

**SEMINAR HASIL TESIS
SELASA, 28 APRIL 2015**

**PEMODELAN HARGA SAHAM NEGARA ASEAN MENGGUNAKAN
VARMA DAN VARMAX**

ISMA MUTHAHHARAH

1313201034

DOSEN PEMBIMBING :

Dr. Drs. AGUS SUHARSONO, MS

**PROGRAM MAGISTER
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI PENELITIAN

HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pasar
Modal

Harga
Saham

(Dewi, 2013) melakukan peramalan harga saham di Indonesia dan saham dunia dengan analisis univariat *time series* dan multivariat *time series*, dengan hasil yaitu menggambarkan pola harga saham dan menunjukkan keterkaitan antara harga saham Indonesia dan dunia.

Untuk meramalkan
dan mengetahui
keterkaitan antar
indeks harga saham
negara-negara
ASEAN

VARMA dan
VARMAX

Pemodelan
Negara
Indonesia, Malaysia, Singapura,
Thailand, dan Filipina

Harga
Saham
yaitu
ASEAN

Rumusan Masalah

1

Bagaimana model harga saham negara ASEAN menggunakan VARMA dan VARMAX ?

2

Bagaimana cara mendeteksi *outlier* pada Model VARMA?

3

Bagaimana hasil peramalan data harga saham negara ASEAN menggunakan VARMA dan VARMAX ?

Tujuan Penelitian

1

Mengetahui model dan keterkaitan indeks harga saham negara ASEAN menggunakan VARMA dan VARMAX, serta mengidentifikasi orde VARMAX yang sampai saat ini belum banyak dikaji dalam pemodelan.

2

Mengetahui cara mendeteksi *outlier* pada model VARMA.

3

Mengetahui hasil peramalan data harga saham negara ASEAN menggunakan VARMA dan VARMAX

Manfaat Penelitian

1

Mendapatkan model yang dapat menjelaskan keterkaitan harga saham negara ASEAN. Model ini juga dapat digunakan untuk meramalkan harga saham satu periode kedepan serta memudahkan para investor untuk melakukan investasi yang tepat berkaitan dengan perdagangan saham.

2

Menambah wawasan keilmuan dan pengetahuan tentang VARMA dan VARMAX untuk peramalan data makroekonomi.

Batasan Masalah

Negara ASEAN-5 yaitu Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, dan Filipina

Penutupan Harian Tahun 2008

VARMA dan VARMAX

Root Mean Square Error (RMSE)

Konsep Analisis Time Series

George E.P Box dan Gwilym M.Jenkins pada tahun 1970

Pertanian, bisnis dan ekonomi, teknik, kesehatan, meteorologi, kontrol kualitas, ilmu sosial.

Univariat *time series*

Multivariat *time series*

VARMA

VARMAX

Vector Autoregressive Moving Average (VARMA)

$$\Phi_p(B) \mathbf{Z}(t) = \Theta_q(B) \mathbf{a}(t)$$

dimana

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

$$\Theta_q(B) = I_k - \Theta_1 B - \dots - \Theta_q B^q$$

dengan $\mathbf{Z}(t)$ adalah vektor *time series* multivariat yang terkoreksi nilai rata-ratanya, $\Phi_p(B)$ dan $\Theta_q(B)$ berturut-turut adalah suatu matriks *autoregressive* dan *moving average* polinomial orde p dan q dengan ukuran matrik *nonsingular* yaitu $m \times m$.

Nonstationary VARMA (Vector Autoregressive Moving Average)

$$\Phi_p(B) \mathbf{D}(B) \mathbf{Z}_t = \Theta_q(B) \mathbf{a}_t$$

dimana

$$\mathbf{D}(B) = \begin{bmatrix} (1-B)^{d_1} & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & (1-B)^{d_2} & \ddots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & (1-B)^{d_n} \end{bmatrix}$$

Wei, 2006

Uji Stasioner

Secara matematis hipotesis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$H_0 : \phi = 1$$

$$H_1 : \phi < 1$$

statistik uji adalah

$$DF \equiv t \text{ ratio} = \frac{\hat{\phi} - 1}{std(\hat{\phi})} = \frac{\sum_{t=1}^n Z_{t-1} a_t}{\hat{\sigma} \sqrt{\sum_{t=1}^n Z_{t-1}^2}}$$

$\hat{\phi}$ dan $\hat{\sigma}_{a_t}^2$ diperoleh dari hasil estimasi metode *least square*, dengan taraf signifikansi 5 % (Tsay, 2010).

Identifikasi Model

1. Sample Correlation Matrix Function

$$\hat{\rho}_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_{i,t} - \bar{Z}_i)(Z_{j,t+k} - \bar{Z}_j)}{\left[\sum_{t=1}^n (Z_{i,t} - \bar{Z}_i)^2 \sum_{t=1}^n (Z_{j,t} - \bar{Z}_j)^2 \right]^{1/2}}$$

2. Partial Autoregression Matrix Function

$$P(s) = \begin{cases} \Gamma'(1)[\Gamma(0)]^{-1}, & s=1 \\ \left\{ \Gamma'(s) - c'(s)[A(s)]^{-1}b(s) \right\} \left\{ \Gamma'(0) - b'(s)[A(s)]^{-1}b(s) \right\}^{-1}, & s \geq 1 \end{cases}$$

Akaike's Information Criterion (AIC)

$$AIC_{(p+q)} = \ln |\hat{\Sigma}_{(p+q)}| + \frac{2m^2(p+q)}{n}$$

dengan $\hat{\Sigma}_{(p+q)}$ adalah estimasi dari matriks varians kovarians, p adalah orde AR, q adalah orde MA, $2m^2(p+q)$ adalah jumlah parameter orde p dan q , dan n adalah jumlah data

