan VARX (2,0) – I(1). Berikut ini diberikan persamaan Total Market dan merek “A” jenis *cub*.

$$Z_{1,1,t} = -0.6236Z_{1,1,t-1} + 466.24475V_{1,t} - 411.23411V_{3,t} + a_{1,1,t}$$

$$Z_{2,3,t} = -0.61249Z_{2,1,t-1} - 0.22922Z_{2,2,t-2} - 0.17572Z_{2,3,t-2} + 0.3094V_{1,t} + a_{2,3,t}$$

Hasil peramalan pada masing-masing variabel dengan model terbaik ditampilkan dalam Tabel 12.

Tabel 12. Peramalan penjualan sepeda motor

Periode	Total Market	TM <i>matic</i>	TM <i>cub</i>	Total “A”	“A” <i>matic</i>	“A” <i>cub</i>
Apr-14	1794	997	424	1112	734	260

May-14	1845	1030	436	1180	802	262
Jun-14	1813	1009	429	1175	793	270
Jul-14	1833	1022	433	1153	776	264
Aug-14	1821	1014	430	1173	792	266
Sep-14	1829	1019	432	1164	785	266
Oct-14	1824	1016	431	1164	785	265
Nov-14	1827	1018	432	1168	788	266
Dec-14	1825	1017	431	1165	785	266

Tabel 12 menunjukkan bahwa peramalan tertinggi total market, TM *matic*, dan TM *cub* terjadi pada bulan Juli, total A dan "A" *matic* pada bulan Mei, "A" *cub* pada Juni. Terlihat juga bahwa penjualan "A" *cub* mulai bulan Agustus diprediksi konstan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini antara lain.

1. Pada karakteristik data diperoleh bahwa total market mempunyai rata-rata tertinggi sebesar 1763 dan *varians* tertinggi sebesar 128387 dengan nilai tertinggi 3.179 unit dan terendah 857 unit. Variabel "A" *cub* mempunyai rata-rata terendah sebesar 420 dan *varians* terendah sebesar 12689 dengan nilai tertinggi 693 unit dan nilai terendah sebesar 191 unit. Korelasi yang tidak signifikan terdapat pada variabel TM *matic* dengan "A" *cub*, TM *cub* dengan Total "A", serta Total A dengan "A" *cub*. Sedangkan korelasi rendah terdapat pada variabel Total Market dengan TM *cub*, TM *matic* dengan TM *cub*, TM *matic* dengan "A" *cub*, TM *cub* dengan Total "A", Total "A" dengan "A" *cub*, serta "A" *matic* dengan "A" *cub*. Secara umum variabel total market dan Total "A" mempunyai *trend* yang hampir sama, variabel TM *matic* dan "A" *matic* mempunyai *trend* yang hampir sama, serta variabel TM *cub* dan "A" *cub* mempunyai *trend* yang hampir sama.
2. Peramalan untuk penjualan sepeda motor sebagai berikut.
  - a. Peramalan penjualan tertinggi Total Market dengan menggunakan model Regresi *Time Series* terjadi pada bulan Juli-Agustus dengan peningkatan sebesar 12.4% pada bulan Agustus 2014
  - b. Peramalan penjualan tertinggi Total Market *matic* dengan menggunakan model Regresi *Time Series* terjadi pada bulan Juli-Agustus dengan peningkatan sebesar 14.7% pada bulan Agustus 2014.
  - c. Peramalan penjualan tertinggi Total Market *cub* dengan menggunakan model ARIMAX variasi kalender yang meliputi *dummytrend*, *dummy* bulan hari raya, bulan setelah hari raya, *dummy* ke-12 bulan, *dummy* periode kedua, dan *dummytrend* periode bagian pertama dengan subset lag 2, lag 10, dan lag 12, terjadi pada bulan Agustus - September. Namun penjualan Total Market *cub* mengalami penurunan sebesar 22.3% pada bulan Juli 2014.
  - d. Peramalan penjualan tertinggi Total "A" dengan menggunakan model Regresi *Time Series* terjadi pada bulan Juni. Hal ini dikarenakan terjadi pergeseran penjualan tertinggi jika dibandingkan tahun 2013 yaitu bulan Juni 2014 dimana merupakan bulan sebelum hari raya dengan peningkatan sebesar 22.14%, pada bulan Juni 2014
  - e. Peramalan penjualan tertinggi merek "A" jenis *matic* dengan menggunakan model Regresi *Time Series* terjadi

pada bulan Juni dimana merupakan bulan sebelum hari raya dengan peningkatan sebesar 49.4% pada bulan Juni 2014

