

Peramalan Harga Saham *Jakarta Islamic Index* Menggunakan Metode *Vector Autoregressive*

Farida Nur Hayati, dan Brodjol Sutijo S.U

Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: brodjol_su@statistika.its.ac.id, dan farida14@mhs.statistika.its.ac.id

Abstrak— Saham merupakan instrumen investasi yang banyak dipilih para investor, karena saham mampu memberikan tingkat keuntungan yang menarik. Sejak 12 Mei 2011, Bursa Efek Indonesia (BEI) mempunyai dua indeks harga saham Syariah, yaitu Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) dan Jakarta Islamic Index (JII). Saham-saham dalam indeks ini mempunyai keistimewaan yaitu memiliki tingkat hutang yang rendah, sehingga risiko dalam berinvestasi semakin terkendali [1]. Terdapat 8 sektor di dalam indeks JII salah satunya adalah sektor properti. Perkembangan industri properti dan real estate menunjukkan pertumbuhan yang sangat pesat. Hal ini ditandai dengan maraknya pembangunan perumahan, apartemen, perkantoran dan perhotelan di kota-kota besar. fluktuasi harga saham sektor properti merupakan salah satu masalah bagi investor dalam menjual atau membeli saham sehingga diperlukan analisis untuk meramalkan harga saham guna meminimalkan risiko yang diperoleh. Metode VAR adalah metode yang digunakan untuk meramalkan data dua variabel atau lebih yang memiliki hubungan timbal balik. Berdasarkan analisis peramalan harga saham sub sektor properti dan real estate dengan metode VAR maka dapat diketahui model akhir yang terbentuk adalah VARX (1,1) dengan RMSE 3 periode ke depan variabel ASRI sebesar 6,2, BSDE sebesar 22,4, LPKR sebesar 22,7, PWON sebesar 12,8, dan SMRA sebesar 14,2.

Kata Kunci— Investasi, JII, Saham, VAR, VARX.

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi suatu wilayah diukur dari perubahan Produk Domestik Bruto (PDB) dimana salah satu komponen pembentuknya adalah investasi [2]. Setiap orang perlu berinvestasi karena nilai uang yang dimiliki akan selalu menyusut disebabkan oleh inflasi. Salah satu instrument investasi yang paling diminati adalah saham. Saham dapat didefinisikan sebagai tanda kepemilikan investor individual atau investor institusional atas sejumlah dana yang diinvestasikan suatu perusahaan. Sejak 12 Mei 2011, Bursa Efek Indonesia (BEI) mempunyai dua indeks harga saham Syariah, yaitu ISSI dan JII. Saham-saham dalam indeks ini mempunyai keistimewaan yaitu memiliki tingkat hutang yang rendah, sehingga risiko dalam berinvestasi semakin terkendali [1].

Terdapat 8 sektor di dalam indeks JII salah satunya adalah sektor properti. Perkembangan industri properti dan *real estate* menunjukkan pertumbuhan yang sangat pesat. Hal ini ditandai dengan maraknya pembangunan perumahan, apartemen, perkantoran dan perhotelan di kota-kota besar. Menurut Winarto [3] tahun 2016 adalah tahun yang diperkirakan akan menjadi tahun kebangkitan industri properti. Sejumlah analis melihat penurunan suku bunga acuan Bank Indonesia (*BI rate*) akan menjadi katalis positif yang akan menopang pertumbuhan emiten properti. Penurunan *BI rate* akan mendorong penurunan

suku bunga kredit kepemilikan rumah (KPR) sehingga akan mempengaruhi banyak investor untuk berinvestasi pada sektor properti dan *real estate*. Emiten dalam sub sektor properti dan *real estate* dalam indeks JII yang paling aktif diperdagangkan antara lain Alam Sutera Realty Tbk (ASRI), Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), Lippo Karawaci Tbk (LPKR), Pakuwon Jati Tbk (PWON), dan Summarecon Agung Tbk (SMRA).

Penurunan dan kenaikan harga saham sektor properti merupakan salah satu masalah bagi investor dalam menjual atau membeli saham. Kebijakan pemerintah yang berkaitan langsung dengan bidang bisnis perusahaan adalah salah satu faktor yang berpengaruh terhadap harga suatu saham di perusahaan sektoral [4]. Untuk mengoptimalkan risiko yang diperoleh investor maka diperlukan metode peramalan guna mendapatkan gambaran harga saham misalnya dengan menggabungkan informasi beberapa saham salah satunya adalah model *Vector Autoregressive* (VAR). Model VAR digunakan untuk meramalkan data dua variabel atau lebih yang memiliki hubungan timbal balik (saling terkait). Tujuan dari pemodelan VAR selain mengetahui hubungan antara series adalah untuk meningkatkan ketelitian dari data series dengan menggunakan informasi yang tersedia dari series yang berhubungan. Peramalan tersebut digunakan untuk meramalkan saham ASRI, BSDE, LPKR, PWON, dan SMRA sehingga berguna bagi investor dalam aktivitas penanaman modal.

Banyak penelitian yang pernah dilakukan dengan menggunakan model VAR dan peramalan harga saham. misalnya Putra [5] melakukan penelitian tentang *Vector Autoregressive* penyaluran kredit kendaraan bermotor roda dua jenis baru dan bekas di PT “X” dengan hasil model VAR yang menghasilkan nilai ramalan mendekati nilai aktual. Tianto [6] melakukan penelitian tentang peramalan harga saham perusahaan seluler di Indonesia menggunakan VAR. Putri [7] juga melakukan penelitian tentang saham yaitu Peramalan Indeks Harga Saham Perusahaan Finansial LQ45 Menggunakan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Vector Autoregressive* (VAR) dan didapatkan perbandingan antara kedua metode berdasarkan kriteria kebaikan model.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Multivariate Time Series*

Multivariate time series adalah studi tentang model statistik dan metode analisis yang menggambarkan hubungan dari beberapa data *time series* [8].