Estimasi dan uji signifikansi Parameter

$$\hat{\beta} = ((\mathbf{X}\mathbf{X}') \otimes \Sigma_u^{-1})^{-1} (\mathbf{X} \otimes \Sigma_u^{-1}) \mathbf{y}$$

Uji signifikansi parameter menggunakan uji t dengan hipotesis dan uji statistik sebagai berikut:

$$H_0 : \phi_{ij} = 0$$

$$H_1 : \phi_{ij} \neq 0$$

Statistik uji:

$$t = \frac{\hat{\phi}_{ijk}}{SE(\hat{\phi}_{ijk})}$$

dengan taraf signifikansi sebesar 5%

Uji Kesesuai Model

1 Uji Portmanteau

Hipotesis yang akan diuji dalam uji portmanteau adalah sebagai berikut:

H_0 : vektor residual model memenuhi asumsi *white noise*

H_1 : vektor residual model tidak memenuhi asumsi *white noise*

Statistik uji

$$Q_h = n \sum_{i=1}^h \text{tr}(\hat{\mathbf{C}}_i \hat{\mathbf{C}}_0^{-1} \hat{\mathbf{C}}_i \hat{\mathbf{C}}_0^{-1})$$

H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha$ (Lutkepohl, 2005)

2 Uji Asumsi Residual Multivariat Normal

Hipotesis yang akan diuji adalah sebagai berikut:

H_0 : vektor residual berdistribusi multivariat normal

H_1 : vektor residual tidak berdistribusi multivariat normal

Statistik uji:

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i y_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})}$$

H_0 gagal ditolak jika $p\text{-value} > \alpha$

(Shapiro, 1995)

Diagram Kontrol Residual

$$T^2 = \hat{\mathbf{a}}_t' \hat{\Sigma}^{-1} \hat{\mathbf{a}}_t \quad \chi^2_{(K)}$$

dengan $\hat{\mathbf{a}}_t$ residual setiap pengamatan dalam vektor kolom.

VARMAX (*Vector Autoregression Moving Average with Exogenous Variables*)

$$\Phi_p(B)\mathbf{Z}_t = \gamma_r(B)\mathbf{X}_t + \Theta_q(B)\mathbf{a}_t$$

dimana

$$\Phi_p(B) = \mathbf{I}_k - \Phi_1 B - \dots - \Phi_p B^p$$

$$\Theta_q(B) = \mathbf{I}_k - \Theta_1 B - \dots - \Theta_q B^q$$

$$\gamma_r(B) = \gamma_0 + \gamma_1 B + \dots + \gamma_r B^r$$

dengan $\mathbf{Z}(t)$ adalah vektor *time series* multivariat yang terkoreksi nilai rata-ratanya, $\Phi_p(B)$ dan $\Theta_q(B)$ berturut-turut adalah suatu matriks *autoregressive* dan *moving average* polinomial orde p dan q dengan ukuran matrik *nonsingular* yaitu $m \times m$ serta $\gamma_r(B)$ adalah variabel *dummy*.

-Parameter β untuk model VARMAX

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'X(y - Z\delta')$$

-Parameter δ untuk variabel *dummy*

$$\hat{\delta} = (Z'Z)^{-1} Z' (y - X\beta)$$

Peramalan (*Forecasting*)

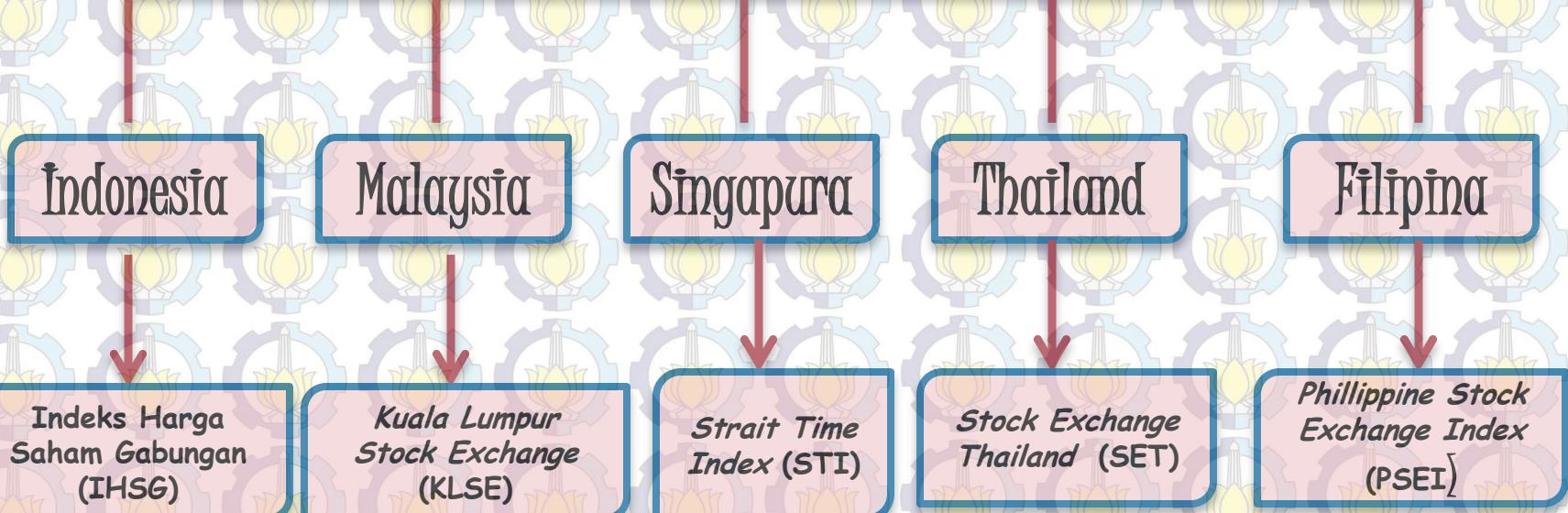
one-step forecast

Kriteria Model Terbaik

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}$$

dengan Z_t menyatakan *real value*, sedangkan \hat{Z}_t menyatakan *forecast*.

