



## Metode *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) untuk Peramalan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI)

### *Markov Switching Autoregressive (MSAR) Method for Forecasting Indonesian Islamic Stock Index (ISSI)*

Agi Khoerunnisa<sup>1</sup>, Indah Manfaati Nur<sup>2</sup>, Prizka Rismawati Arum<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

<sup>2</sup> Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

<sup>3</sup> Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

Corresponding author : [agikhoerunnisa@gmail.com](mailto:agikhoerunnisa@gmail.com), [indahmnur@unimus.ac.id](mailto:indahmnur@unimus.ac.id),  
[prizka.rismawati@gmail.com](mailto:prizka.rismawati@gmail.com)

### Abstrak

Model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) adalah salah satu model deret waktu nonlinier yang memodelkan data deret waktu yang mengalami perubahan fluktuasi yang terjadi pada data. Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) merupakan indeks saham syariah yang beranggotakan seluruh saham syariah. Data yang digunakan adalah data bulanan harga penutupan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) periode Juni 2011 sampai Mei 2022 yang bersumber dari Bursa Efek Indonesia (BEI). Pemodelan MSAR diperoleh sebanyak 10 model yang dibagi menjadi 2 yaitu model dengan 2 *state* dan model dengan 3 *state*. Selain itu, Model MSAR mempunyai variabel *state* dan nilai peluang matriks transisi yang dihitung dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood estimation* (MLE). Estimasi parameter dilakukan pada seluruh model dan nilai *Bayesian Information Criterion* (BIC) minimum menyatakan model terbaik. Adapun model MSAR terbaik yang didapatkan adalah model MS(2)AR(2) dengan nilai BIC sebesar -395,8. Model dan hasil peramalan diperoleh kondisi *state* 1 (peningkatan) dan *state* 2 (penurunan). Analisis hasil peramalan untuk 12 bulan ke depan bahwa data Indeks Saham Syariah Indonesia pada pertengahan tahun 2022 mengalami trend naik dan fluktuasi pada awal tahun 2023. Keakuratan hasil peramalan dihitung dengan *Mean Absolute Percentence Error* (MAPE) yang diperoleh sebesar 23% yang berarti kriteria hasil peramalan cukup baik.

**Kata Kunci** : BIC, ISSI, MLE, MSAR

### Abstract

The *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) model is a nonlinear time series model that models time series data that undergoes changes in fluctuations that occur in the data. The Indonesian Syariah Stock Index (ISSI) is a syariah stock index consisting of all syariah shares. The data used is the monthly closing price of the Indonesian Syariah Stock Index (ISSI) for the period June 2011 to May 2022, sourced from the Indonesia Stock Exchange (IDX). MSAR modeling obtained as many as 10 models which are divided into 2, namely a model with 2 states and a model with 3 states. In addition, the MSAR Model has a state variable and a transition matrix probability value which is calculated using the *Maximum Likelihood estimation* (MLE) method. Parameter estimation was carried out on all models and the minimum *Bayesian Information Criterion* (BIC) value was declared the best model. The best MSAR model obtained is the MS(2)AR(2) model with a BIC value of -395.8. Models and forecasting results obtained state 1 (increase) and state 2 (decrease). Analysis of forecasting results for the next 12 months that the Indonesian Syariah Stock Index data in mid-2022 experienced an uptrend and fluctuation at the beginning of the year 2023. The accuracy of the forecasting results is calculated by means of the *Mean Absolute Percentence Error* (MAPE) which is obtained by 23%, which means that the criteria for the forecasting results are quite good.

**Keywords** : BIC, ISSI, MLE, MSAR



## PENDAHULUAN

Pasar modal memiliki peran yang sangat penting bagi perekonomian global, Indonesia adalah salah satunya negara yang kondisi ekonominya tengah berkembang. Pasar modal merupakan bagian yang penting dalam perekonomian Indonesia, baik sebagai tempat untuk menghimpun dana, tempat alternatif dalam berinvestasi dengan penjualan saham dan penerbitan obligasi, maupun sebagai indikator stabilitas kondisi makroekonomi [1]. Kondisi investasi di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami perkembangan yang cukup baik. Investasi dapat disebut juga sebagai penanaman modal. Investasi merupakan penundaan konsumsi masa sekarang untuk digunakan didalam produksi yang efisien selama periode waktu yang tertentu. Investasi merupakan sebuah kegiatan muamalah yang sangat dianjurkan oleh Islam. Hal tersebut dikarenakan harta atau aset yang dimiliki seseorang menjadi produktif sehingga akan mendatangkan manfaat bagi pemilikinya maupun orang lain. Walaupun sangat dianjurkan oleh Islam, investasi harus berpedoman pada prinsip-prinsip syariah yang ada. Produk syariah di pasar modal timbul dengan tujuan untuk menunjang dan memenuhi kebutuhan umat Islam dalam melakukan investasi tetapi tetap berprinsip syariah. Bursa Efek Indonesia meluncurkan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) pada tanggal 12 Mei 2011. ISSI merupakan indeks saham syariah yang beranggotakan seluruh saham syariah yang dahulunya terdaftar di IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) bergabung dengan saham non syariah lainnya [2].

Data deret waktu adalah data observasi yang dikumpulkan secara berurutan dari waktu ke waktu. Salah satu pemodelan data deret waktu menggunakan model klasik yaitu dengan model *Autoregressive* (AR). Model ini merupakan model linier dalam runtun waktu yang umumnya dapat diaplikasikan pada sebagian besar data-data statistik dan ekonomi dengan data yang fluktuasi pada suatu nilai pada waktu tertentu. Model deret waktu klasik seperti *Autoregressive* (AR) tidak mampu menjelaskan perubahan struktur yang sering terjadi pada data deret waktu dikarenakan pada model tersebut perubahan struktur yang terjadi pada data diabaikan [6]. Perubahan struktur merupakan suatu kondisi yang biasa terjadi pada data ekonomi. Data deret waktu juga biasanya dimodelkan dengan menggunakan model ARIMA, ARCH, dan GARCH [3]. Tetapi model tersebut tidak memperhitungkan adanya perubahan struktur atau bentuk. Salah satu model alternatif yang dapat digunakan untuk menganalisis dan mengkaji data yang mengalami perubahan struktur adalah model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR). Model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) merupakan hybrid atau penggabungan dari suatu model rantai Markov dengan model deret waktu klasik *Autoregressive*.

