# Peramalan Penjualan Pakaian dengan *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneous* Input (ARIMAX) (Studi Kasus: Penjualan Pakaian di Toko M~Al Samarinda Tahun 2012 s.d 2016)

## *Forecasting Clothing Sales with Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneous Input (ARIMAX) (Case Study: Clothing Sales at Toko M ~ Al Samarinda 2012 s.d 2016)*

**Azeilla Putri Bulu Laga[1], Sri Wahyuningsih[2], dan Memi Nor Hayati[3]**
[1]Laboratorium Statistika Ekonomi dan Bisnis Jurusan Matematika FMIPA Universitas Mulawarman
[2,3]Laboratorium Statistika Terapan Jurusan Matematika FMIPA Universitas Mulawarman
[1]E – mail: azeillastatistika2013@gmail.com

***Abstract***

*The rate of clothing sales will soar on holidays, religious celebrations, and preparations for the new year. In buying and selling transactions, there are times when the goods the consumer wants are sold out, so it is important for the store owner to provide clothing to be sold. Therefore ARIMAX method is used. ARIMAX is ARIMA model which has exogenous variable. Exogenous variables are variables that are considered to affect other variables, such as holidays and celebrations of the big day, and Eid is one of important indicator of clothing sales. The purpose of this research is to find out the best ARIMAX model in clothing sales at Toko M~Al and to find out the result of forecasting of clothing sales data at Toko M~Al for the next 12 periods. Forecasting results using ARIMAX method is SARIMA (1,0,2)(0,0,2)6 with the smallest MAPE value is 9,01089. The highest forecast result occurred in June that is 945 and the lowest estimate in December that is 187.*

*Keywords: ARIMAX, sales, forecasting.*

## Pendahuluan

Metode ARIMA merupakan salah satu metode peramalan yang diterapkan untuk analisis deret waktu dan telah dipelajari secara mendalam oleh Box dan Jenkins pada Tahun 1976 (Aswi dan Sukarna, 2006). Salah satu model deret waktu yang dapat dipandang sebagai perluasan dari model deret waktu ARIMA adalah yang disebut sebagai model *Autoregressive Integrated Moving Average with Exsogenous* Input (ARIMAX). ARIMAX merupakan model ARIMA yang memiliki variabel eksogen (Rosadi, 2012). Variabel eksogen adalah variabel yang dianggap memiliki pengaruh terhadap variabel lain, namun tidak dipengaruhi oleh variabel lain dalam model. Variabel eksogen bisa disebut sebagai variabel bebas. Dalam melakukan peramalan sering kali terdapat variabel eksogen yang mempengaruhi model seperti hari libur, perayaan hari besar keagamaan, serta persiapan menyambut tahun baru. Hal ini menyebabkan beberapa penjualan meningkat contohnya penjualan pakaian.

Saat hari libur atau perayaan hari besar agama terdapat tradisi di Indonesia ditandai dengan memakai sesuatu yang baru, mulai dari pakaian, sepatu, tas dan lainnya. Pakaian adalah kebutuhan pokok manusia selain makanan dan tempat tinggal. Manusia membutuhkan pakaian untuk melindungi dan menutup dirinya. Penjualan pakaian yang akan dijadikan objek peneliti yaitu penjualan pakaian pada Toko M~Al yang terletak di Kota Samarinda. Dalam melaksanakan transaksi jual beli ada kala barang yang diinginkan konsumen telah habis, sehingga penting bagi pemilik toko untuk menyediakan pakaian yang akan dijual.

Penelitian ARIMAX sebelumnya oleh Lailatul, Destri, dan Suhartono (2014) meneliti tentang peramalan penjualan sepeda motor menurut tipe di Kabupaten Banyuwangi. Hasil yang didapatkan dalam penelitian tersebut menunjukkan peramalan penjualan sepeda motor pada Tahun 2014 – 2015 mengikuti pola penjualan pada tahun sebelumnya dengan menggunakan model deterministik.

## Peramalan

Metode peramalan dapat dibagi dalam dua kategori utama, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif lebih banyak menuntut analisis yang didasarkan pada pemikiran intuitif, perkiraan logis dan informasi atau pengetahuan yang telah diperoleh peneliti sebelumnya. Satu ciri metode ini adalah faktor yang mempengaruhi ramalan dan cara menilainya sangat bersifat pribadi dan sulit ditirukan orang lain. Berbeda dengan metode kualitatif, pada metode kuantitatif dibutuhkan informasi masa lalu yang dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik. Terdapat dua jenis model peramalan kuantitatif, yaitu model deret waktu dan model regresi.