Saham Negara ASEAN-5



METODE PENELITIAN

Sumber Data

Data Indeks Harga Saham Penutupan Harian pada tahun 2008 yang di peroleh dari database *Yahoo Finanace*

Variabel Penelitian

1. $Z_{1,t}$ = IHSG untuk Indonesia pada hari ke- t

2. $Z_{2,t}$ = KLSE untuk Malaysia pada hari ke- t

3. $Z_{3,t}$ = STI untuk Singapura pada hari ke- t

4. $Z_{4,t}$ = SET untuk Thailand pada hari ke- t

5. $Z_{5,t}$ = PSEI untuk Filipina pada hari ke- t

Struktur Data

Waktu (t)	Variabel				
	IHSG ($Z_{1,t}$)	KLSE ($Z_{2,t}$)	STI ($Z_{3,t}$)	SET ($Z_{4,t}$)	PSEI ($Z_{5,t}$)
1	$Z_{1,1}$	$Z_{2,1}$	$Z_{3,1}$	$Z_{4,1}$	$Z_{5,1}$
2	$Z_{1,2}$	$Z_{2,2}$	$Z_{3,2}$	$Z_{4,2}$	$Z_{5,2}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
n	$Z_{1,n}$	$Z_{2,n}$	$Z_{3,n}$	$Z_{4,n}$	$Z_{5,n}$

Langkah Analisis

1. Menghitung statistik deskriptif yaitu rata-rata, standar deviasi, nilai maksimum, dan nilai minimum dari masing-masing variabel.
2. Mempartisi data dan memilih satu partisi untuk dianalisis sebagai *in sample* dan partisi lain dijadikan *out sample*.
3. Pemodelan data harga saham Negara ASEAN-5 dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - i. Melakukan pengujian stasioneritas.
 - ii. Mengidentifikasi model menggunakan plot *Sample Correlation Matrix Function* dan plot *Partial Autoregression Matrix Function*, selain itu melihat *lag* yang memiliki nilai AIC yang paling minimum.
 - iii. Mengestimasi parameter dan uji signifikansi parameter model.
 - iv. Melakukan pemeriksaan uji kesesuaian model (uji asumsi residual bersifat *white noise* dan berdistribusi multivariat normal).
4. Mendeteksi *outlier* pada model data indeks harga saham, jika residual dari model tersebut tidak memenuhi asumsi *white noise*.
5. Memodelkan model yang memiliki variabel eksogen dengan langkah-langkah yang dilakukan sama dengan model data indeks harga saham sebelumnya.
6. Melakukan peramalan data *in sample*.
7. Memilih model terbaik dengan RMSE.
8. Membuat Kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Diskriptif Data Indeks Harga Saham

Tabel Statistika Deskriptif Data Indeks Harga Saham

Variabel	n	Min	Max	Mean	Std. Dev
IHSG	205	1111,39	2830,26	2169,69	453,31
KLSE	205	829,41	1507,04	1171,35	170,32
STI	205	1613,95	3461,22	2764,94	476,33
SET	205	384,15	884,19	709,94	141,18
PSEI	205	516,56	939,92	825,90	103,88

Sumber: Olahan SPSS

Partisi Data Indeks Harga Saham

Jumlah Data = 223

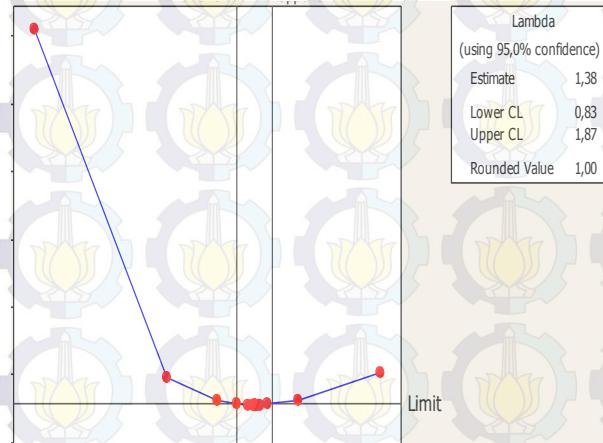
in sample = 205 data

out sample = 18 data

Pemodelan Data Indeks Harga Saham

Identifikasi Model

stasioner dalam
varians dan mean



Box Cox transformation IHSG

Transformasi Box Cox pada KLSE, STI, SET dan PSEI

Variabel	Rounded Value	LCL	UCL
KLSE	0,5	1,57	-0,21
STI	2	2,37	1,06
SET	2	2,47	1,27
PSEI	3	4,31	2,44

Sumber: Olahan Minitab

untuk mengetahui apakah data sudah stasioner dalam mean maka prosedur dari Dickey Fuller menggunakan bentuk Z_t merupakan *random walk*:

$$\Delta Z_t = \rho Z_{t-1} + a_t$$

Tabel Uji *Dickey Fuller* Data Indeks Harga Saham Sebelum *Differencing*

Variabel	Dickey Fuller	p-value
IHSG	-0,29	0,9405
KLSE	-0,76	0,9065
STI	0,14	0,9634
SET	-0,55	0,9821
PSEI	-0,06	0,9537