Model *Markov switching* diperkenalkan oleh Hamilton (1989) adalah salah satu model deret waktu nonlinier yang paling banyak digunakan. Model ini mampu memodelkan data deret waktu yang mengalami perubahan struktur. Pada model *Markov Switching* perubahan struktur atau fluktuasi pada data yang dikontrol dengan suatu peubah *state* yang tidak teramati yang memenuhi orde pertama rantai

markov [10]. Sifat dari rantai markov adalah mengatur nilai peubah *state* yang bergantung pada nilai sebelumnya. Suatu struktur yang berubah pada periode waktu digantikan dengan struktur yang lain dengan proses *switching* (penggantian). Model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) adalah salah satu model yang dapat digunakan untuk menganalisis perubahan kondisi fluktuasi pada suatu data deret waktu. Berdasarkan data masa lalu, dengan menggunakan model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) dapat diketahui probabilitas data akan bertahan pada suatu kondisi, atau berubah mengikuti kondisi awal atau sebaliknya [12]. Hal ini sangat berguna untuk meramalkan pergerakan data pada masa yang akan datang serta sebagai peringatan dini akan situasi dan kondisi yang akan terjadi.

### 1. Peramalan

Peramalan adalah suatu kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Peramalan merupakan perkiraan mengenai sesuatu yang belum terjadi. Peramalan juga didefinisikan sebagai seni dan ilmu untuk memprediksi kejadian di masa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data di masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu model matematis. Peramalan diartikan sebagai penggunaan teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka [11].

### 2. Stasioneritas

Stasioneritas diartikan tidak terdapat perubahan yang drastis pada data. Kestasioneran suatu data akan berkaitan dengan metode estimasi yang digunakan. Kestasioneran ini diperlukan untuk memperkecil kekeliruan pada model [5]. Terdapat beberapa alternatif apabila data tidak stasioner, alternatif pertama yaitu mengurangi komponen sehingga residual stasioner dan alternatif kedua yaitu melakukan transformasi pada data sehingga data yang ditransformasikan stasioner. Stasioner dalam mean atau rata-rata artinya jika data tidak mengalami perubahan rata-rata dari waktu ke waktu dan pengujian stasioner secara mean menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) [6]. Sedangkan stasioner dalam *varians* artinya jika plot *time series* tidak memperlihatkan adanya perubahan *varians* yang jelas dari waktu ke waktu atau dapat diketahui melalui uji Box-Cox yaitu dengan melihat nilai  $\lambda$ .

### 3. ACF dan PACF

Fungsi Autokorelasi,  $\rho_k$  merupakan ukuran korelasi antara dua nilai  $X_t$  dan  $X_{t+k}$  dengan jarak  $k$  bagian atau disebut koefisien korelasi pada lag  $k$ . Untuk  $X_t$  yang stasioner terdapat nilai rata-rata  $(EX_t)\mu$  dan ragam  $\text{Var}(X_t) = E(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu) = \sigma^2$  adalah konstan. Nilai  $\rho_k$  yang mendekati  $\pm 1$  mengindikasikan adanya korelasi tinggi, sedangkan  $\rho_k$  yang mendekati nol mengindikasikan adanya hubungan yang lemah. ACF plot juga dipakai sebagai alat untuk mengidentifikasi kestasioneran data, jika ACF plot cenderung lambat atau menurun secara linier maka dapat disimpulkan data belum stasioner terhadap mean [6].

#### 4. Model Autoregressive (AR)

Model *Autoregressive* adalah model *regresi time series* yang menghubungkan nilai pengamatan aktual dengan nilai pengamatan sebelumnya. Persamaan linier dikatakan sebagai *autoregressive* apabila model tersebut menunjukkan  $Z_t$  sebagai fungsi linier dari sejumlah  $Z_t$  aktual kurun waktu sebelumnya bersama dengan kesalahan sekarang. Bentuk model dengan orde  $p$  atau  $AR(p)$  [12].

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \alpha_t$$

#### 5. Rantai Markov

Model markov adalah sebuah model stokastik yang memodelkan sebuah proses yang berubah secara acak semu. Rantai Markov dapat digambarkan sebagai *discrete-time stochastic process* yang memiliki jumlah *state* yang terbatas dan pada suatu saat rantai Markov berada di salah satu *state* tersebut [6].

$$P(X_{t+1} = i_{t+1} | X_t = i_t, X_{t-1} = i_{t-1}, \dots, X_1 = i_1, X_0 = i_0)$$

Rantai markov merupakan suatu teknik yang dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan di waktu yang akan datang atas dasar perubahan dari masa yang lalu. Perubahan yang terjadi pada proses rantai markov disebabkan oleh suatu peluang transisi yang dilambangkan dengan  $\{p_{ij}\}_{i,j=1,2,\dots,N}$ . Peluang transisi dari suatu rantai markov dibentuk dalam suatu matriks  $P_{N \times N}$  yang disebut matriks peluang transisi. Elemen pada baris ke- $j$  kolom ke- $i$  dari matriks  $P$  merupakan peluang transisi  $p_{ij}$ . Sebagai contoh elemen pada baris ke-2 kolom ke-1 ( $p_{ij}$ ) merupakan peluang dari terjadinya *state* 1 setelah kejadian *state* 2.