## Fungsi Autokorelasi/*Autocorrelation Function*

Fungsi autokorelasi (ACF) adalah suatu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi (hubungan linear) antara pengamatan pada waktu ke t (dinotasikan dengan $Z_t$) dengan pengamatan pada waktu-waktu yang sebelumnya (dinotasikan dengan $Z_{t-1}$, $Z_{t-2}$, …, $Z_{t-k}$). Untuk suatu data deret waktu $Z_1$, $Z_2$, …, $Z_n$, maka nilai ACF nya adalah sebagai berikut :

a. Nilai autokorelasi lag k sampel (*sample autocorrelation at lag k*)

$$\gamma_k = corr\ (Z_t, Z_{t-k}) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(Z_t-\bar{Z})(Z_{t-k}-\bar{Z})}{\sum_{t=1}^{n}(Z_t-\bar{Z})^2} \quad (1)$$

b. Taksiran kesalahan baku (*standard error*) dari $\gamma_k$ adalah

$$SE_{\gamma_k} = \sqrt{\frac{1+2\sum_{j=1}^{k-1}\gamma_j^2}{n}} \quad (2)$$

c. Nilai statistik uji untuk uji $\gamma_k = 0$ atau $\gamma_k \neq 0$ adalah

$$t_{\gamma_k} = \frac{\gamma_k}{s_{\gamma_k}} \quad (3)$$

Diagram ACF dapat digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi kestasioneran data. Jika diagram ACF cenderung turun lambat atau turun secara linear, maka dapat disimpulkan data belum stasioner dalam rata-rata
(Aswi dan Sukarna, 2006).

**Fungsi Autokorelasi Parsial/*Partial Autocorrelation Function***

Fungsi autokorelasi parsial (PACF) digunakan untuk mengukur tingkat keeratan anatara $Z_t$ dan $Z_{t-k}$, apabila pengaruh dari lag waktu 1, 2, 3, …, k-1 dianggap terpisah. PACF adalah suatu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi parsial antara pengamatan pada waktu ke t (dinotasikan dengan $Z_t$) dengan pengamatan pada waktu-waktu yang sebelumnya (dinotasikan dengan $Z_{t-1}$, $Z_{t-2}$, …, $Z_{t-k}$). Rumus autokorelasi parsial atau $\emptyset_{kk}$ adalah

$$\emptyset_{kk} = corr\ (Z_t, Z_{t-k}|Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k+1} \quad (4)$$

Durbin (1960) telah memperkenalkan metode yang lebih efisien untuk menyelesaikan PersamaanYule-Walker:

$$\phi_{kk} = \frac{\gamma_k - \sum_{j=1}^{k-1}\phi_{k-1,j}\rho_{k-j}}{1-\sum_{j=1}^{k-1}\phi_{k-1,j}\rho_j} \quad (5)$$

Taksiran kesalahan baku (*standard error*) dari $\gamma_{kk}$ adalah

$$SE_{\phi_{kk}} = \sqrt{\frac{1}{n}}, \quad (6)$$

Nilai statistik uji *t* untuk $\phi_{kk} = 0$ atau $\phi_{kk} \neq 0$ adalah

$$t_{\phi_{kk}} = \frac{\phi_{kk}}{s_{\phi_{kk}}} \quad (7)$$

**Proses *White Noise***

Suatu proses $\{a_t\}$ dinamakan proses *white noise* (proses yang bebas dan identik) jika bentuk variabel acak yang berurutan tidak saling berkorelasi dan mengikuti distribusi tertentu. Rata-rata $E(a_t) = \mu_a$ dari proses ini diasumsikan bernilai nol dan mempunyai variansi yang konstan yaitu $var(a_t) = \sigma_a^2$ dan nilai kovariansi untuk proses ini $\gamma_k = cov(a_t, a_{t+k}) = 0$ untuk $k \neq 0$.

Berdasarkan definisi tersebut, dapat dikatakan bahwa suatu proses *white noise* $\{a_t\}$ adalah stasioner dengan beberapa sifat berikut:

Fungsi autokovariansi:

$$\gamma_k = \begin{cases} \sigma_a^{\ 2}, \text{untuk } k = 0 \\ 0\ , \text{untuk } k \neq 0 \end{cases}$$

Fungsi autokorelasi :

$$\rho_k = \begin{cases} 1, & \text{untuk } k = 0 \\ 0, & \text{untuk } k \neq 0 \end{cases}$$

Fungsi autokorelasi parsial:

$$\phi_{kk} = \begin{cases} 1, & \text{untuk } k = 0 \\ 0, & \text{untuk } k \neq 0 \end{cases}$$

Dengan demikian, suatu deret waktu disebut proses *white noise* jika rata-rata dan variansinya konstan dan saling bebas (Aswi dan Sukarna, 2006).