Sumber: Olahan SAS

Plot sample cross correlation matrix function Sebelum Differencing

Schematic Representation of Cross Correlations													
Variable/ Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ihsg	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
klse	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
sti	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
set	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
psei	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++

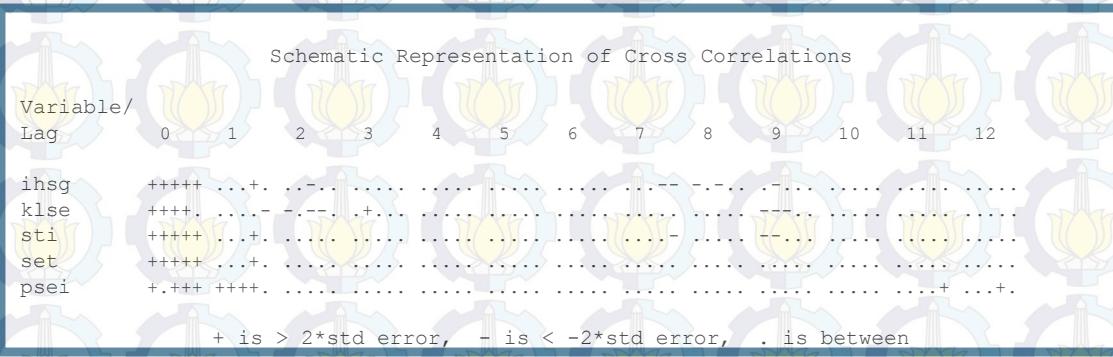
+ is $> 2 \times \text{std error}$, - is $< -2 \times \text{std error}$, . is between

Tabel Uji Dickey Fuller Data Indeks Harga Saham Setelah Differencing

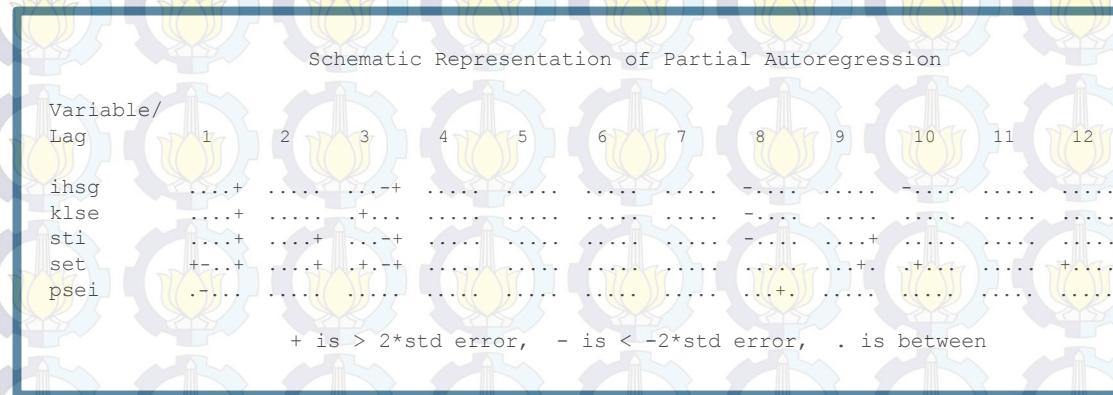
Variabel	Dickey Fuller	p-value
IHSG	-216,26	0,0001
KLSE	-259,09	0,0001
STI	-268,20	0,0001
SET	-194,17	0,0001
PSEI	-235,95	0,0001

Sumber: Olahan SAS

Plot Sample Correlation Matrix Function Data Indeks Harga Saham Setelah Differencing



Plot Partial Autoregression Matrix Function Data Indeks Harga Saham Setelah Differencing



Model yang diperoleh adalah model *nonstationary* VARMA karena adanya faktor *integrated* yaitu differencing 1 untuk menstasionerkan data atau dapat ditulis menjadi model VARIMA (1, 1, 0).

Tabel Minimum Information Criterion Data Indeks Harga Saham

Lag	MA 0	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5
AR 0	30,7183	30,5629	30,6235	30,6756	30,7916	30,9924
AR 1	30,4136	30,6302	30,6772	30,7335	30,8923	31,1539
AR 2	30,4990	30,7020	30,8649	30,9227	31,0771	31,3298
AR 3	30,4901	30,6727	30,8881	31,0666	31,2485	31,4847
AR 4	30,7062	30,9014	31,0744	31,2879	31,5156	31,7256
AR 5	30,9243	31,0913	31,2718	31,4901	31,7129	31,9815

Sumber: Olahan SAS

Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi

Tabel Hasil Estimasi Parameter Model VARIMA (1, 1, 0)

Variabel Input	Parameter	Estimasi	p-value	Variabel Output
IHSG ($Z_{1,t}$)	ϕ_{115}	0,91	0,0001	$Z_{5,t-1}$
KLSE ($Z_{2,t}$)	ϕ_{135}	0,31	0,0001	$Z_{5,t-1}$
STI ($Z_{3,t}$)	ϕ_{135}	1,24	0,0001	$Z_{5,t-1}$
SET ($Z_{4,t}$)	ϕ_{141}	0,05	0,0001	$Z_{1,t-1}$
	ϕ_{145}	0,25	0,0001	$Z_{5,t-1}$
PSEI ($Z_{5,t}$)	-	-	-	-

Sumber: Olahan SAS

Untuk keperluan penyusunan model, nilai-nilai koefisien parameter diubah ke dalam bentuk matriks

$$\hat{\Phi}_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0,91 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,31 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1,24 \\ 0,05 & 0 & 0 & 0 & 0,25 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya, model VARIMA (1,1,0) dapat ditulis dalam bentuk persamaan matematis berikut