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2N} \\ M & M & O & M \\ p_{N1} & p_{N2} & \dots & p_{NN} \end{bmatrix}$$

#### 6. Model Markov Switching

Model *Markov Switching* oleh Hamilton (1989) atau dikenal juga sebagai *Regime Switching Model*, adalah salah satu model deret waktu nonlinier yang paling banyak digunakan. Model ini mampu memodelkan data deret waktu yang mengalami perubahan struktur. Pada model *Markov Switching* perubahan struktur dikontrol dengan suatu peubah *state* yang tidak teramati yang memenuhi orde pertama rantai markov [10]. Sifat dari rantai markov yaitu mengatur nilai peubah *state* bergantung pada nilai sebelumnya. Suatu struktur yang berubah pada periode waktu digantikan dengan struktur yang lain dengan proses *switching* (penggantian). Model *Markov Switching* cocok untuk menjelaskan data yang berkorelasi yang menunjukkan dengan jelas pola dinamik selama periode perubahan waktu. Perubahan dapat terjadi pada rata-rata maupun varian. Adapun model dengan perubahan pada nilai rata-rata dan varian  $Y_t = \mu_{s_t} + e_t$  [4].

#### 7. Model Markov Switching Autoregressive (MSAR)

Rantai markov menjadi dasar dalam model MSAR [8]. Misalkan untuk suatu data dengan perubahan struktur dari dua kondisi, data tersebut secara klasik dapat dipecah menjadi dua kondisi berdasarkan periode waktunya. Periode waktu pertama dengan kondisi pertama dan periode waktu kedua dengan kondisi kedua. Kedua kondisi ini dapat dimodelkan dengan model *autoregressive*. Misalkan

terdapat model *autoregressive* orde pertama dengan model pertama yang bersesuaian dengan deret waktu pada  $t_i, t_{i+1}, \dots, t_{i+m}$  berikut:

$$z_t - \mu_1 = \phi(z_{t-1} - \mu_1) + \varepsilon_t$$

Sementara model kedua

$$z_t - \mu_2 = \phi(z_{t-1} - \mu_2) + \varepsilon_t$$

Bersesuaian dengan deret waktu pada  $t_j, t_{j+1}, \dots, t_{j+m}$ . Kasus ini menggambarkan adanya pergeseran model antara model pertama dan model kedua yang terjadi pada deret waktu yang sama pada waktu yang berbeda. Nilai  $s_t$  yang satu bersesuaian dengan model pada periode  $t_i, t_{i+1}, \dots, t_{i+m}$  dan nilai  $s_t$  yang dua bersesuaian dengan model pada periode  $t_j, t_{j+1}, \dots, t_{j+m}$ . Model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) merupakan penggabungan model rantai markov dengan model deret waktu klasik *autoregressive* [10].

$$(z_t - \mu_{s_t}) = \sum \phi_p (z_{t-p} - \mu_{s_{t-p}}) + \varepsilon_t$$

## 8. Maximum Likelihood Estimation

Metode *maximum likelihood* adalah suatu penaksir titik yang mempunyai sifat teoritis yang lebih kuat dibandingkan dengan metode penaksir kuadrat terkecil. *Maximum likelihood* merupakan suatu cara untuk mengestimasi parameter yang tidak diketahui. Pada penelitian ini menggunakan estimasi parameter *Maximum likelihood* digabung dengan proses filtering dan smoothing. Prosedur estimasi *maximum likelihood* menguji apakah estimasi maksimum yang tidak diketahui dari fungsi *likelihood* suatu sampel nilainya sudah memaksimumkan fungsi *likelihood*. fungsi p.d.f (*probability density function*) dari variable acak  $y$  dengan parameter  $\beta$  dinotasikan  $f(y|\beta)$ . Probabilitas sampel acak dari *joint* p.d.f untuk  $y_1, y_2, \dots, y_n$  dengan  $n$  saling bebas dan berdistribusi sama [11].

$$f(y_1, \dots, y_n | \beta) = \prod_{i=1}^n f(y_i | \beta) = l(\beta | y)$$

Metode *maximum likelihood* akan memilih nilai  $\beta$  yang diketahui sedemikian hingga memaksimumkan nilai probabilitas dari gambaran sampel secara acak yang telah diperoleh secara aktual [11].

$$\begin{aligned} L(\beta | y) &= \ln \left\{ \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \frac{(y_i - \beta)^2}{\sigma^2} \right] \right\} \\ &= \ln \left\{ (2\pi\sigma^2)^{\frac{n}{2}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \frac{(y_i - \beta)^2}{\sigma^2} \right] \right\} \\ &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \beta)^2}{\sigma^2} \end{aligned}$$

## 9. Filtering dan Smoothing

Proses *filtering* dilakukan untuk mendapatkan peluang nilai suatu *state* pada saat  $t$  berdasarkan pada pengamatan hingga saat  $t$ . Hasil dari proses *filtering* adalah nilai *filtered state probability* [12].

$$P(s_t = j, s_{t-1} = i | \Omega_{t-1}; \theta) = P(s_t = j, s_{t-1} = i | z_t, \Omega_{t-1}; \theta)$$

Maka nilai *filtered state probability* untuk suatu *state* dapat dihitung dengan:

$$P(s_t = j, s_{t-1} = i | \Omega_{t-1}; \theta) = \sum_{i=1}^N P(s_t = j, s_{t-1} = i | z_t, \Omega_{t-1}; \theta)$$

Proses *smoothing* dilakukan untuk mendapatkan estimasi terbaik, dimana peluang nilai *state* dihitung berdasarkan informasi dari seluruh data pengamatan.

Hasil dari proses *smoothing* adalah nilai *smoothed state probabilities* yang dinotasikan dengan  $P(s_t = j | \Omega_T; \theta)$  [12].

$$P(s_t = j, s_{t+1} = k | \Omega_T; \theta) = P(s_{t+1} = k | \Omega_T; \theta) P(s_t = j, s_{t+1} = k, \Omega_T; \theta)$$

Setelah mendapatkan nilai peluang  $s_t$  melalui proses *filtering* dan *smoothing* maka dapat diperoleh fungsi densitas dari  $z_t$ .

## 10. Dugaan Durasi State

*State* adalah kondisi yang merupakan peubah acak  $x_t$ , jika suatu peubah acak berada pada *state* tersebut maka dapat berpindah ke *state* lainnya [4]. Suatu *state* dapat dikatakan apresiasi atau depresiasi dengan mempertimbangkan nilai  $\mu_{s_t}$  dengan ketentuan  $\mu_2 < \mu_1$  atau rata-rata pada *state* 2 lebih kecil dari rata-rata pada *state* 1.