B. *Granger Causality*

Sering kali tidak terlihat secara jelas bagaimana arah kausalitas dari suatu variabel sehingga diperlukan adanya

pengujian hubungan kausalitas dengan *Granger Causality* [9]. Misalkan terdapat persamaan model multivariabel time series VAR(1) sebagai berikut:

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

Hipotesis pengujian hubungan kausalitas dengan *Granger Causality* sebagai berikut:

$H_0 = z_{1t}$ bukan penyebab z_{2t}

$H_1 = z_{1t}$ penyebab z_{2t}

Penolakan hipotesis dilakukan dengan menggunakan statistik uji *chi-square* berikut:

$$\chi^2 = (n - (pm^2 - m))(\log|\Sigma_r| - \log|\Sigma_u|), \quad (2)$$

dimana n merupakan banyak observasi, p adalah parameter, m adalah banyak variabel, Σ_r adalah matriks varians kovarian residual model *restricted* dan Σ_u adalah matriks varians kovarian residual model *unrestricted*. H_0 ditolak jika $\chi^2 > \chi_{p,\alpha}^2$. Tolak H_0 akan berarti bahwa z_{1t} penyebab z_{2t} .

C. Model yang Stationer dan Nonstationer

Hal pertama yang harus dilakukan untuk mengidentifikasi model adalah menentukan apakah data telah stasioner. Untuk menentukan apakah data 2 kelompok memiliki variance yang sama atau berbeda, digunakan uji Levene dengan hipotesis sebagai berikut [10]:

$H_0 : \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$ (Data memiliki varians yang sama)

$H_1 : \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \neq 1$ (Data memiliki varian yang berbeda)

Statistik uji yang digunakan dalam uji Levene adalah:

$$Z_{ij} = |X_{ij} - \eta_i| \quad (3)$$

Dimana X_{ij} adalah observasi individual, η_i adalah median sampel ke- i , n_1 adalah ukuran sampel pertama, n_2 ukuran sampel kedua. H_0 ditolak apabila F hitung lebih besar dari $F_{(1),(n_1+n_2-2),0.05}$. Apabila data memiliki varians yang tidak stasioner maka disarankan untuk melakukan transformasi data dengan persamaan berikut:

$$T(Z_t) = \begin{cases} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \ln(Z_t), & \lambda = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Persamaan *unit root* untuk menentukan apakah data stasioner dalam *mean* adalah [11].

$$\begin{aligned} Z_t - Z_{t-1} &= \rho Z_{t-1} - Z_{t-1} + e_t, \\ \Delta Z_t &= \delta Z_{t-1} + e_t, \end{aligned} \quad (5)$$

dimana e_t adalah *error* dengan proses *white noise*, jika $\rho=1$ menunjukkan *unit root*, $\delta = (\rho-1)$ dan Δ adalah operator *differencing* pertama. Hipotesis pengujian stasioneritas dalam *mean* adalah sebagai berikut:

$H_0 : \delta = 1$ (Data belum stasioner)

$H_1 : \delta < 1$ (Data telah stasioner)

dimana statistik uji yang digunakan sebagai berikut:

$$DF = \hat{\tau} = \frac{\hat{\delta} - 1}{se(\hat{\delta})} \quad (6)$$

Tolak H_0 apabila $|\hat{\tau}|$ lebih besar dari τ *Dicke Fuller* dengan derajat bebas n . Apabila data belum stasioner dalam *mean* maka perlu dilakukan *differencing*. *Differencing* lag 1 dari nilai z_1, z_2, \dots, z_n adalah sebagai berikut [12]:

$$w_t = z_t - z_{t-1}, \quad \text{dimana } t=2, \dots, n.$$

D. Identifikasi Model

Sebelum mengidentifikasi model VAR diperlukan plot *sample correlation matrix* (MACF) dan *partial autorrelation matrix* (MPACF) untuk menduga suatu model. MACF dapat dirumuskan melalui persamaan sebagai berikut:

$$\hat{\rho}_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (z_{i,t} - \bar{z}_i)(z_{j,t+k} - \bar{z}_j)}{\left[\sum_{t=1}^n (z_{i,t} - \bar{z}_i)^2 \sum_{t=1}^n (z_{j,t} - \bar{z}_j)^2 \right]^{1/2}} \quad (7)$$

Dimana, \bar{z}_i dan \bar{z}_j adalah rata-rata sampel dari komponen series yang bersesuaian. Sedangkan alat untuk menentukan orde model VAR dengan MPACF memiliki persamaan sebagai berikut:

$$P(s) = [D_v(s)]^{-1} V_{vu}(s) [D_u(s)]^{-1}.$$

$D_v(s)$ adalah matriks diagonal yang mana elemen diagonal ke- i adalah akar kuadrat diagonal elemen ke- i dari $V_v(s)$ dan sama halnya dengan $D_u(s)$ didefinisikan dari $V_u(s)$ [13].

E. Model VAR

Banyak kasus dimana data *time series* terdiri dari pengamatan beberapa variabel. Secara umum model untuk proses vektor AR(p) adalah sebagai berikut [13]:

$$\begin{aligned} (I - \Phi_1 B - \dots - \Phi_p B^p) \mathbf{z}_t &= \mathbf{a}_t, \\ \mathbf{z}_t &= \Phi_1 \mathbf{z}_{t-1} + \dots + \Phi_p \mathbf{z}_{t-p} + \mathbf{a}_t, \end{aligned} \quad (8)$$

dimana, \mathbf{z}_t merupakan vektor Z waktu t , Φ_p adalah matriks parameter model ke- p , \mathbf{a}_t vektor residual, dan I merupakan Matriks identitas.