**Metode ARIMA Box-Jenkins**

Box dan Jenkins (1976) secara efektif telah berhasil mencapai kesepakatan mengenai informasi relevan yang diperlukan untuk memahami dan memakai model-model ARIMA untuk deret berkala univariat. Dasar dari pendekatan dirangkum di dalam Gambar 1 yang terdiri dari tiga tahap identifikasi, penaksiran dan pengujian serta penerapan.

**Proses *Autoregressive Integrated Moving Average* ARIMA (p, d, q)**

Suatu proses $Z_t$ dikatakan mengikuti model ARIMA yang non-stasioner dalam rata-rata jika ada orde d (d ≥ 1). Model umum untuk ARIMA (p,d,q) adalah:

$$(1-\phi_1 B - \phi_2 B - \dots - \phi_p B^p)(1-B)^d \dot{Z}_t = (1-\theta_1 B - \theta_2 B \dots - \theta_q B^q)\ a \quad (8)$$

**Proses *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) (p,d,q)(P,D,Q)$^S$**

Secara umum model SARIMA (p,d,q)(P,D,Q)$^S$ dengan $\dot{Z}_t = Z_t - \mu$ dapat ditulis sebagai berikut :

$$\phi_p(B)\,\Phi_P(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D\dot{Z}_t = \theta_q(B)\,\Theta_Q(B^S)\,a_t \quad (9)$$

dimana :

$p, d, q$ = orde AR, *differencing* non-musiman, dan MA

$P, D, Q$ = orde SAR, *differencing* musiman, dan SMA

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^p$

$\Phi_P(B^S) = 1 - \Phi_1 B^S - \Phi_2 B^{2S} - \cdots - \Phi_p B^{pS}$

$(1-B)^d$ = orde *differencing* non-musiman

$(1-B^S)^D$ = orde *differencing* musiman

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_p B^p$

$\Theta_Q(B^S)^D = 1 - \Theta_1 B^S - \Theta_2 B^{2S} - \cdots - \Theta_p B^{pS}$

(Aswi dan Sukarna, 2006).

**Penaksiran Parameter**

Setelah diperoleh dugaan model awal ARIMA (p,d,q), selanjutnya parameter dari model tersebut ditaksir, sehingga didapatkan besaran koefisien model. Secara umum, penaksiran parameter model ARIMA *Box-Jenkins* dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode seperti metode *moment*, metode *least square* dan metode *Maximum Likelihood*. Karena dalam penelitian ini digunakan metode *least square*, maka akan dibahas lebih lanjut tentang metode tersebut.

Metode *least square* merupakan suatu metode yang dilakukan dengan cara mencari nilai parameter yang meminimumkan jumlah kuadrat kesalahan (selisih antara nilai aktual dan ramalan) yaitu dinyatakan dalam bentuk Persamaan berikut:

$$S(\phi,\mu) = \sum_{i=2}^{n} a_t^2 = \sum_{t=2}^{n}[(Z_t-\mu) - \phi(Z_{t-1}-\mu)]^2 \quad (10)$$

Dengan demikian akan diperoleh nilai taksiran untuk $\mu$ dari model AR(1) sebagai berikut:

$$\hat{\mu} = \frac{\sum_{t=2}^{n} Z_t - \phi \sum_{t=2}^{n} Z_{t-1}}{(n-1)(1-\phi)}. \quad (11)$$

Didapatkan nilai taksiran $\phi$ sebagai berikut:

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{t=2}^{n}(Z_t - \bar{Z})(Z_{t-1} - \bar{Z})}{\sum_{t=2}^{n}(Z_{t-1} - \bar{Z})^2} \quad (12)$$

**Pemeriksaan Diagnostik**

Pemeriksaan diagnostik (*diagnostic checking)* dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu uji signifikansi parameter dan uji kesesuaian model [illegible]ti uji asumsi *white noise* dan distribusi [illegible]). Pengujian signifikansi parameter [illegible]unakan uji t, uji asumsi *white noise* dengan uji Ljung-Box dan asumsi residual berdistribusi normal menggunakan uji Kolmogorv Smirnov.