Pada pemodelan data runtun waktu menggunakan *markov switching autoregressive* dapat diduga durasi dari masing-masing *state* berdasarkan perolehan peluang masing-masing *state* yang didapatkan dari model. Elemen diagonal dari matriks peluang transisi menyimpan informasi yang penting mengenai durasi rata-rata yang diharapkan dari suatu *state* akan bertahan [8].

$$E(D) = \sum_{j=1}^{\infty} j P(D = j) = (1 - P_{jj})(1 + 2P_{jj} + 3P_{jj}^2 + \dots) \approx \frac{1}{1 - P_{jj}}$$

## 11. Pemilihan Model Terbaik

Memilih model yang terbaik dapat ditentukan dengan menggunakan kriteria *in-sample* dan *out-sample*. Pemilihan model terbaik berdasarkan kriteria *in-sample* dapat menggunakan nilai BIC (*Bayesian Information Criterion*). BIC yang diperkenalkan oleh Schwarz yaitu salah satu kriteria pemilihan model terbaik yang digunakan untuk mengestimasi dimensi dari model. Model terbaik adalah dimana model tersebut memiliki nilai BIC yang minimum.

$$BIC = \log \sigma^2 \frac{k \log(n)}{n}$$

Sedangkan pada kriteria *out-sample* pemilihan model terbaik dapat menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE digunakan sebagai alat pengukuran kesalahan pada peramalan melalui akurasi. Semakin kecil tingkat kesalahan yang dihasilkan, maka semakin baik hasil peramalan tersebut.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left( \frac{A_t - P_t}{A_t} \right)}{n} \times 100\%$$

## 12. Diagnostic checking

*Diagnostic checking* atau uji signifikansi model diketahui melalui nilai probabilitas parameter pada model. Uji diagnostik bertujuan untuk mengetahui kelayakan model. Uji diagnostik terdiri dari Uji Jarque-Berra dan Uji Ljung-Box. Uji Jarque-Berra merupakan uji yang digunakan untuk menguji suatu residual berdistribusi normal atau tidak [14].

$$JB = \frac{n}{6} \left( S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right)$$

Untuk mengetahui kelayakan model pada pemodelan MSAR juga dilakukan Uji Ljung-Box. Tujuan dari uji ljung-box adalah menguji apakah nilai autokorelasi sisaan sama dengan nol atau tidak. Artinya, jika autokorelasi sisaan bernilai nol maka error yang berarti *white noise*, sehingga model dapat digunakan untuk peramalan.

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K \left( \frac{r_k^2}{n-k} \right)$$

## METODE

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder. Data Sekunder menurut Sugiyono (2016: 225) data sekunder merupakan sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya melalui orang lain atau lewat dokumen. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang didapatkan di situs <http://www.investing.com>. Data tersebut merupakan data Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) pada periode Juni 2011 sampai Mei 2022. Data penelitian ini menggunakan sebanyak 132 data penutupan harga saham pada ISSI. Berikut adalah langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis deskriptif pada data.
2. Uji stasioneritas, untuk mengetahui kestasioneran data secara varians menggunakan uji BoxCox dan secara mean menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF).
3. Identifikasi model, untuk mengidentifikasi orde yang dipakai dalam menyusun model. Pada metode MSAR terdapat dua orde yaitu MS dan AR.
4. Melakukan estimasi parameter untuk mendapatkan orde AR, menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) yang dikombinasikan dengan *filtering* dan *smoothing* untuk memperoleh orde yang sesuai.
5. Pemilihan model terbaik didapatkan nilai *Bayesian Information Criterion* (BIC) yang minimum dari masing-masing model.
6. *Diagnostic Checking*, untuk menguji residual berdistribusi normal menggunakan Uji Jarque-Bera dan untuk mengetahui kelayakan model dilakukan dengan Uji Ljung-Box.
7. Peramalan harga penutupan indeks saham syariah Indonesia untuk 12 bulan ke depan.
8. Menghitung *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
9. Membuat kesimpulan dari hasil yang diperoleh.

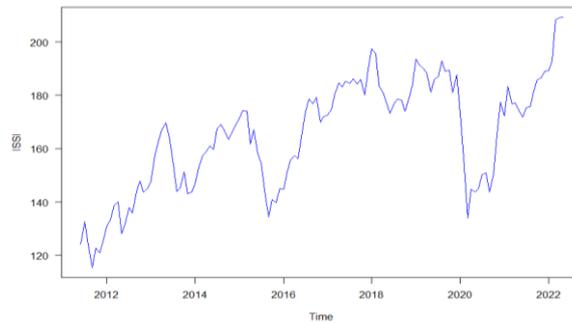
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis Deskriptif

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data harga penutupan saham syariah di Indonesia dari bulan juni 2011 sampai dengan Mei 2022 dan data pengamatan yang digunakan sebanyak 132 data.

**Tabel 4.1 Analisis Deskriptif Indeks Saham Syariah Indonesia**

Mean	Median	Standar Deviasi	Nilai Maksimum	Nilai Minimum
164,97	168,81	20,92	209,31	115,42

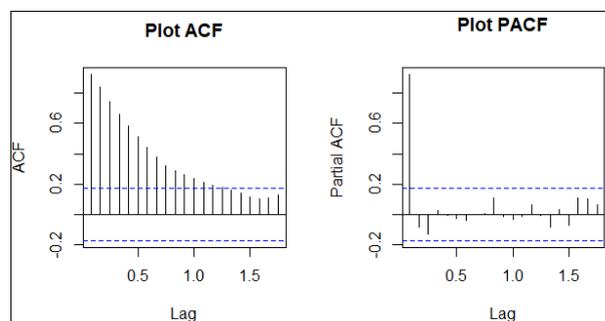


**Gambar 4.1** Plot *time series* Indeks Saham Syariah Indonesia

Berdasarkan gambar 4.1, menunjukkan bahwa data harga penutupan saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) pada periode bulan Juni 2011 sampai dengan Mei 2022 cenderung memiliki pola data *trend*. Data indeks saham syariah Indonesia mempunyai pola trend naik, sehingga dapat disimpulkan bahwa data terindikasi tidak stationer. Hal ini dapat diketahui bahwa fluktuasi mean dan varians dari data tersebut tidak konstan. Sehingga dilakukan transformasi dan *differencing* untuk memperoleh data yang stasioner pada mean dan varians.