- Untuk IHSG

$$Z_{1,t} = Z_{1,t-1} + 0,91Z_{5,t-1} - 0,91Z_{5,t-2} + a_{1,t}$$

- Untuk KLSE

$$Z_{2,t} = Z_{2,t-1} + 0,31Z_{5,t-1} - 0,31Z_{5,t-2} + a_{2,t}$$

- Untuk STI

$$Z_{3,t} = Z_{3,t-1} + 1,24Z_{5,t-1} - 1,24Z_{5,t-2} + a_{3,t}$$

- Untuk SET

$$Z_{4,t} = Z_{4,t-1} + 0,05Z_{1,t-1} - 0,05Z_{1,t-2} + 0,25Z_{5,t-1} - 0,25Z_{5,t-2} + a_{4,t}$$

- Untuk PSEI

$$Z_{5,t} = Z_{5,t-1} + a_{5,t}$$

Uji Kesesuaian Model

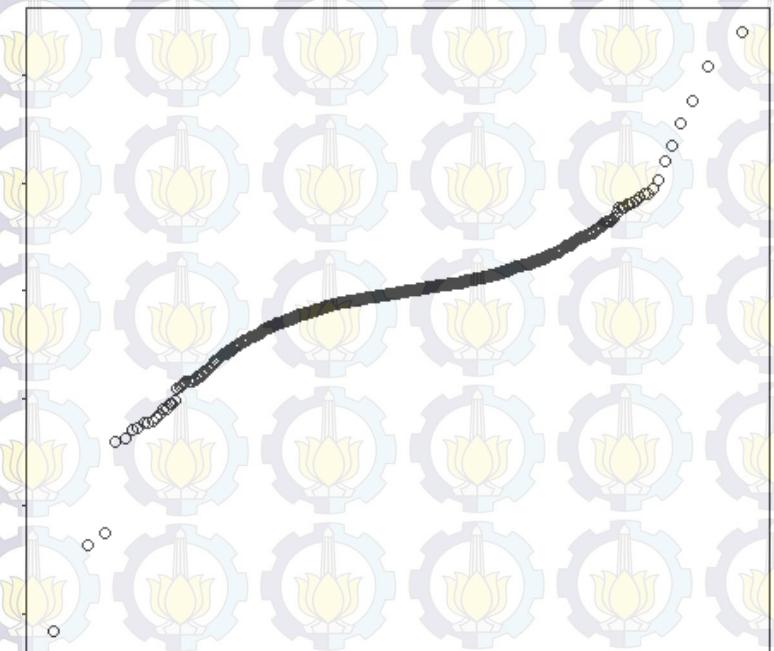
Uji Asumsi Distribusi Multivariat Normal

Uji Portmanteau

Tabel Hasil Portmanteau Test VARIMA (1, 1, 0)

Lag	p-value	Lag	p-value	Lag	p-value
2	0,0097	6	0,0789	10	0,0572
3	0,0040	7	0,0282	11	0,0897
4	0,0159	8	0,0265	12	0,0322
5	0,0866	9	0,0447		

Sumber: Olahan SAS



p-value lebih kecil dari nilai signifikansi yaitu $1,233 \times 10^{-14}$

Deteksi Outlier

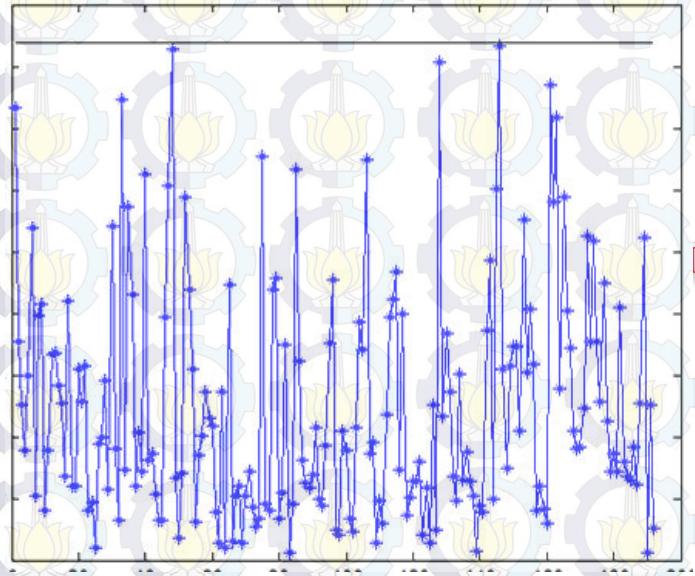


Diagram Kontrol Residual VARIMA (1, 1, 0)

Ada 8 sinyal *out of control*
yaitu residual ke-7, 12, 13, 29,
40, 170, 174, 183, 8, 167

Tabel Variabel *dummy* model VARIMA (1, 1, 0)