Pemodelan dengan memasukkan variabel exogen model multivariate disebut model VARX. Model VARX(p,s) secara umum dapat ditulis sebagai berikut [14]:

$$\mathbf{z}_t = \Phi_0 + \sum_{i=1}^p \Phi_i \mathbf{z}_{t-i} + \sum_{j=1}^s \beta_j \mathbf{x}_{t-j} + \mathbf{a}_t,$$

dimana, β_j adalah koefisien matriks yang berukuran $(m \times r)$. dan r merupakan dimensi series variabel eksogen.

F. Diagnostic Checking

Tes *Portmanteau* digunakan untuk memeriksa apakah residual memenuhi asumsi *white noise* atau tidak. Hipotesis dari uji *Portmanteau* sebagai berikut:

H_0 : Residual telah memenuhi asumsi *white noise*,

H_1 : Residual belum memenuhi asumsi *white noise*.

Penolakan hipotesis asumsi *white noise* dilakukan menggunakan statistik uji *Portmanteau* berikut:

$$Q_h = N^2 \sum_{k=1}^h (N-k)^{-1} \text{tr}[\hat{\Gamma}_a(k) \hat{\Sigma}^{-1} \hat{\Gamma}_a(k)' \hat{\Sigma}^{-1}], \quad (9)$$

dimana autocovarians matriks lag k pada residual $\hat{\mathbf{a}}_t$ didefinisikan sebagai, $\hat{\Gamma}_a(k) = N^{-1} \sum_{t=1}^{N-1} \hat{\mathbf{a}}_t \hat{\mathbf{a}}_{t+k}'$ $k=0,1,\dots,h$ dan

$\hat{\Gamma}_a(0) \approx \hat{\Sigma}$, $\hat{\mathbf{a}}_t$ adalah estimasi vektor residual model VAR(p) dengan proses stasioner. H_0 ditolak jika $Q_h > \chi^2(m^2(h-p))$ [8]. Distribusi multivariate normal adalah salah satu asumsi yang juga harus dipenuhi dalam pemodelan VAR. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam asumsi distribusi multivariate normal:

$$(\mathbf{a}_t - \bar{\mathbf{a}}_t)' \hat{\Sigma}^{-1} (\mathbf{a}_t - \bar{\mathbf{a}}_t) \leq \chi_m^2(0.5). \quad (10)$$

Residual memenuhi distribusi multivariate normal jika setengah dari observasi bernilai kurang dari sama dengan $\chi_m^2(0.5)$ [15].

G. Pemilihan Model Terbaik

Salah satu kriteria pemilihan model terbaik yang didasarkan residual data in sampel adalah sebagai berikut [16].

$$AICc(p) = \ln \left| \hat{\Sigma}_a \right| + \frac{m(p+n)}{n-m-p-1}, \tag{11}$$

Dimana $\hat{\Sigma}_a$ merupakan matriks kovarians

H. Deteksi Outlier

Observasi time series kadang kala dipengaruhi oleh kejadian eksternal seperti krisis ekonomi, atau kejadian yang dipengaruhi penulisan dan rekap data. Konsekuensi dari kejadian eksternal yang tidak konsisten biasanya dinamakan outlier. Terdapat empat jenis outlier yang diketahui yaitu *additive outlier* (AO), *innovational outlier* (IO), *Level Shift* (LS), dan *Temporary Change* (TC) [17].

I. Diagram Kontrol

Diagram kontrol T^2 Hotelling dapat digunakan untuk memonitor proses residual data multivariate. Berikut adalah persamaan diagram kontrol T^2 Hotelling:

$$T^2 = (\mathbf{a}_t - \bar{\mathbf{a}})' \Sigma^{-1} (\mathbf{a}_t - \bar{\mathbf{a}}). \tag{12}$$

Proses akan terkendali apabila nilai T^2 Hotelling tidak keluar dari batas $UCL = \chi_m^2$ dan $LCL = 0$. Dimana m adalah banyak variabel [18].

J. Saham

Saham dapat didefinisikan sebagai tanda penyertaan modal seseorang atau pihak (badan usaha) dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Dengan menyertakan modal tersebut, maka pihak tersebut memiliki klaim atas pendapatan perusahaan, klaim atas asset perusahaan, dan berhak hadir dalam rapat umum pemegang saham (RUPS) [19].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapat dari *website yahoo finace* dengan alamat <http://www.finance.yahoo.com/>. Data tersebut merupakan harga saham penutupan dari lima saham sub sektor properti dan *real estate* yang masuk dalam indeks JII dengan periode waktu 1 April 2014- 31 Maret 2016. Struktur data peramalan harga saham dapat disajikan sebagai berikut.

TABEL 1. STRUKTUR DATA SAHAM

t	Harga saham				
	ASRI	BSDE	LPKR	PWON	SMRA
1	$z_{1,1}$	$z_{2,1}$	$z_{3,1}$	$z_{4,1}$	$z_{5,1}$
2	$z_{1,2}$	$z_{2,2}$	$z_{3,2}$	$z_{4,2}$	$z_{5,2}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	$z_{1,n}$	$z_{2,n}$	$z_{3,n}$	$z_{4,n}$	$z_{5,n}$

B. Tahap Analisis

Prosedur yang dilakukan untuk melakukan peramalan dengan model VAR adalah:

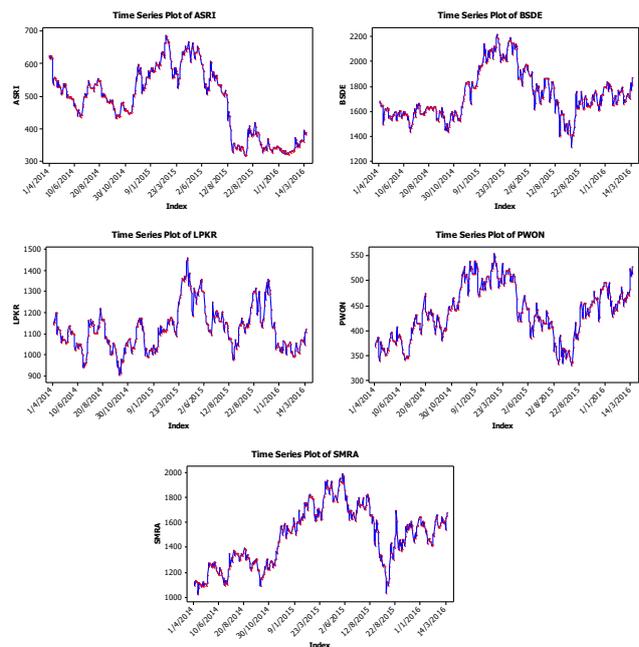
1. Membagi data saham *in* sampel 1 April 2014 sampai 17 Maret 2016 dan *out* sampel 18 Maret 2016 sampai 31 Maret 2016.
2. Memeriksa kestasioneran data dalam varians dan *mean*
3. Mengidentifikasi model dengan menggunakan plot MPACF dari data yang telah stasioner dengan nilai AICc terkecil untuk menentukan orde model VAR.
4. Mengestimasi dan menguji parameter model dugaan.

5. Memeriksa asumsi residual yaitu white noise dengan *Portmanteau test* dan asumsi distribusi normal dengan menggunakan uji distribusi *normal multivariate*.
6. Melakukan deteksi *outlier* apabila residual tidak memenuhi asumsi.
7. Pemilihan model terbaik
8. Melakukan *forecast* dengan penggunaan data periode waktu 1 April 2014-31 Maret 2016 untuk harga saham ASRI, BSDE, LPKR, PWON, dan SMRA.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Data

Selama bulan April 2014-Maret 2016 saham sub sektor properti dan real estate yang memiliki harga rata-rata paling tinggi adalah Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE) dengan harga sebesar 1732,5. Pergerakan harga saham sub sektor properti bulan April 2014-Maret 2016 dapat diketahui melalui bentuk time series plot pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Time Series Plot Harga Saham (a) ASRI, (b) BSDE, (c) LPKR, (d) PWON, (e) SMRA

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa pergerakan harga saham sektor properti cenderung memiliki bentuk dan pola kenaikan maupun penurunan yang hampir sama. Harga saham tertinggi pada sektor properti dan real estate terjadi pada April 2015 hal ini diduga akibat penurunan suku bunga acuan Bank Indonesia, dan rencana pemerintah untuk mendorong pembangunan infrastruktur yang berpengaruh pada harga saham sub sektor properti dan real estate.

Korelasi merupakan alat statistika yang berguna untuk mengukur hubungan antara dua variabel. Berikut adalah koefisien korelasi harga saham sub sektor properti.

TABEL 2. KOEFISIEN KORELASI HARGA SAHAM

Harga Saham	ASRI	BSDE	LPKR	PWON
BSDE	0.588			
LPKR	0.360	0.478		
PWON	0.314	0.779	0.235	
SMRA	0.356	0.821	0.529	0.626

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa semua variabel harga saham sub sektor properti dan real estate menunjukkan adanya hubungan karena nilai statistik uji r yang lebih besar dibandingkan dengan $r_{0,05,(513-2)} = 0,0867$.

Untuk memastikan adanya arah dan hubungan antar harga saham maka dilakukan pengujian hubungan kausalitas dengan *Granger Causality* berikut:

TABEL 3. UJI GRANGER CAUSALITY

Harga Saham	Harga Saham	Chi-Square	Df
ASRI	BSDE	5,82	1
	LPKR	3,84	1
	PWON	3,29	1
	SMRA	6,24	1
BSDE	ASRI	0,08	1
	LPKR	0,54	1
	PWON	0,00	1
	SMRA	0,34	1
LPKR	ASRI	0,36	1
	BSDE	2,98	1
	PWON	0,27	1
	SMRA	1,08	1
PWON	ASRI	0,15	1
	BSDE	11,37	1
	LPKR	5,12	1
	SMRA	6,91	1
SMRA	ASRI	0,25	1
	BSDE	5,98	1
	LPKR	0,17	1
	PWON	0,94	1

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa apabila nilai Chi-Square dibandingkan dengan nilai $\chi^2_{0,05;1} = 3,842$ maka diperoleh informasi variabel ASRI dipengaruhi oleh variabel BSDE dan SMRA, variabel PWON dipengaruhi variabel BSDE, LPKR dan SMRA, variabel SMRA dipengaruhi variabel BSDE.

B. Pemeriksaan Stasioneritas Data

Sebelum melakukan peramalan harga saham sub sektor real dan estate maka terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan kestasioneran data dalam varians dan mean. Stasioner dalam varians data harga saham dapat diketahui melalui uji Levene berdasarkan partisi data series yang diduga memiliki varians berbeda.

TABEL 4. LEVENE TEST

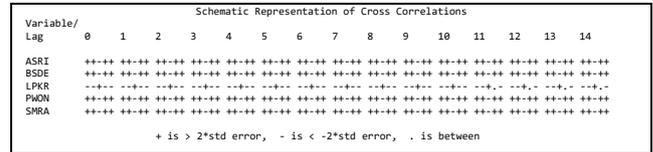
Saham	DF1	DF2	Levene	F tabel	Keterangan
ASRI	1	307	45.94	3.871927	Varians Tidak Homogen
BSDE	1	365	3.73	3.867061	Varians Homogen
LPKR	1	279	41.70	3.875004	Varians Tidak Homogen
PWON	1	262	3.04	3.877196	Varians Homogen
SMRA	1	344	45.46	3.868633	Varians Tidak Homogen

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa harga saham yang perlu ditransformasi adalah harga saham ASRI, LPKR, dan SMRA. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai transformasi data yang memiliki varians tidak homogen berdasarkan nilai *Rounded value*, UCL, dan LCL dari Box cox berikut:

TABEL 5. BOX COX HARGA SAHAM

Variabel	Rounded Value	LCL	UCL	Transformasi
ASRI	0	-0,18	0,57	$\ln Z_t$
BSDE	1	0,23	1,73	Tanpa Transformasi
LPKR	-0,5	-1,61	-0,02	$1/\sqrt{Z_t}$
PWON	0,5	-0,14	1,19	Tanpa Transformasi
SMRA	0,5	-0,15	0,84	$\sqrt{Z_t}$

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa data harga saham ASRI, LPKR, dan SMRA memiliki nilai rounded value 0, -0.5, dan 0,5 sehingga data ditransformasi sesuai dengan nilai *rounded value* tersebut. Setelah diketahui bahwa data telah stasioner dalam varians maka langkah selanjutnya adalah memeriksa kestasioneran data dalam *mean* dengan melihat MACF data.



Gambar 2. MACF Data Sebelum Differencing

Berdasarkan Gambar 2 plot MACF, dapat diketahui bahwa data belum stasioner dalam *mean* hal ini dapat dilihat dari tanda + dan - yang berada pada lag 1 sampai lag 14 sehingga data perlu dilakukan *differencing* 1. Untuk memastikan hal tersebut dilakukan uji *unit root* sebagai berikut:

TABEL 6. UJI UNIT ROOT DATA SEBELUM DIFFERENCING

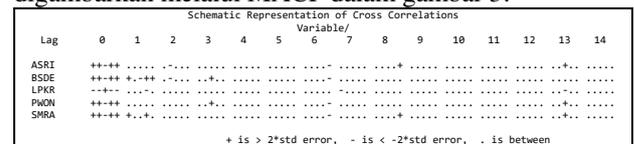
Variabel	Type	Tau
ASRI	Zero Mean	-0.84
BSDE	Zero Mean	-0.05
LPKR	Zero Mean	-0.10
PWON	Zero Mean	0.30
SMRA	Zero Mean	0.49

Dari Tabel 6 dapat diketahui bahwa data belum stasioner dalam *mean* karena nilai $|\hat{\tau}|$ yang lebih kecil dari τ Dickey Fuller (1,95). Setelah dilakukan *differencing* 1 langkah selanjutnya adalah pengujian kembali data yang telah *didifferencing* sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

TABEL 7. UJI UNIT ROOT DATA SETELAH DIFFERENCING

Variabel	Type	Tau
ASRI	Zero Mean	-15.50
BSDE	Zero Mean	-16.93
LPKR	Zero Mean	-15.51
PWON	Zero Mean	-16.18
SMRA	Zero Mean	-15.42

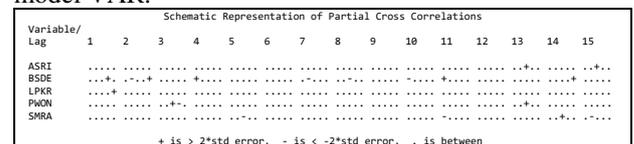
Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa data yang dianalisis telah stasioner dalam *mean* yang secara visual digambarkan melalui MACF dalam gambar 3:



Gambar 3. MACF Data Setelah Differencing

C. Identifikasi Model

Setelah melihat MACF maka langkah selanjutnya adalah menentukan MPACF untuk menentukan orde model VAR.



Gambar 4. MPACF Data Harga Saham

Berdasarkan MPACF data harga saham sub sektor properti dan real estate menunjukkan bahwa lag yang signifikan adalah lag 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15. Sehingga model VAR yang didapat adalah semua kemungkinan dari lag yang signifikan. Pendugaan orde VAR juga dapat diketahui dengan *minimum information criteria* berdasarkan AICc berikut:

TABEL 8. MINIMUM INFORMATION CRITERIA

Lag	MA 0	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5
AR 0	-14.3465	-14.2732	-14.2895	-14.2636	-14.2171	-14.1487
AR 1	-14.3153	-14.2276	-14.2348	-14.2004	-14.1538	-14.0857
AR 2	-14.3150	-14.2442	-14.1883	-14.1369	-14.0873	-14.0329
AR 3	-14.2740	-14.2021	-14.1461	-14.0825	-14.0269	-13.9701
AR 4	-14.2261	-14.1633	-14.0933	-14.0182	-13.9418	-13.8914
AR 5	-14.1568	-14.0914	-14.0304	-13.9668	-13.8929	-13.8104

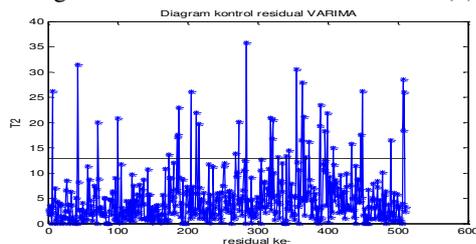
Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa AR(0) dan MA(0) merupakan orde yang memiliki nilai AICc terkecil namun model tersebut tidak memungkinkan untuk dianalisis sehingga orde yang digunakan adalah orde yang memiliki nilai AICc terkecil kedua yaitu AR(1) dan MA(0). Model dugaan yang terpilih berdasarkan kriteria AICc adalah VARIMA(1,1,0).

D. Estimasi, Uji Signifikansi dan Pemeriksaan Asumsi

Setelah melakukan identifikasi maka selanjutnya dilakukan estimasi dan uji signifikansi model VAR(1) sebanyak 25 parameter sebelum dilakukan *restrict* (pengeluaran parameter yang tidak signifikan). Hasil dari estimasi dan uji signifikansi parameter sebelum di *restrict* menunjukkan bahwa tidak semua parameter signifikan, sehingga perlu dilakukan *restrict* untuk mendapatkan parameter yang signifikan pada model VAR(1) dan terdapat 4 parameter model VAR(1) signifikan setelah dilakukan *restrict*. Langkah selanjutnya adalah pemeriksaan asumsi *white noise* dan distribusi normal. Berdasarkan uji *Portmanteau* dapat diketahui bahwa residual belum memenuhi asumsi *white noise* di lag 2,3,4, dan 5, namun pada pemeriksaan multivariate normal sudah memenuhi asumsi multivariate normal karena nilai proporsi dj^2 yang kurang dari $\chi_m^2(0.5) = 4,351$ adalah sebanyak 58,5% sehingga proporsi tersebut telah mendekati 50%.