## 2. Uji Stasioneritas

Salah satu alat yang digunakan dalam analisis data *time series* untuk mengecek stasioneritas data dengan menggunakan fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial. Pada fungsi ACF dan PACF biasanya disajikan dalam bentuk plot. Berikut adalah plot hasil dari ACF dan PACF data Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI).



**Gambar 4.2** Plot ACF dan PACF Indeks Saham Syariah Indonesia

Terlihat bahwa plot ACF pada Gambar 4.2 juga menunjukkan pola *eksponensial* karena garis dengan perlahan turun, plot tersebut menunjukkan data berpola tidak stationer. Plot PACF menunjukkan pola *cut off* karena garis pertama yang melewati garis dan diikuti garis selanjutnya yang turun secara drastis, pada plot PACF menunjukkan plot untuk data stationer.

Untuk melihat kestasioneran data dalam varians menggunakan nilai *BoxCox*. Data stationer apabila nilai lambda atau nilai *BoxCox* mendekati nilai +1, hasil pengujian menunjukkan nilai -0.4507, karena nilai *BoxCox* jauh dari nilai +1 maka secara varian data tidak stationer. Setelah dilakukan *differencing* Nilai *BoxCox* yang

dihasilkan yaitu 0.91, maka dapat disimpulkan nilai sudah mendekati +1 sehingga data dianggap sudah stasioner terhadap varians. Sedangkan untuk mengetahui data stasioner secara mean menggunakan uji akar unit yaitu *Augmented Dickey-Fuller* (ADF).

**Tabel 4.2 Uji akar unit Augmented Dickey-Fuller data ISSI**

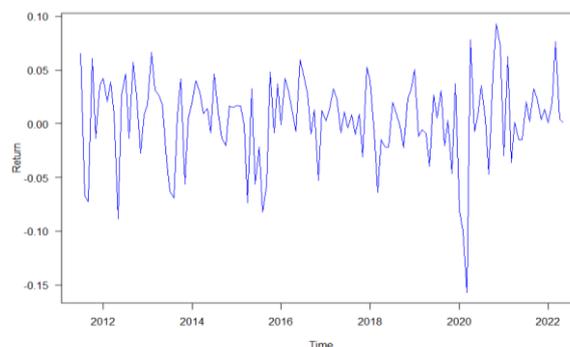
Variabel	<i>Augmented Dickey-Fuller</i>	<i>p-value</i>
ISSI	-3,003	0,1594

Tabel diatas menunjukkan nilai mutlak t-statistik ADF sebesar -3,003 dan dapat diketahui bahwa *p-value* dari uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) sebesar 0,1594 yang berarti *p-value* > 0,01 sehingga berdasarkan kriteria uji ADF  $H_0$  diterima, artinya terdapat akar unit atau dalam hal ini dapat mengakibatkan data saham syariah terindikasi tidak stasioner terhadap mean.

**Tabel 4.3 Uji akar unit Augmented Dickey-Fuller data *return***

Variabel	<i>Augmented Dickey-Fuller</i>	<i>p-value</i>
ISSI	-4,4555	0,000001

Hasil pengujian menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,000001 yang berarti < dari alpha 0.01, maka berdasarkan kriteria uji ADF  $H_0$  ditolak yang artinya data terindikasi sudah stasioner secara mean. Maka dapat disimpulkan bahwa data Indeks Saham Syariah Indonesia stasioner secara varians dan mean.



**Gambar 4.3 Plot Data *Return* Indeks Saham Syariah Indonesia**

Berdasarkan hasil plot data *return* menunjukkan bahwa laju perubahan nilai indeks saham syariah di Indonesia mengalami perubahan struktur atau kondisi. Data mengalami peningkatan nilai yang cukup besar dan turun sangat drastis pada awal tahun 2020 sehingga menunjukkan bahwa pada laju perubahan nilai saham syariah terdapat fluktuasi atau suatu perubahan struktur dan pergantian kondisi atau *state*.

### 3. Identifikasi Model MSAR

Pada penelitian ini menggunakan pemodelan MSAR yang dibagi menjadi 2 yaitu model dengan 2 *state* dan model dengan 3 *state*. Estimasi dilakukan dari *Autoregressive* (AR) orde 1 sampai dengan orde 5 untuk masing-masing *state*.

Pemilihan orde AR hingga 5 sudah cukup layak dalam pemodelan data runtun waktu *Autoregressive* (AR), karena jika orde terlalu besar menyebabkan kurang efektif untuk mencari model terbaik [9]. Sehingga identifikasi awal pada model *Markov Switching Autoregressive* dapat ditulis MS(2)AR(p) dan MS(3) AR(p), dengan  $p = 1, 2, 3, 4$ , dan 5.

#### 4. Estimasi Parameter Model

Estimasi parameter model dilakukan dengan menggunakan *software* R studio. Pada masing-masing model diperoleh bahwa model yang memiliki parameter masing-masing. Adapun beberapa model yang memiliki parameter yang signifikan yaitu model MS(2)AR(1), MS(2)AR(2) dan MS(2)AR(5).

**Tabel 4.4 Hasil estimasi parameter model MS(2)AR(1)**

MS(2)AR(1)		
Parameter	State 1	State 2
$\hat{\mu}$	-0,15831	0.35988
$\hat{\phi}_1$	0.01751	-0,04795
$\sigma$	0.00053	0.00118

Parameter  $\hat{\mu}$  sebesar -0,15831 pada *state* 1 menyatakan rata-rata data indeks saham syariah Indonesia (ISSI) pada *state* 1 sehingga ISSI dalam kondisi depresiasi atau mengalami penurunan dan Parameter  $\hat{\mu}$  sebesar -0,03007 pada *state* 2 menyatakan rata-rata data indeks saham syariah Indonesia (ISSI) pada *state* 2 sehingga ISSI dalam kondisi apresiasi atau mengalami penurunan. Adapun parameter  $\sigma$  sebesar 0,00053 pada *state* 1 dan 0,00118 pada *state* 2 yang menyatakan besarnya simpangan baku dan parameter  $\hat{\phi}_1$  yaitu *state* 1 sebesar 0,01751 dan *state* 2 sebesar -0,04795 untuk menyatakan parameter *Autoregressive*.