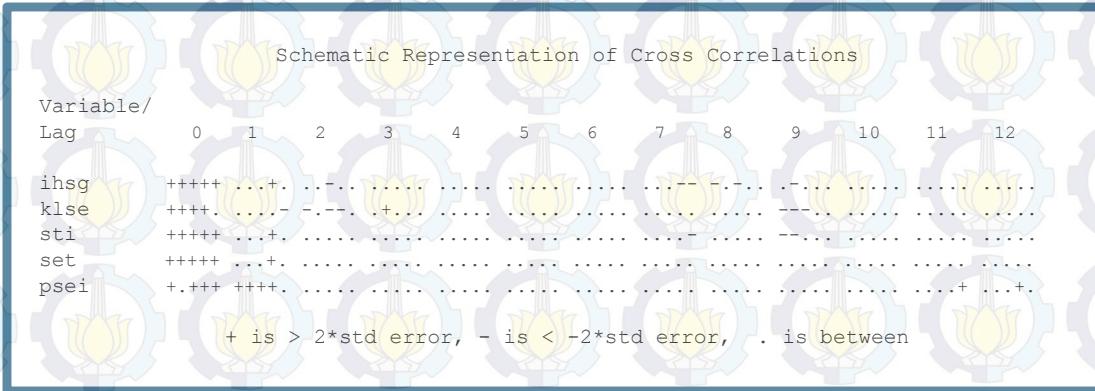
Residual ke-	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
174	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
183	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Sumber: Olahan Matlab

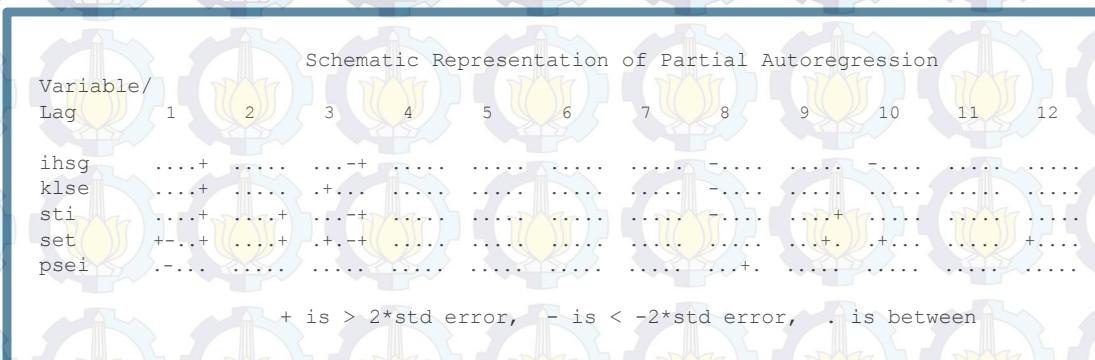
Pemodelan Data Indeks Harga Saham dengan Variabel Eksogen

Identifikasi Model

Plot Sample Correlation Matrix Function Data Indeks Harga Saham dengan Variabel *dummy* Setelah Differencing



Plot Partial Autoregression Matrix Function Data Indeks Harga Saham dengan variabel *dummy* Setelah Differencing



Model dari data lima indeks harga saham adalah VARIMAX ([1], 1, 0) karena adanya variabel *dummy* yang merupakan variabel eksogen serta adanya faktor *integrated* yaitu *differencing*.

Tabel *Minimum Information Criterion* Data Indeks Harga Saham dengan variabel *dummy*

Lag	MA 0	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5
AR 0	29,7777	29,6842	29,8476	29,9136	30,0229	30,3067
AR 1	29,4997	29,7020	29,8658	29,9808	30,1916	30,4723
AR 2	29,5881	29,8323	29,9951	30,1905	30,4121	30,3405
AR 3	29,5694	29,8405	30,0290	30,2055	30,4372	30,6376
AR 4	29,8015	30,0791	30,2346	30,4358	30,6710	30,9811
AR 5	30,0604	30,2681	30,4674	30,5719	30,8901	31,2909

Sumber : Olahan SAS

Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi

Hasil Estimasi Parameter
VARIMAX ([1], 1, 0)



Variabel Input	Parameter	Estimasi	p-value	Variabel Output
IHSG ($Z_{1,t}$)	δ_{012}	-307,32	0,0001	$X_{3,t}$
	δ_{014}	112,12	0,0008	$X_{6,t}$
	δ_{016}	-126,99	0,0006	$X_{8,t} X_{6,t}$
	δ_{018}	-223,79	0,0001	$X_{10,t}$
	$X_{3,t-1}$	233,58	0,0001	$X_{3,t-1}$
	ϕ_{115}	0,85	0,0001	$Z_{5,t-1}$
KLSE ($Z_{2,t}$)	δ_{022}	-82,64	0,0001	$X_{3,t}$
	δ_{023}	-57,25	0,0001	$Z_{5,t}$
	δ_{024}	-116,42	0,0001	$X_{6,t}$
	δ_{028}	-60,74	0,0001	$X_{10,t}$
	δ_{112}	-34,08	0,0026	$X_{3,t-1}$
	δ_{124}	29,65	0,0026	$X_{6,t-1}$
STI ($Z_{3,t}$)	δ_{125}	0,32	0,0001	$Z_{5,t-1}$
	δ_{031}	-147,78	0,0001	$X_{1,t}$
	δ_{032}	-217,30	0,0001	$X_{3,t}$
	δ_{036}	-104,34	0,0091	$X_{8,t}$
	δ_{037}	-119,54	0,0009	$X_{9,t}$
	δ_{038}	-97,58	0,0264	$X_{10,t}$
SET ($Z_{4,t}$)	δ_{132}	197,20	0,0001	$X_{3,t-1}$
	ϕ_{135}	1,34	0,0001	$Z_{5,t-1}$
	δ_{041}	-36,78	0,0002	$X_{1,t}$
	δ_{042}	-42,70	0,0001	$X_{3,t}$
	δ_{046}	-32,24	0,0019	$X_{8,t}$
	δ_{047}	22,64	0,0234	$X_{9,t}$
PSEI ($Z_{5,t}$)	δ_{048}	-37,25	0,0006	$X_{10,t}$
	ϕ_{141}	0,03	0,0089	$Z_{1,t-1}$
	ϕ_{145}	0,25	0,0001	$Z_{5,t-1}$
	δ_{056}	-57,38	0,0003	$X_{8,t}$
	δ_{057}	60,88	0,0001	$X_{9,t}$
	δ_{156}	-38,90	0,0086	$X_{8,t-1}$