Karena model VARIMA (1,1,0) tidak memenuhi asumsi *white noise* maka dilakukan pendugaan dengan penambahan orde yaitu VARIMA(2,1,0). Selanjutnya dilakukan estimasi dan uji signifikansi sebanyak 50 parameter sebelum dilakukan *restrict*. Hasil dari estimasi dan uji signifikansi parameter sebelum di *restrict* menunjukkan bahwa tidak semua parameter signifikan sehingga perlu dilakukan *restrict* untuk mendapatkan parameter yang signifikan pada model VARIMA (2,1,0). Terdapat 4 parameter model VAR(2) signifikan setelah dilakukan *restrict*. Langkah selanjutnya adalah pemeriksaan asumsi *white noise* dan distribusi multivariate normal. Berdasarkan uji *Portmanteau* diketahui bahwa residual belum memenuhi asumsi *white noise*, namun untuk pemeriksaan distribusi multivariate normal residual telah memenuhi asumsi distribusi multivariate normal.

Salah satu penyebab residual belum memenuhi asumsi yaitu adanya *outlier*. Salah satu alat yang digunakan untuk memonitor proses multivariate time series adalah diagram kontrol [18]. Berikut adalah diagram kontrol residual untuk mengetahui outlier residual model VAR (1):



Gambar 5. Diagram Kontrol Residual

Dari diagram kontrol residual Gambar 5 dapat diketahui bahwa terdapat 38 dari 513 data residual harga saham yang diketahui *outlier* pada model VARIMA(1,1,0), sehingga perlu dilakukan analisis VARIMAX untuk membuang efek dari *outlier* yang terdapat pada residual data. Pada penelitian ini, *outlier* yang akan dimasukkan

dalam model adalah 20 observasi karena apabila memasukkan model *outlier* sebanyak 21-38 hasil analisis tidak dapat diperoleh. 20 pengamatan outlier tersebut merupakan *outlier* tipe AO karena *outlier* tersebut tidak berpengaruh terhadap pengamatan sebelum dan setelahnya.

Untuk mengidentifikasi model VARX yang melibatkan variabel eksogen yaitu variabel *dummy* untuk observasi yang *outlier*, Langkahnya hampir sama konsepnya dengan model VAR. Sehingga didapat 71 parameter signifikan dalam Tabel 9

TABEL 9. ESTIMASI PARAMETER MODEL VARX

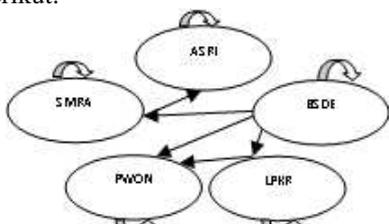
Variabel	Parameter	Estimasi	Standard Error	t Hitung	Variabel	
ASRI	XL(0,1,1)	0.04145	0.01840	2.25	X1(t)	
	XL(0,1,3)	-0.10950	0.01822	-6.01	X3(t)	
	XL(0,1,4)	0.09036	0.01816	4.98	X4(t)	
	XL(0,1,5)	-0.07140	0.01801	-3.97	X5(t)	
	XL(0,1,6)	-0.12893	0.02376	-5.43	X6(t)	
	XL(0,1,13)	-0.07323	0.02004	-3.65	X13(t)	
	XL(0,1,14)	0.07866	0.02377	3.31	X14(t)	
	XL(0,1,15)	0.07723	0.01679	4.60	X15(t)	
	XL(0,1,17)	0.05986	0.01737	3.45	X17(t)	
	XL(1,1,3)	0.04888	0.01724	2.84	X3(t-1)	
	AR(1,1,5)	0.00428	0.00163	2.62	SMRA(t-1)	
	BSDE	XL(0,2,3)	-65.34643	27.89191	-2.34	X3(t)
		XL(0,2,4)	63.09747	27.81570	2.27	X4(t)
XL(0,2,5)		-137.4939	29.14789	-4.72	X5(t)	
XL(0,2,6)		-145.0000	36.09993	-4.02	X6(t)	
XL(0,2,9)		-60.12636	28.13285	-2.14	X9(t)	
XL(0,2,10)		112.30704	27.63006	4.06	X10(t)	
XL(0,2,12)		-92.03703	28.15786	-3.27	X12(t)	
XL(0,2,13)		-152.7466	31.91750	-4.79	X13(t)	
XL(0,2,14)		167.5992	36.11621	4.64	X14(t)	
XL(0,2,20)		-119.1296	26.10798	-4.56	X20(t)	
XL(1,2,3)		69.10431	26.92792	2.57	X3(t-1)	
XL(1,2,5)		58.68190	26.77603	2.19	X5(t-1)	
XL(1,2,18)		-56.90697	26.10819	-2.18	X18(t-1)	
AR(1,2,2)		0.08664	0.03614	2.40	BSDE(t-1)	
LPKR		XL(0,3,1)	-0.00123	0.00026	-4.81	X1(t)
		XL(0,3,2)	0.00085	0.00024	3.51	X2(t)
		XL(0,3,6)	0.00101	0.00030	3.42	X6(t)
		XL(0,3,7)	0.00126	0.00024	5.20	X7(t)
	XL(0,3,9)	-0.00083	0.00025	-3.37	X9(t)	
	XL(0,3,12)	-0.00074	0.00025	-3.02	X12(t)	
	XL(0,3,14)	-0.00081	0.00030	-2.74	X14(t)	
	XL(0,3,18)	0.00117	0.00024	4.85	X18(t)	
	XL(0,3,19)	-0.00083	0.00024	-3.43	X19(t)	
	XL(1,3,4)	0.00059	0.00024	2.41	X4(t-1)	
	XL(1,3,5)	-0.00049	0.00025	-1.97	X5(t-1)	
	XL(1,3,17)	-0.00052	0.00024	-2.16	X17(t-1)	
	XL(1,3,20)	-0.00070	0.00024	-2.90	X20(t-1)	
	AR(1,3,2)	-0.00000	0.00000	-3.00	BSDE(t-1)	
PWON	XL(0,4,1)	-25.61666	8.17102	-3.14	X1(t)	
	XL(0,4,2)	38.23728	7.75416	4.93	X2(t)	
	XL(0,4,3)	-20.13187	8.34313	-2.41	X3(t)	
	XL(0,4,4)	38.97631	8.32495	4.68	X4(t)	
	XL(0,4,6)	-39.00000	10.15264	-3.84	X6(t)	
	XL(0,4,7)	-17.10556	7.79433	-2.19	X7(t)	
	XL(0,4,8)	-42.22311	7.85928	-5.37	X8(t)	
	XL(0,4,11)	38.95614	7.90134	4.93	X11(t)	
	XL(0,4,13)	-34.41713	9.14329	-3.76	X13(t)	
	XL(0,4,14)	43.49700	10.17509	4.27	X14(t)	
	XL(0,4,16)	-38.22864	7.70903	-4.96	X16(t)	
	XL(0,4,17)	-19.09918	8.10416	-2.36	X17(t)	
	XL(0,4,19)	16.06189	7.92185	2.03	X19(t)	
	XL(1,4,2)	-16.26314	7.95019	-2.05	X2(t-1)	
	XL(1,4,4)	-16.84484	8.03071	-2.10	X4(t-1)	
	XL(1,4,12)	-18.65678	7.85838	-2.37	X12(t-1)	
	AR(1,4,2)	0.03638	0.01157	3.14	BSDE(t-1)	
AR(1,4,3)	-2729.546	1244.97167	-2.19	LPKR(t-1)		
AR(1,4,4)	-0.0746	0.03762	-1.98	PWON(t-1)		
SMRA	XL(0,5,5)	-1.70624	0.39743	-4.29	X5(t)	
	XL(0,5,6)	-1.45420	0.47721	-3.05	X6(t)	
	XL(0,5,8)	-0.76668	0.36496	-2.10	X8(t)	
	XL(0,5,9)	1.17352	0.38219	3.07	X9(t)	
	XL(0,5,10)	1.62563	0.37892	4.29	X10(t)	
	XL(0,5,11)	1.01208	0.36619	2.76	X11(t)	