**Tabel 4.5 Hasil estimasi parameter model MS(2)AR(2)**

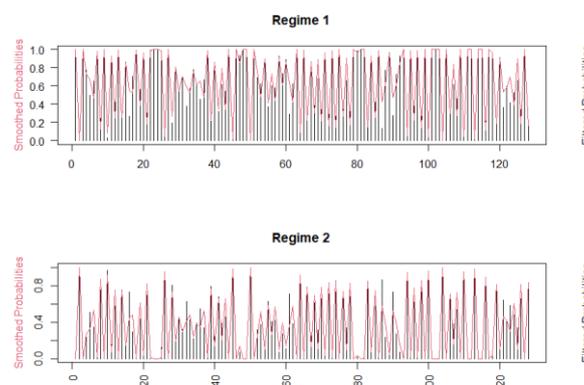
MS(2)AR(2)		
Parameter	State 1	State 2
$\hat{\mu}$	0.01923	-0,03004
$\hat{\phi}_1$	-0,14225	0.63295
$\hat{\phi}_2$	-0,08782	0.26895
$\sigma$	0.00047	0.00114

Model MS(2)AR(2) memiliki parameter  $\hat{\mu}$  sebesar 0,01923 pada *state* 1 dan -0,03004 pada *state* 2. Pada *State* 1 mempunyai koefisien positif yang menyatakan rata-rata data indeks saham syariah Indonesia (ISSI) pada *state* 1 sehingga ISSI dalam kondisi apresiasi. Sedangkan *state* 2 koefisien bernilai negatif yang menyatakan rata-rata data indeks saham syariah Indonesia (ISSI) pada *state* 2 sehingga ISSI dalam kondisi depresiasi. Adapun parameter  $\sigma$  sebesar 0,00047 pada *state* 1 dan 0,00114 pada *state* 2 yang menyatakan besarnya simpangan baku dan parameter  $\hat{\phi}_1$  dan  $\hat{\phi}_2$  untuk menyatakan parameter *Autoregressive*.

**Tabel 4.6 Hasil estimasi parameter model MS(2)AR(5)**

MS(2)AR(5)		
Parameter	State 1	State 2
$\hat{\mu}$	0.02239	-0,02957
$\hat{\phi}_1$	-0,02694	0.66134
$\hat{\phi}_2$	-0,17597	0.11045
$\hat{\phi}_3$	-0,06876	-0,07495
$\hat{\phi}_4$	-0,09601	0.29735
$\hat{\phi}_5$	0.06584	-0,28031
$\sigma$	0.00039	0.00090

Diketahui estimasi parameter Model MS(2)AR(2) memperoleh Parameter  $\hat{\mu}$  sebesar 0,02239 pada *state* 1 menyatakan rata-rata data indeks saham syariah Indonesia (ISSI) pada *state* 1 sehingga ISSI dalam kondisi apresiasi dan Parameter  $\hat{\mu}$  sebesar -0,02957 pada *state* 2 menyatakan rata-rata data indeks saham syariah Indonesia (ISSI) pada *state* 2 sehingga ISSI dalam kondisi depresiasi. Adapun parameter  $\sigma$  sebesar 0.00039 pada *state* 1 dan 0,00090 pada *state* 2 yang menyatakan besarnya simpangan baku dan parameter  $\hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2, \hat{\phi}_3, \hat{\phi}_4$  dan  $\hat{\phi}_5$  untuk menyatakan parameter *Autoregressive* pada masing-masing *state*.



**Gambar 4.4 Plot *filtering* dan *smoothing* Model MS(2)AR(2)**

Pada Gambar 4.4 terdapat proses *filtering* dan *smoothing* yang memperoleh *regime 1* dan *regime 2*, *regime* yang dimaksud adalah *state*. Gambar 4.4 juga menunjukkan bahwa nilai probabilitas data Indeks Saham Syariah Indonesia yang berada pada *state* 1 lebih kecil daripada nilai probabilitas yang berada pada *state* 2. Hal ini disebabkan karena nilai *filtered* dan nilai *smoothed* pada *state* 1 cenderung mendekati 1, sedangkan pada *state* 2 cenderung mendekati 0.

## 5. Pemilihan Model Terbaik

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa model memiliki nilai BIC minimum diantara model lainnya.

**Tabel 4.7 Hasil kebaikan model *Bayesian Information Criterion* (BIC)**

Model	BIC
MS(2)AR(1)	-392,229
<b>MS(2)AR(2)</b>	<b>-395,8</b>
MS(2)AR(3)	-392,962
MS(2)AR(4)	-391,699
MS(2)AR(5)	-390,495
MS(3)AR(1)	-368,041
MS(3)AR(2)	-370,265
MS(3)AR(3)	-383,962
MS(3)AR(4)	378,714
MS(3)AR(5)	383,358

Diketahui nilai *Bayesian Information Criterion* (BIC) dari model MS(2)AR(2) adalah nilai minimum sebesar -395,8. Adapun syarat dari nilai BIC yang paling minimum yaitu jika nilai BIC paling minimum memenuhi *diagnostic checking* maka model tersebut layak untuk dikatakan model terbaik.