Sumber: Olahan SAS

Untuk keperluan penyusunan model, nilai-nilai koefisien parameter ini selanjutnya diubah ke dalam bentuk matriks.

$$\hat{\Phi}_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0,85 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,32 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1,34 \\ 0,03 & 0 & 0 & 0 & 0,25 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\hat{\delta}_{t+1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 233,58 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 34,08 & 0 & 0 & 29,65 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 197,20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -38,90 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\hat{\delta}_t = \begin{bmatrix} 0 & -307,32 & 0 & -112,12 & 0 & -126,99 & 0 & -223,58 & 0 & 0 \\ 0 & -82,64 & 57,25 & -116,42 & 0 & 0 & 0 & -60,74 & 0 & 0 \\ -147,78 & -217,30 & 0 & 0 & 0 & -104,34 & 119,54 & -97,58 & 0 & 0 \\ -36,78 & -42,70 & 0 & 0 & 0 & -32,24 & 22,63 & -37,24 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -57,38 & 60,88 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya, model VARIMAX (1,1,0) dapat ditulis dalam bentuk persamaan matematis berikut

• Untuk IHSG

$$Z_{1,t} = -307,32x_{3,t} - 112,12x_{6,t} - 126,99x_{8,t} - 223,58x_{10,t} + 199,17x_{3,t-1} + Z_{1,t-1} + 0,85Z_{5,t-1} - 0,85Z_{5,t-2} + a_{1,t}$$

• Untuk KLSE

$$Z_{2,t} = -82,64x_{3,t} - 57,25x_{5,t} - 116,42x_{6,t} - 60,74x_{10,t} + 10,99x_{3,t-1} + 9,56x_{6,t-1} + Z_{2,t-1} + 0,32Z_{5,t-1} - 0,32Z_{5,t-2} + a_{2,t}$$

• Untuk STI

$$Z_{3,t} = -147,78x_{1,t} - 217,30x_{3,t} - 104,34x_{8,t} + 119,54x_{9,t} - 97,58x_{10,t} + 264,86x_{3,t-1} + Z_{3,t-1} + 1,34Z_{5,t-1} - 1,34Z_{5,t-2} + a_{3,t}$$

• Untuk SET

$$Z_{4,t} = -36,84x_{1,t} - 42,70x_{3,t} - 32,24x_{8,t} + 22,63x_{9,t} - 37,25x_{10,t} + Z_{4,t-1} + 0,03Z_{1,t-1} - 0,03Z_{1,t-2} + 0,25Z_{5,t-1} - 0,25Z_{5,t-2} + a_{4,t}$$

• Untuk PSEI

$$Z_{5,t} = Z_{5,t-1} - 57,38x_{8,t} + 60,88x_{9,t} + a_{5,t}$$

Uji Kesesuaian Model

Uji Asumsi Distribusi Multivariat Normal

Uji Portmanteau

Tabel Hasil Portmanteau Test VARIMAX ([1], 1, 0)

Lag	p-value	Lag	p-value	Lag	p-value
2	0,2460	6	0,2246	10	0,1500
3	0,1550	7	0,1814	11	0,3002
4	0,2575	8	0,2538	12	0,2584
5	0,5111	9	0,3525		

Sumber: Olahan SAS



$p\text{-value}$ lebih besar dari nilai signifikansi ($\alpha = 0,05$)
yaitu 0,556098.

Ramalan Data Indeks Harga Saham

Tabel Perbandingan nilai RMSE VARIMA(1, 1, 0) dan VARIMAX ([1], 1, 0)

Indeks Harga Saham	RMSE	
	VARIMA (1,1,0)	VARIMAX (1,1,0)
IHSG	81,1407	81,2228
KLSE	15,8035	15,8178
STI	57,3131	57,3118
SET	30,6205	30,5435
PSEI	17,0793	17,0793

Sumber: Olahan SAS dan Microsoft Excel

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Model yang diperoleh pada penelitian ini adalah model VARIMA (1,1,0) dan VARIMAX (1,1,0) dari dua model tersebut terdapat faktor *Integrated* karena data saham yang digunakan tidak stasioner sehingga memerlukan *differencing*. Model VARIMAX (1,1,0) ini dapat menunjukkan bahwa PSEI (*Phillipines Stock Exchange Index*) merupakan indeks harga saham yang mempengaruhi indeks harga saham lainnya, selain itu IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) Indonesia juga mempengaruhi SET (*Stock Exchange Thailand*). Indeks harga saham lima variabel juga dipengaruhi oleh variabel *dummy* karena merupakan hasil dari model VARIMAX (1,1,0).
2. Cara yang digunakan untuk mendeteksi apakah ada *outlier* atau tidak yaitu Diagram kontrol residual menggunakan prosedur *iterative* dengan statistika Hotelling. Diagram kontrol residual pada model VARIMA (1,1,0) mendeteksi adanya 10 sinyal *out of control* yaitu residual ke-7,8,12,13,29,40, 163,167,170,174,183, dimana iterasinya dilakukan 3 kali untuk mendapatkan proses kondisi *in control*.
3. Hasil peramalan indeks harga saham dengan cara *one step forecast* menghasilkan nilai RMSE yang kecil, dimana IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) dan KLSE (*Kuala Lumpur Stock Exchange*) memiliki nilai RMSE yang kecil pada model VARIMA (1,1,0), STI (*Straits Time Index*) dan SET (*Stock Exchange Thailand*) memiliki nilai RMSE yang kecil pada model VARIMAX (1,1,0), serta PSEI (*Phillipines Stock Exchange Index*) memiliki nilai RMSE yang kecil pada kedua model.