**Analisis Regresi**

**Analisis Regresi Linier Berganda**

Dalam analisis regresi linier sederhana hanya terdapat satu variabel bebas X yang dihubungkan terhadap variabel terikat Y sedangkan analisis regresi linier berganda terdapat satu variabel terikat akan tetapi terdapat dua atau lebih variabel bebas. Bentuk umum dari regresi linier berganda adalah :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (13)$$

**Regresi *Dummy***

Dalam analisis regresi, variabel kualitatif seringkali digunakan sebagai variabel bebas dalam model regresi. Variabel kualitatif yang memiliki dua nilai yang mungkin disebut *dummy* (boneka) (Rosadi, 2012). Variabel kualitatif ini mengindikasikan ada tidaknya sebuah atribut. Salah satu metode untuk mengkuantitatifkan atribut yang bersifat kualitatif tersebut dengan cara membentuk variabel yang sifatnya *dummy* ke dalam model Persamaan regresi dengan cara mengambil nilai 1 atau 0. Angka 1 menunjukkan adanya atribut dan angka 0 menunjukkan tidak adanya atribut.

Model Persamaan regresi dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + e_i \quad (14)$$

**Model ARIMAX**

Pemodelan runtun waktu dengan menambahkan beberapa variabel yang dianggap memiliki pengaruh yang signifikan terhadap data seringkali dilakukan untuk menambah akurasi peramalan yang dilakukan dalam suatu penelitian. Model ARIMAX adalah modifikasi dari model dasar ARIMA *seasonal* dengan penambahan variabel eksogen (Chan dan Chan, 2008). Model ARIMA *seasonal* dengan umum dapat ditulis sebagai berikut:

$$Z_t = \frac{\theta_q(B)\Theta_Q(B^S)}{\phi_p(B)\Phi_p(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D} \quad (15)$$

Efek variasi kalender merupakan salah satu variabel *dummy* yang seringkali digunakan dalam pemodelan tersebut. Secara umum, jika $Z_t$ adalah suatu deret waktu dengan efek variasi kalender, maka model ARIMAX dengan efek variasi kalender ditulis sebagai berikut:

$$Z_t = \beta_1 X_{1,t} + \beta_2 X_{2,t} + \cdots + \beta_p X_{p,t} + \frac{\theta_q(B)\Theta_Q(B^S)}{\phi_p(B)\Phi_P(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D}\alpha_t \tag{16}$$

Pemodelan Persamaan (15) terdiri dari variabel terikat, yaitu data deret waktu dan variasi kalender yang berperan sebagi variabel *dummy* (Astuti, 2013).

**Pemilihan Model Terbaik**

Dalam pemodelan deret waktu, ada kemungkinan terdapat beberapa model yang semua parameternya signifikan, residual memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Untuk menentukan model yang terbaik dari beberapa model yang telah memenuhi syarat, salah satunya dapat digunakan kriteria MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Model terbaik akan dipilih dengan nilai MAPE terkecil. MAPE memberikan petunjuk seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya dari *series* tersebut. Rumus MAPE dapat dituliskan sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{X_t - F_t}{X_t}\right| \times 100\% \tag{17}$$

**Metode Penelitian**

Penelitian yang digunakan adalah rancangan kausal-komparatif yang bersifat *ex post facto*, artinya data dikumpulkan setelah semua kejadian yang dipersoalkan berlangsung atau lewat (Sugiyono, 2010). Penelitian ini merupakan penelitian non eksperimen, karena data yang dikumpulkan merupakan data rekapitulasi penjualan pakaian Toko M~Al.

Populasi dalam penelitian ini adalah jumlah penjualan pakaian di Toko M~Al. Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah jumlah penjualan pakaian di Toko M~Al pada Bulan Januari 2012 sampai dengan Desember 2016. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik sampling *purposive*, atau dikenal juga sebagai sampling pertimbangan.

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel deret waktu dan variabel bebas (*dummy*), dimana variabel deret waktu ialah jumlah penjualan pakaian ($Z_t$), dan untuk variabel *dummy* yang digunakan adalah saat Hari Raya Idul Fitri ($P_t$), sebelum Hari Raya Idul Fitri ($S_t$)

$$P_t = \begin{cases} 1, \text{untuk sebelum Hari Raya Idul Fitri} \\ 0, \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

dan

$$S_t = \begin{cases} 1, \text{untuk sebelum Hari Raya Idul Fitri} \\ 0, \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

Beberapa tahap yang dilakukan untuk mendapatkan model ARIMAX adalah :

1. Pengumpulan data.
2. Menentukan model regresi.
3. Identifikasi proses *white nois.*
4. Identifikasi model.
   i. Membuat *time series plot.*
   ii. Uji kestasioneran.
5. Menentukan model SARIMA.
6. Memilih model terbaik menggunakan kriteria MAPE pada persamaan (17).
7. Menentukan model ARIMAX.
8. Peramalan.