Hasil estimasi parameter dari masing-masing model tersebut, model terbaik yang dipilih adalah model MS(2)AR(2). Dimana, model tersebut mempunyai hasil uji signifikan yang terpenuhi dan juga memiliki nilai dari kebaikan model BIC yang paling minimum. Sehingga dapat diketahui model dari hasil estimasi parameter MS(2)AR(2) yaitu:

➤ *State 1*

$$(z_t - \mu_{s_t}) = -0,14225(z_{t-1} - \mu_{s_{t-1}}) - 0,08782(z_{t-2} - \mu_{s_{t-2}})\varepsilon_t$$

➤ *State 2*

$$(z_t - \mu_{s_t}) = 0,63295(z_{t-1} - \mu_{s_{t-1}}) + 0,26895(z_{t-2} - \mu_{s_{t-2}})\varepsilon_t$$

Dengan nilai *state* yaitu:

$$\mu_1 = 0,01923 \text{ Untuk } s_t = 1 \text{ (Peningkatan)}$$

$$\mu_2 = -0,03004 \text{ Untuk } s_t = 2 \text{ (Penurunan)}$$

Nilai *state* diatas merupakan rata-rata dari masing-masing *state*, dimana *state 1* menyatakan peningkatan dan *state 2* menyatakan penurunan. Besarnya laju perubahan nilai indeks saham syariah Indonesia pada periode  $t$  secara negatif dipengaruhi dengan rata-rata pada masing-masing *state*. Selanjutnya, perubahan nilai indeks saham syariah Indonesia juga secara positif dipengaruhi oleh nilai residual pada satu periode sebelumnya  $t - 1$ .

Berdasarkan estimasi parameter model MSAR, dapat diketahui probabilitas dari kondisi dapat dirangkum dalam suatu matriks peluang transisi yang dihasilkan dari model terbaik yaitu MS(2)AR(2). Adapun nilai peluang transisi untuk  $p_{11} = 0,6449130$  dan  $p_{21} = 0,6619814$ . Sehingga, matriks peluang transisi model MS(2)AR(2) adalah sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0,6449130 & 0,3550870 \\ 0,6619814 & 0,3380186 \end{bmatrix}$$

Peluang perpindahan dari *state 1* ke *state* adalah sebesar 0.3550870, artinya apabila indeks saham syariah saat ini berada pada *state 1*, peluang di periode

berikutnya ISSI berpindah ke state 2 adalah sebesar 0.3550870. Sedangkan peluang ISSI berpindah dari state 2 ke state 1 di periode berikutnya sebesar 0.6619814. Maka, untuk mengetahui durasi *state* pada masing-masing kondisi peningkatan dan penurunan yaitu:

$$\text{Durasi Peningkatan} = \frac{1}{1 - p_{jj}} = \frac{1}{1 - 0,3380186} = 1,5106164$$

Pada *state* 1 untuk durasi peningkatan mempunyai rentang waktu selama lebih dari 1,5 bulan diprediksi laju perubahan indeks saham syariah Indonesia bulan Juni 2011 sampai dengan Mei 2022 akan berada pada kondisi peningkatan atau saham syariah akan mengalami sedikit kenaikan harga.

$$\text{Durasi Penurunan} = \frac{1}{1 - p_{jj}} = \frac{1}{1 - 0,6449130} = 2,8162112$$

Dapat diketahui *state* 2 untuk durasi penurunan, dugaan laju perubahan indeks saham syariah Indonesia bulan Juni 2011 sampai dengan Mei 2022 yang mendatang diperkirakan akan bertahan pada kondisi penurunan atau indeks saham syariah Indonesia akan sangat rendah selama kurang lebih 3 bulan.

## 6. Diagnostic checking

### Uji Jarque-Bera

Setelah model terpilih dan semua parameter dalam model diketahui signifikan, lalu dilanjutkan uji normalitas residual model MS(2)AR(2) dengan Uji Jarque-Bera. Uji Jarque-Bera diketahui dengan menggunakan tingkat kepercayaan atau nilai alpha sebesar 1%, maka uji normalitas residual terpenuhi karena p-value  $0,02337 > 0.01$ . Dapat disimpulkan bahwa residual normalitas berdistribusi normal.

### Uji Ljung-Box

Uji Ljung-Box dapat digunakan untuk menguji kelayakan model. Pengujian diagnostik untuk mengetahui apakah residual model telah memenuhi syarat *white noise*. Berdasarkan hasil dari uji ljung-box bahwa dengan menggunakan nilai alpha sebesar 1%, maka uji residual non autokorelasi terpenuhi karena p-value sebesar  $0,9474 > 0.01$ , sehingga residual memenuhi syarat *white noise*.

## 7. Peramalan Model MSAR

Setelah didapatkan model MSAR terbaik yaitu model MS(2)AR(2) maka selanjutnya dilakukan peramalan Indeks Saham Syariah Indonesia untuk 12 bulan ke depan. Hasil yang didapatkan dalam bentuk data *return* dan data *close price*.

**Tabel 4.8 Hasil peramalan Data Return**

Data Return		
Periode	State 1	State 2
1	0,00271	-0,102
2	0,0192	-0,0609
3	-0,0093	0,0618

<b>Data Return</b>		
<b>Periode</b>	<b>State 1</b>	<b>State 2</b>
4	0,011	-0,0191
5	0,0216	-0,001
6	0,00612	0,0558
7	0,0711	0,0342
8	0,00733	0,0513
9	-0,0348	-0,0819
10	0,0267	-0,0445
11	0,0144	0,0375
12	0,0102	0,0335

Hasil peramalan data return dapat dilihat bahwa probabilitas trend indeks saham syariah Indonesia berada kondisi peningkatan daripada kondisi penurunan. Hasil peramalan data *return* dapat diubah ke dalam bentuk awal atau menjadi data *close price* yang sebenarnya dengan persamaan sebagai berikut:

$$Z_t = Z_{t-1}e^{h_t}$$

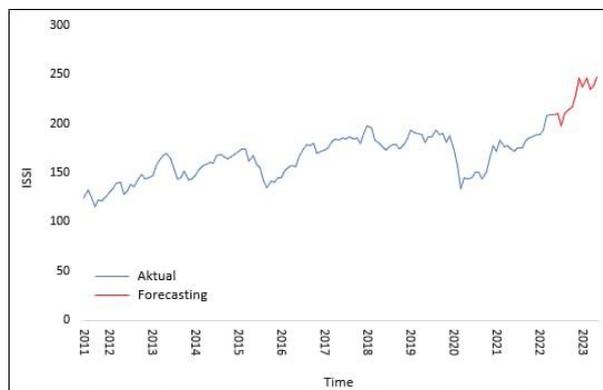
Dimana  $Z_t$  merupakan prediksi *close price* pada periode ke  $t$  dalam bentuk harga yang sebenarnya dan  $Z_{t-1}$  merupakan prediksi *close price* pada periode ke  $t - 1$  dalam bentuk harga yang sebenarnya. Dengan persamaan tersebut dapat diperoleh hasil peramalan dalam bentuk *close price* yang sebenarnya.