Saran

1. Melibatkan semua saham negara ASEAN dan membandingkannya dengan saham dunia.
2. Menggunakan cara lain untuk mendeteksi *outlier* pada multivariat *time series* yaitu *Multivariate Cumulative Sum* (MCUSUM) dan *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA).

Daftar Pustaka

- Baldeon, A.P.R & Kurka, G.R.P., (2003). *Mimo Model Parameter Identification Under Stochastic Noise Influence*. Journal. International Congress of Mechanical Engineering. November 10-14, 2003. Sao Paulo, SP.
- Box, G.E.P & Jenkins, G.M., (1976). *Time Series Analysis Forecasting and Control*, 2nd .Edition, San Fransisco: Holden-Day.
- Crisostomo, R.G.R., Padilla, S.L, & Visda, M. R.V., (2013). *Philippine Market In Perspective*. 12th Natonal Convention on Statistic (NCS). EDSA Shangri-La Hotel, Mandaluyung city, October 1-2 (2013).
- Dewi, M. S. (2013), *Peramalan Indeks Harga Saham di Indonesia Dengan Model Multivariat dan Multivariat*, TA., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Draper, N.R & Smith, H., (1998). *Applied Regression Analysis*, Third Edition. Wiley Series in Probability and Statistic. Series in Probability and Statistic.
- Dufour, J & Pelletier, D. (2002). *Linear Estimation of Weak VARMA Models With a Macroeconomic*. North American Summer Meeting of the Econometric Society.
- Enders, W. (1995), *Applied Econometric Time Series*. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Hasbullah, J. (2012), *Tangguh dengan Statistik*. Bandung: Nuansa Cendikia.
- Hellman, J., Hetting, O., & Tarighi, M., (2012). *Capitalizing on seasonalities in the Singapore Strait Time Index*. Bachelor Thesis in Business Administration. Jonkoping International Business School.
- Hutagalung, B., (2012). *Memahami Kerjasama Ekonomi Perdagangan ASEAN-AFTA dengan Mitra Dagang Lainnya*. Lembaga Studi Fenomena Globalisasi
- Johnson, R.A. & Wichern, D.W. (2002), *Applied Multivariate Statistical Analysis*, fifth edition, New Jersey, Prentice Hall.
- Lutkepohl, H. & Kratzig, M., (2004). *Applied Time Series Econometrics*, Cambridge University Press, New York
- Lutkepohl, H., (2005). *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. New York: Springer.
- Makridakis, S. & Hibon, M. (2000). The M3-Competition: Results, Conclusions and Implications. *International Journal of Forcasting*, 16, 451-476.

Octavia H, S. (2014), *Bidirectional Causality Antara IHSG dan Anggota ASEAN-5 Perode Sebelum dan Sesudah Subrime Mortgage*. Program Manahemen, Program Studi Manajem. Fakultas Ekonomi, Universitas Kristen Petra. FINESTA Vol 2, No. 1, (2014) 61-66.

Oduk, R. (2012), Control Chart for Serially Dependent Multivariate Data. *Thesis submitted to the Department of Informatics and Mathematical Modelling at Technical University of Denmark in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Mathematical Modelling and Computation*. Technical University Denmark.

Suharsono. A., Guritno, S & Subanar., (2007). *Estimasi volume perdagangan saham menggunakan vector autoregressive dan error correction modeling, Second joint conference Indonesia Malaysia on mathematics and statistics*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember; Surabaya

Suharsono. A., Guritno, S & Subanar., (2011). *Autoregressive Vector Modeling Simulation with Innovative Outlier*, Journal of Basic and Applied Scientific Research, 1(12)2535-2537. ISSN 2090-4304.

Suharsono. A., Guritno, S & Subanar., (2012). *Vector Autoregressive Modeling For Inflation Data In Indonesia*. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2(1)-4. ISSN ISSN 2090-4304.

Suharsono, A ., (2012). *Pemodelan Vector Autoregressive dengan Adanya Outlier atau Pergeseran terhadapa Rata-rata*. Disertasi. FMIPA.Universitas Gajamada; Yogyakarta

Suharsono, A. & Susilaningrum, D.,(2014). *Use Vector Autoregressive Model to Analyzd the Stock Market Behavior in Indonesia*. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 4(1)138-143. ISSN 2090-4304.

Sukcharoensin, P. & Sukcharoensin, S., (2013). *The Analysis of Stock Market Development Indocators Evidence from the ASEAN-5 Equality Market*. International Journal of Trade, Economics and Finance, Vol 4, No. 6. December 2013.

Sutheebanjard, P. & Wichian, P., (2010). *Forecasting The Thailand Stock Market Using Evolution Strategies*. Asian Academy of Managemen Journal of Accounting and Finance, Vol. 6, No.2, 85-114.

Tiao, G.C. & Tsay, R.S., (1989). *Model Specification in Multivariate Time Series*. Journal of the Royal Statistical Soseciety Series B (Methodological) 51) issue 2.

Tsay, R.S., (2010) . *Analysis of Financial Time Series: Financial Econometrics (3rd Ed.)*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Method*. Canada : Addison Wesley Publishing Company, Inc

Zakaria, Z & Shamsuddin, S., (2012). *Relationship between Stock Future Index And Cash Price Index: Empirical Evidence Based on Malasyia Data*. Journal of Business Studies Quartely, Vol 4, No. 2, pp 103-112, ISSN 2152-1034.

*Sekian &
Terimah Kasih*