**Hasil Dan Pembahasan**

**Deskripsi Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penjualan pakaian pada Toko M~Al dari Januari 2012–Desember 2016.

**Tabel 1. Data Penjualan Pakaian dari Januari 2012–Desember 2016**

| Bulan | Tahun | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Januari | 516 | 484 | 549 | 559 | 576 |
| Februari | 441 | 379 | 358 | 388 | 484 |
| Maret | 430 | 442 | 434 | 358 | 395 |
| April | 551 | 489 | 524 | 603 | 475 |
| Mei | 627 | 766 | 553 | 650 | 469 |
| Juni | 675 | 580 | 693 | 655 | 666 |
| Juli | 766 | 679 | **1.148** | **1.193** | **1.170** |
| Agustus | **1.107** | **1.048** | 412 | 529 | 418 |
| September | 416 | 412 | 378 | 412 | 369 |
| Oktober | 355 | 433 | 423 | 449 | 421 |
| November | 601 | 511 | 575 | 559 | 496 |
| Desember | 655 | 534 | 614 | 608 | 563 |

Pada umumnya, menjelang Hari Raya Idul Fitri masyarakat muslim membeli pakaian baru. Berdasarkan Tabel 1 penjualan pakaian meningkat pada waktu–waktu menjelang Hari Raya Idul Fitri. Bulan dan tanggal terjadinya Hari Raya Idul Fitri pada Tahun 2012 sampai 2016 yang terdapat peningkatan dan penurunan penjualan pakaian di Toko M~Al dapat dilihat pada Tabel 2 yakni sebagai berikut:

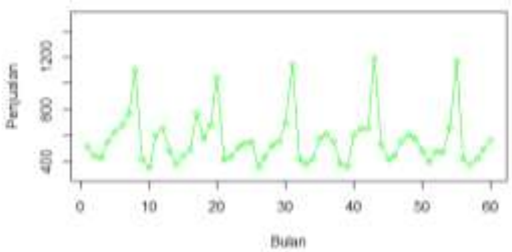
**Tabel 2. Tanggal dan Bulan Terjadinya Hari Raya Idul Fitri**

| Tahun | Bulan | Tanggal |
|---|---|---|
| 2012 | Agustus | 19 |
| 2013 | Agustus | 8 |
| 2014 | Juli | 28 |
| 2015 | Juli | 16 |
| 2016 | Juli | 6 |

**Tabel 3. Statistika Deskriptif Penjualan Pakaian Januari 2012 –Desember 2016**

| | Rata | Standar Deviasi | Min | Max |
|---|---|---|---|---|
| Penjualan | 567 | 201,4251 | 355 | 1.193 |

Dari Tabel 3 dapat dilihat penjualan pakaian dari bulan Januari 2012-Desember 2016 di Toko M~Al. Data penjualan pakaian memiliki rata–rata sebesar 567 helai pakaian dan data menyebar sebesar 201,4251 dari rata–rata. Penjualan terendah dari bulan Januari 2012–Desember 2016 yaitu 355 helai pakaian dan penjualan tertinggi mencapai 1.193 helai pakaian.




Gambar 1. Grafik penjualan pakaian

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa penjualan terendah pada bulan ke-10 atau bulan Oktober Tahun 2015 dan tertinggi pada bulan ke–43 atau bulan Juli Tahun 2015. Selain itu, dapat diketahui bahwa data tersebut belum stasioner dalam variansi, karena data tersebut memiliki variansi yang tidak konstan dan dapat diketahui dari Gambar 4.1 bahwa data penjualan merupakan data yang memiliki musiman atau *seasonal*.

**Regresi *Dummy***

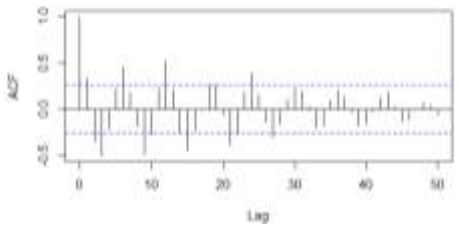
Analisis regresi *dummy* digunakan untuk mengetahui adanya variabel kualitatif yang berpengaruh terhadap model. Dalam penelitian ini variabel *dummy* yang berpengaruh adalah penjualan sebelum Hari Raya Idul Fitri dilambangkan dengan $S_t$ dan pada saat Hari Raya Idul Fitri dilambangkan dengan $P_t$. Adapun model umum regresi untuk dua variabel *dummy* dengan efek variasi kalender adalah sebagai berikut:

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 S_t + \beta_2 P_t + x_t \qquad (24)$$

Berdasarkan hasil *output* data dengan menggunakan *software* R studio, diperoleh nilai estimasi parameter $\beta_0$, $\beta_1$, dan $\beta_2$ dengan metode regresi linier berganda adalah sebagai berikut:

$$Z_t = 498 + 192{,}6\, S_t + 635{,}2\, P_t \qquad (23)$$

Selanjutnya untuk mengetahui apakah nilai residual terjadi *white noise* atau tidak, maka dilakukan identifikasi model terhadap nilai residual regresi *dummy* dengan menggunakan *plot* ACF.