XL(0,5,12)	-0.89354	0.38260	-2.34	X12(t)
XL(0,5,13)	-1.41829	0.43422	-3.27	X13(t)
XL(0,5,14)	1.66273	0.47743	3.48	X14(t)
XL(0,5,19)	1.38513	0.36631	3.78	X19(t)
XL(1,5,4)	-1.19726	0.36756	-3.26	X4(t-1)
XL(1,5,19)	-0.91817	0.35830	-2.56	X19(t-1)
AR(1,5,2)	0.00121	0.00048	2.52	BSDE(t-1)

Setelah dilakukan pemeriksaan uji asumsi white noise dan distribusi multivariate normal, asumsi tersebut dipenuhi. Sehingga model akhir dari penelitian tentang peramalan harga saham sektor properti dan real estate adalah VARX(1,1) dimana $Z_{1,t}^* = \ln(Z_{1,t})$, $Z_{3,t}^* = 1/\sqrt{Z_{3,t}}$ dan $Z_{5,t}^* = \sqrt{Z_{5,t}}$. Model VARX (1,1) secara matematis dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &(\mathbf{I} - \Phi_1 B)(\mathbf{I} - B)\mathbf{z}_t = (\beta_0 + \beta_1 B)\mathbf{x}_t + \mathbf{a}_t \\
 &\mathbf{z}_t = (\mathbf{I} + \Phi_1)\mathbf{z}_{t-1} - \Phi_1\mathbf{z}_{t-2} + \beta_0\mathbf{x}_t + \beta_1\mathbf{x}_{t-1} + \mathbf{a}_t \\
 Z_{1,t} = &0,00428Z_{5,t-1} - 0,00428Z_{5,t-2} + Z_{1,t-1} + 0,04145X_{1,t} - 0,1095X_{3,t} + 0,09036X_{5,t} \\
 &- 0,0714X_{5,t} - 0,1289X_{6,t} - 0,07323X_{13,t} + 0,0787X_{14,t} + 0,077X_{15,t} + 0,0599X_{17,t} \\
 &+ 0,0489X_{3,t-1} + a_{1,t} \\
 Z_{2,t} = &1,08664Z_{2,t-1} - 0,08664Z_{2,t-2} - 65,35X_{3,t} + 63,097X_{4,t} - 137,5X_{5,t} \\
 &- 145X_{6,t} - 60,126X_{9,t} + 112,3X_{10,t} - 92,04X_{12,t} - 152,8X_{13,t} + 167,6X_{14,t} \\
 &- 119,13X_{20,t} + 69,1X_{3,t-1} + 58,7X_{5,t-1} - 56,9X_{18,t-1} + a_{2,t} \quad [1] \\
 Z_{3,t} = &-0,002Z_{2,t-1} + 0,002Z_{2,t-2} + Z_{3,t-1} - 0,00123X_{1,t} + 0,00101X_{6,t} + 0,00126X_{7,t} \\
 &- 0,00083X_{9,t} - 0,0007X_{12,t} - 0,008X_{14,t} + 0,001X_{18,t} - 0,0008X_{20,t} \\
 &+ 0,0006X_{4,t-1} - 0,0005X_{5,t-1} - 0,0005X_{17,t-1} - 0,0007X_{20,t-1} + a_{3,t} \quad [2] \\
 Z_{4,t} = &0,03638Z_{2,t-1} - 0,03638Z_{2,t-2} - 2729,5Z_{3,t-1} + 2729,5Z_{3,t-2} - 0,075Z_{4,t-1} \\
 &+ 0,075Z_{4,t-2} + Z_{4,t-1} - 25,6X_{1,t} + 38,24X_{2,t} - 20,13X_{3,t} + 38,98X_{4,t} \\
 &- 39X_{6,t} - 17,1X_{7,t} - 42,2X_{8,t} + 38,96X_{11,t} - 34,42X_{13,t} + 43,49X_{14,t} - 38,23X_{16,t} \\
 &- 19,1X_{17,t} + 16,1X_{19,t} - 16,3X_{2,t-1} - 16,8X_{4,t-1} - 18,6X_{12,t-1} + a_{4,t} \quad [4] \\
 Z_{5,t} = &0,00121Z_{2,t-1} - 0,00121Z_{2,t-2} + Z_{5,t} - 1,71X_{3,t} - 1,45X_{6,t} - 0,767X_{8,t} \\
 &+ 1,17X_{9,t} + 1,63X_{10,t} - 1,01X_{11,t} - 0,89X_{12,t} - 1,42X_{13,t} + 1,66X_{14,t} + 1,39X_{19,t} \\
 &- 1,197X_{4,t-1} - 0,918X_{19,t-1} + a_{5,t} \quad [5]
 \end{aligned}$$