**Tabel 4.9 Hasil peramalan Data Close Price**

<b>Data Close Price</b>		
<b>Periode</b>	<b>State 1</b>	<b>State 2</b>
1	209,878	189,02
2	213,946	177,849
3	211,966	189,185
4	214,31	185,607
5	218,989	185,421
6	220,333	196,06
7	236,568	202,881
8	238,308	213,559
9	230,158	196,767
10	236,385	188,204
11	239,814	195,395
12	242,272	202,051

Berdasarkan Tabel 4.9, menunjukkan bahwa nilai peramalan harga penutupan saham pada indeks saham syariah Indonesia (ISSI) untuk 12 periode ke depan untuk bulan Juni 2022 yaitu sebesar 209,88 untuk *state 1* dan *state 2* sebesar 189,02. Setelah didapatkan nilai peramalannya, lalu dibandingkan dengan data periode sebelumnya yaitu bulan Mei 2022 sebesar 209,07. Selisih dengan nilai

periode sebelumnya yaitu pada state 1 dengan selisih sebesar 0,81, yang artinya pada periode ke depan mengalami probabilitas kenaikan sebesar 0,81 dan pada state 2 selisih sebesar -20,05 yang artinya pada periode ke depan mengalami probabilitas penurunan pada harga saham Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI).



**Gambar 4.5 Peramalan periode ke depan Model MSAR**

Berdasarkan Gambar 4.5, dapat diketahui bahwa hasil peramalan indeks saham syariah Indonesia (ISSI) dengan metode MSAR mengalami kondisi peningkatan dan penurunan atau fluktuasi. Hasil peramalan tersebut tidak jauh dari data aktual indeks saham syariah Indonesia. Pada hasil peramalan indeks saham syariah Indonesia mengalami penurunan pada periode Agustus 2022 dan Februari 2023, selebihnya mengalami peningkatan. Artinya dalam satu tahun kedepan, diramalkan bahwa harga indeks saham syariah Indonesia mengikuti fase seperti data periode sebelumnya. Maka dari uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pada pertengahan tahun 2022 mengalami trend naik dan turun pada awal tahun 2023.

## 8. Akurasi Model Terbaik

Menghitung nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR). Metode *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) memperoleh nilai MAPE sebesar 23%. Berdasarkan keakuratan MAPE, maka peramalan menggunakan metode *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) memenuhi kriteria hasil peramalan yang berakurasi cukup baik.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh Model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) terbaik pada penelitian ini adalah model MS(2)AR(2) pada *state 1* dan *state 2*. Adapun model yang diperoleh yaitu *State 1*  $(z_t - \mu_{s_t}) = -0,14302(z_{t-1} - \mu_{s_{t-1}}) - 0,08708(z_{t-2} - \mu_2)\varepsilon_t$  dan *State 2*  $(z_t - \mu_{s_t}) = 0,63226(z_{t-1} - \mu_{s_{t-1}}) + 0,26979(z_{t-2} - \mu_2)\varepsilon_t$  dengan hasil peramalan data *return* dan data *close price* Indeks Saham Syariah Indonesia untuk 12 bulan kedepan disimpulkan bahwa pada pertengahan tahun 2022 mengalami trend cenderung naik

dan fluktuasi pada awal tahun 2023. Nilai MAPE sebesar 23%, maka kriteria hasil peramalan cukup baik.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 1995. Tentang Pasar Modal. Jakarta
- Choirunnisak. (2019). Saham Syariah, Teori dan implementasi. Islamic Banking Vol.4 No.2.
- Bartolomius, Shantika Martha dan Siti Aprizkiyandari. (2021). Pemodelan Markov Switching Autoregressive (MSAR) pada Data Inflasi di Indonesia. Buletin Ilmiah Math. Stat dan Terapannya (Bimaster) Volume 10, 4:495-504.
- Prasyanti, A., Mustofa Usman., dan Dorah Aziz. (2017). Pemodelan Markov Switching Autoregressive (MSAR) Pada Data Time Series. Prosiding Seminar Nasional Metode Kuantitatif. ISBN No. 978-602-98559-3-7.
- Wizsa, U. A., Devianto, D. dan Maiyastri. (2016). Model Laju Perubahan Nilai Tukar Rupiah (IDR) Terhadap Poundsterling (GBP) Dengan Metode Markov Switching Autoregressive (MSAR). Jurnal Matematika Unand 5:56–64.
- Wei, Willian W. S. (2006). Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods (2<sup>nd</sup> ed). Pearson: New York.
- Chung-Ming Kuan. (2002). Lecture On The Markov Switching Model. Institute of Economics Academia Sinica.
- J. D. Hamilton, (1996). Specification Testing in Markov-Switching Time Series Model. Journal of econometrics Vol 70: 127-157.
- J. D. Hamilton, (1994). Time Series Analysis. Princeton University Press: New Jersey.
- J. D. Hamilton, (1989). A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. Journal of econometrics 57:357–384.
- Makridakis, S, Wheelwright dan McGee. (1999). Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua. Jakarta: Airlangga.
- Xie, Y dan Ranneby. (2007). A General Autoregressive Model with Markov Switching: Estimation and Consistency. Research Report Centre of Biostochastics ISSN.1651-8543:1-19.
- Jarque, C. M., and Berra, (1980). Efficient Test for Nomality, Homoskedasticity, and Serial Independence of Regression Residuals. Economic Letters. 6: 255-259.