Gambar 2. *Plot* ACF nilai residual

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai residual pada data penjualan pakaian tidak terjadi *white noise*, karena terdapat *cut off* di beberapa *lag* pada grafik ACF, yaitu pada lag 1, 2, dan 3. Selanjutnya nilai residual pada data penjualan pakaian akan dianalisis menggunakan model SARIMA, karena dapat dilihat dari Gambar 2 terjadi *cut off* dan membentuk pola musiman enam. Hal ini dikarenakan terjadi pengulangan pada setiap lag ke-6.

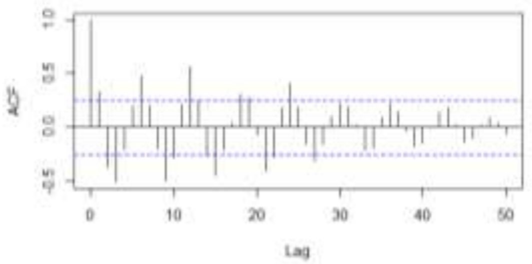
***Seasonal Autoregrresive Integrated Moving Average* (SARIMA)**

**Pengecekan Kestasioneran**

Identifikasi kestasioneran data baik itu stasioner dalam rata – rata maupun stasioner dalam variansi dapat dilihat melalui *time series plot*, grafik fungsi autokorelasi, nilai λ pada transformasi Box–Cox, dan uji ADF. Pengecekan stasioner dalam variansi tidak dapat dilakukan karena nilai residual bernilai negatif, sehingga nilai residual perlu ditambahkan dengan data penjualan terendah yaitu 355. Setelah dilakukan penambahan, didapatkan nilai λ = 0,0728. Karena nilai λ tidak mendekati 1, maka dapat disimpulkan bahwa data penjualan pakaian di Toko M~Al tidak stasioner dalam variansi, sehingga perlu dilakukan transformasi. Transformasi yang dilakukan adalah $x_t^{0,0728}$ sesuai dengan nilai λ yang diperoleh. Untuk selanjutnya $x_t^{0,0728}$ disebut dengan $x_t^*$. Setelah dilakukan transformasi, diperoleh nilai λ = 1. Dengan demikian dapat disimpulkan $x_t^*$ telah stasioner dalam variansi. Selanjutnya dilakukan pengecekan kestasioneran dalam rata–rata menggunakan uji ADF. Dengan menggunakan *software* R Studio, diperoleh hasil bahwa data residual telah stasioner dalam variansi dan rata-rata.

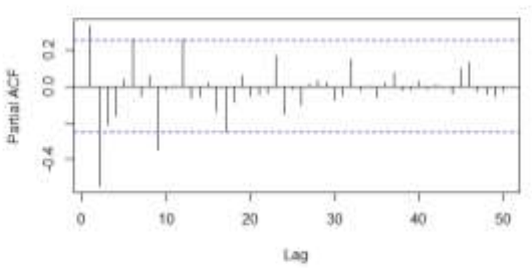
**Identifikasi Model**

Identifikasi model SARIMA yang mungkin sesuai dengan data dapat dilakukan pengecekan pada *plot* ACF dan PACF. *Plot* ACF dapat dilihat pada Gambar 3 dan *plot* PACF pada $X_t$ dapat dilihat pada Gambar 4.




Gambar 3. *Plot* ACF dari data transformasi

Pada Gambar 3 diketahui bahwa *plot* ACF *cut off* pada *lag* 1, 2 dan 3, sehingga orde MA adalah $q$ = 3 dan dapat dilihat bahwa terjadi musiman 6 karena terjadi pengulangan pola pada lag ke 6.




Gambar 4. *Plot* PACF dari data transformasi

Pada Gambar 4 *plot* PACF *cut off* pada *lag* 1 dan 2, sehingga orde AR adalah $p$ = 2, karena tidak dilakukan *differencing* maka $d$ = 0. Kombinasi SARIMA awal untuk $x_t^*$.

**Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter**

Untuk pengujian signifikansi parameter dilakukan dengan menggunakan uji t dengan bantuan *software* R *studio*, dimana hasil estimasi adalah 22 model. Berdasarkan pengujian signifikansi parameter diperoleh kesimpulan bahwa model yang memiliki parameter yang signifikan untuk $Z_t$ ada 7 model yaitu: SARIMA $(0,0,1)(0,0,1)^6$, SARIMA $(0,0,3)(0,0,1)^6$, SARIMA (0,0,1)(0,0,2)6, SARIMA (1,0,0)(0,0,1)6, SARIMA (1,0,2)(0,0,1)6, SARIMA $(1,0,2)(0,0,2)^6$, SARIMA (2,0,0) $(0,0,2)^6$

**Pemeriksaan Diagnostik**

Setelah dilakukan pengujian signifikansi parameter, maka dilanjutkan dengan melakukan pemeriksaan diagnostik terhadap ketujuh model yang tersisa, yaitu SARIMA $(0,0,1)(0,0,1)^6$, SARIMA $(0,0,3)(0,0,1)^6$, SARIMA $(0,0,1)(0,0,2)^6$, SARIMA $(1,0,0)(0,0,1)^{6,}$ SARIMA $(1,0,2)(0,0,1)^6$, SARIMA $(1,0,2)(0,0,2)^6$ dan SARIMA $(2,0,0)(0,0,2)^6$. Pemeriksaan diagnostik diawali dengan pengujian residual bersifat *white noise* dengan menggunakan uji *l–jung box*.

**Tabel 4. Hasil *Output* Pengujian *White Noise***

| Model | *P – value* | Kesimpulan |
|---|---|---|
| SARIMA $(0,0,1)(0,0,1)^6$ | 0,0000910 | Tidak *white noise* |
| SARIMA $(0,0,3)(0,0,1)^6$ | 0,05656 | *White noise* |
| SARIMA $(0,0,1)(0,0,2)^6$ | 0,1318 | *White noise* |
| SARIMA $(1,0,0)(0,0,1)^6$ | 0,00000000 5759 | Tidak *white noise* |
| SARIMA $(1,0,2)(0,0,1)^6$ | 0,004332 | *Tidak white noise* |
| SARIMA $(1,0,2)(0,0,2)^6$ | 0,4609 | *White noise* |
| SARIMA $(2,0,0)(0,0,2)^6$ | 0,2084 | *White noise* |

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa SARIMA $(0,0,3)(0,0,1)^6$, SARIMA $(0,0,1)(0,0,2)^6$, SARIMA $(1,0,2)(0,0,2)^6$ dan SARIMA $(2,0,0)(0,0,2)^6$ memiliki *p-value* > dimana $\alpha$ = 0,05. Dapat disimpulkan bahwa model tersebut yang memenuhi residual *white noise* atau tidak terdapat korelasi antar residual.

Setelah dilakukan pengujian *white noise*, tahap selanjutnya adalah pengujian kenormalan residual untuk keempat model yang tersisa. Pengujian kenormalan residual model SARIMA sebagai berikut:

**Tabel 5. Hasil Output Pengujian Kenormalan Residual**

| Model | Statistik Uji Kolmogorov – Smirnov | | Keputusan |
|---|---|---|---|
| | *D* | *P – value* | |
| SARIMA $(0,0,3)(0,0,1)^6$ | 0,0910 | 0,2482 | Gagal menolak $H_0$ |
| SARIMA $(0,0,1)(0,0,2)^6$ | 0,1060 | 0,0905 | Gagal menolak $H_0$ |
| SARIMA $(1,0,2)(0,0,2)^6$ | 0,0888 | 0,2836 | Gagal menolak $H_0$ |
| SARIMA $(2,0,0)(0,0,2)^6$ | 0,0930 | 0,221 | Gagal menolak $H_0$ |

Dapat disimpulkan bahwa model SARIMA $(0,0,3)(0,0,1)^6$, SARIMA $(0,0,1)(0,0,2)^6$, SARIMA $(1,0,2)(0,0,2)^6$ dan SARIMA $(2,0,0)(0,0,2)^6$ memenuhi asumsi residual berdistribusi normal. Karena dalam pemeriksaan model terdapat lebih dari satu model terbaik, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai MAPE. Model yang memiliki nilai MAPE terkecil akan dipilih sebagai model terbaik untuk dilakukan peramalan.