Keterkaitan dari model tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 6. Keterkaitan Harga Saham

Dari hasil pemodelan maka akan didapatkan nilai peramalan pada 1 April 2016-5 April 2016 dengan penggunaan data periode waktu 1 April 2014-31 Maret 2016 sebagai berikut:

TABEL 10. FORECAST 1 APRIL 2014-5 APRIL 2016.

Periode	ASRI	BSDE	LPKR	PWON	SMRA
1/4/2016	371.9028	1834.561	1044.679	484.219	1584.526
4/4/2016	371.8936	1834.522	1044.651	484.1744	1584.484
5/4/2016	371.8928	1834.519	1044.649	484.1751	1584.481

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis mengenai gambaran karakteristik dengan analisis statistika deskriptif dan peramalan harga saham sub sektor properti dan real estate maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis karakteristik dapat diketahui bahwa selama bulan April 2014-Maret 2016 saham sub sektor properti dan real estate yang memiliki harga rata-rata paling tinggi adalah Bumi Serpong Damai Tbk

(BSDE) sedangkan harga rata-rata saham terendah adalah Pakuwon Jati Tbk (PWON). Pergerakan harga saham sektor properti indeks JII cenderung memiliki bentuk dan pola kenaikan maupun penurunan yang hampir sama. Hal ini diduga terjadi karena kejadian yang berkaitan langsung dengan bidang bisnis perusahaan akan berpengaruh terhadap fluktuasi harga suatu saham perusahaan sektoral yang sama.

2. Berdasarkan analisis peramalan harga saham sub sektor properti dan real estate dengan metode VAR maka dapat diketahui model yang terbentuk adalah VARX (1,1) dengan life time ramalan hanya sampai periode ke-3.

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka di dapatkan saran yaitu Investor sebaiknya menahan untuk tidak menjual saham properti karena nilai ramalan yang bergerak turun. Metode yang digunakan untuk peramalan seharusnya menggunakan metode yang menghasilkan model yang sederhana mungkin namun memiliki kemampuan yang lebih untuk meramalkan data.

DAFTAR PUSTAKA

May, E. (2013). *Smart Trader Rich Investor*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

BPS. (2015). *Laporan Perekonomian Indonesia 2015*. Jakarta: CV. Nario Sari.

Winarto, Y. (2016, Maret 18). *Simak Rekomendasi Saham Emiten Properti Saat Ini*. diakses 19 Maret 2016, dari <http://investasi.kontan.co.id/news/simak-rekomendasi-saham-emiten-properti-saat-ini>.

Tanuwidjaja, W. (2006). *Siasat Investasi Cerdik*. Yogyakarta: Media Pressindo.

Putra, A. S. (2014). Analisis Penyaluran Kredit Kendaraan Bermotor Roda Dua Jenis Baru dan Bekas di PT "X" dengan Metode Vector Autoregressive. *Jurnal Sains dan Seni POMITS Vol.3, No.2*.

Tianto, R. (2014). *Peramalan Harga Saham Perusahaan Seluler di Indonesia Menggunakan Metode Vector Autoregressive (VAR)*. Surabaya: Tugas Akhir Mahasiswa ITS.

Putri, R. N. (2015). Peramalan Indeks Harga Saham Perusahaan Finansial LQ45 Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Vector Autoregressive (VAR). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, Vol.4, No. 2.

Box, G. E., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (2008). *Time series Analysis Forecasting and Control*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Enders, W. (1995). *Applied Econometric Time series*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Allingham, D., & Rayner, J. (2011). Two Sample Testing For Equality of Variance. *Applied Statistics Education and Research Collaboration (ASERC)* (pp. 17-18). Australia: University of Western Sydney.

Gujarati, D. (2004). *Basic Econometrics (4th Ed.)*. New York: McGraw-Hill.

Bowerman, B. L., & O'Connell, R. T. (1993). *Forecasting And Time series An Applied Approach*. California: Imprint of Wadsworth.

Wei, W. W. (2006). *Time series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. USA: Pearson Education, Inc..

Tsay, R. S. (2014). *Multivariate Time Series Analysis*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. United States of America: Pearson Education, Inc.