- f. Peramalan penjualan tertinggi merek "A" jenis *cub* dengan menggunakan model Regresi *Time Series* terjadi pada bulan Juli dengan penurunan penjualan sebesar 22.3% pada bulan Juli 2014
3. Peramalan tertinggi secara keseluruhan terjadi pada bulan Mei kecuali penjualan merek "A" jenis *cub* yang terjadi pada bulan Juni. Semua variabel mengalami pergeseran penjualan tertinggi dengan membandingkan penjualan pada tahun 2013. Variabel Total Market, Total Market *matic*, dan Total Market *cub* pemodelan yang tepat menggunakan VARX(2,0)-I(1) dimana terdapat keterkaitan penjualan market sepeda motor dengan *dummy* bulan sebelum dan setelah hari raya serta Total Market itu sendiri pada saat (t-1). Merek "A" dan "A" jenis *cub* dengan model VARX (2,0) - I(1), terdapat keterkaitan penjualan sepeda motor merek "A" dengan *dummy* bulan sebelum hari raya serta merek "A" itu sendiri pada saat (t-1) sedangkan merek "A" jenis *matic* dengan VARI(3,1,0).

Penelitian selanjutnya diharapkan melibatkan faktor lain yang berhubungan dengan penjualan sepeda motor seperti variabel Indeks Harga Konsumen (IHK) sektor transportasi sehingga diharapkan peramalan yang diperoleh akan lebih baik. Selain itu dalam penelitian ini lebih disarankan menggunakan metode secara *univariate*. Hal ini didasarkan pada hasil peramalan dengan metode *multivariate* cenderung landai, serta didukung dari korelasi pada analisis deskriptif dimana korelasi antara variabel yang di *multivariate* cukup rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sijabat, R. *Model Pemilihan Moda Pergerakan Komuter di Kecamatan Sayung*. Tugas Akhir: Universitas Diponegoro. (2013).
- [2] A. Kurniawan. *72 Persen Keluarga Indonesia Pengguna Sepeda Motor*. [online]. Diakses pada tanggal 27 Februari 2014 dari [http://otomotif.kompas.com/read/2011/01/12/14370870/72.Persen.Keluarga.Indonesia.Pengguna.Sepeda.Motor.\(2011\)](http://otomotif.kompas.com/read/2011/01/12/14370870/72.Persen.Keluarga.Indonesia.Pengguna.Sepeda.Motor.(2011)).
- [3] A. Azhari. *9.578 Mobil A Terjual di November 2013*. [online]. Diakses pada tanggal 4 Februari 2014 dari [http://autos.okezone.com/read/2013/12/13/52/912090/9-578-mobil-A-terjual-di-november-2013\(2013\)](http://autos.okezone.com/read/2013/12/13/52/912090/9-578-mobil-A-terjual-di-november-2013(2013)).
- [4] F. Kurniawati. *Analisis Vector Autoregression (VAR) Terhadap Penjualan Sepeda Motor A Jenis Mega Pro, Supra Fit, Dan Kharisma Melalui Sistem Kredit Di PT X Surabaya*. Tugas Akhir: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2005).
- [5] M. H. Lee, Suhartono, & N. A. Hamzah. Calender Variation Model Based on ARIMAX for Forecasting Sales Data with Ramadhan Effect. *Proceeding of The Regional Conference on Statistical Sciences 2010 (RCSS'10)*, (2010) (pp. 349-361).
- [6] Suhartono, & M. H. Lee. Calender Variation Model Based on Time Series Regression for Forecast : The Ramadhan Effect. *Proceeding of The Regional Conference on Statistical Sciences 2010 (RCSS'10)*, (2010) (pp. 30-41).
- [7] J. D. Cryer & K. S. Chan. *Time Series Analysis with Applications in R (2nd ed.)*. New York: Springer. (2008).
- [8] W. W. Wei. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Method, Second Edition*. New York: Boston San Francisco (2006)..
- [9] S. Makridakis & Hibon. The M3-Competition: result, conclusions, and implication. *International Journal of Forecasting*, 16(1), (2000) 451-476.