**Tabel 6. Perhitungan Nilai MAPE**

| Model | Nilai Mape |
|---|---|
| SARIMA $(0,0,3)(0,0,1)^6$ | 10,3349 |
| SARIMA $(0,0,1)(0,0,2)^6$ | 9,772372 |
| SARIMA $(1,0,2)(0,0,2)^6$ | 9,01089 |
| SARIMA $(2,0,0)(0,0,2)^6$ | 9,346066 |

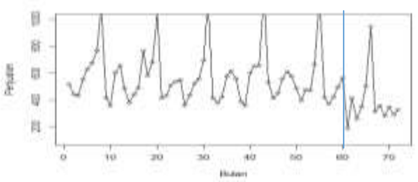
Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh MAPE untuk SARIMA $(1,0,2)(0,0,2)^6$ lebih kecil daripada MAPE dari SARIMA $(0,0,3)(0,0,1)^6$, SARIMA $(0,0,1)(0,0,2)^6$ dan SARIMA $(2,0,0)(0,0,2)^6$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model terbaik untuk meramalkan penjualan pakaian Toko M~Al adalah SARIMA $(1,0,2)(0,0,2)^6$.

**Peramalan**

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh hasil ramalan penjualan pakaian mulai Januari 2017 sampai dengan Desember 2017 pada model SARIMA $(1,0,2)(0,0,2)^6$ terdapat pada Tabel 7. Adapun grafik data penjualan pakaian dari bulan Januari 2012–Desember 2016 dan grafik hasil peramalan dari bulan Januari 2017–Desember 2017 terdapat pada Gambar 5.

**Tabel 7. Hasil Peramalan Penjualan Pakaian Bulan Januari 2017 – Desember 2017**

| Bulan | Tahun 2017 |
|---|---|
| Januari | 187 |
| Februari | 414 |
| Maret | 257 |
| April | 350 |
| Mei | 500 |
| Juni | 945 |
| Juli | 312 |
| Agustus | 355 |
| September | 279 |
| Oktober | 346 |
| November | 289 |
| Desember | 328 |



Gambar 5. *Plot time series* untuk data asli dan data peramalan

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa terjadi *trend* naik pada data penjualan pakaian bulan ke delapan atau Agustus Tahun 2012 dan 2013, Bulan Juli Tahun 2014, 2015 dan 2016, dan terjadi *trend* naik pada bulan Juni Tahun 2017. Selanjutnya pada bulan Juli Tahun 2017 terjadi penurunan drastis, lalu terjadi kenaikan kembali pada bulan Agustus dan September Tahun 2017 dan terjadi penurunan penjualan pakaian pada Toko M~Al pada bulan Oktober sampai dengan Desember Tahun 2017.

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Model ARIMAX terbaik pada data penjualan pakaian di Toko M~Al yaitu SARIMA $(1,0,2)(0,0,2)^6$ secara matematis dapat ditulis menjadi:
$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 S_t + \beta_2 P_t + \frac{(1-\theta_1 B - \theta_2 B^2)(1-\Theta_1 B^6 - \Theta_2 B^{12})}{(1-\emptyset_1 B)} a_t$$
2. Hasil peramalan data penjualan pakaian selama 12 periode didapatkan bahwa terjadi penurunan dan kenaikan pada penjualan pakaian. Terjadi kenaikan pada bulan Juni Tahun 2017 dengan jumlah penjualan sebesar 945 helai pakaian dan terjadi penurunan pada bulan Januari Tahun 2017 dengan jumlah penjualan sebesar 187 helai pakaian.

**Daftar Pustaka**

Aswi dan Sukarna. (2006). *Analisis Deret Waktu: Teori dan Aplikasi*. Makassar: Andira Publisher.

Indri, Ayu Astuti. (2013). *Pemodelan Runtun Waktu Autoregressive Integrated Moving Aavarage With Exogeneous Variable (ARIMAX) Dengan Efek Variasi Kalender*.

Iqbalullah, Juniar, dan Wiwiek Setya Winahju. (2014). Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Terbang di Pintu Kedatangan Bandar Udara Internasional Lombok dengan Metode ARIMA Box-Jenkins, ARIMAX, dan Regresi Time Series. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits Vol. 3 No. 2.*

Lailatul, Maries Izza, Destri Susilaningrum, dan Suhartono. (2014). Peramalan Penjualan Sepeda Motor Menurut Tipe Dengan Pendekatan Autoregressive Moving Avarage With Exogeneous Input (ARIMAX) Di Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits Vol. 3 No. 2.*

Rosadi, D. (2012). *Ekonometrika dan Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Sugiyono. (2010). *Statistika Untuk Penelitian.* Bandung: CV. Alfabeta.