

## **PENDETEKSIAN KRISIS KEUANGAN DI INDONESIA MENGUNAKAN MODEL *MARKOV SWITCHING AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY (SWARCH)* BERDASARKAN INDIKATOR HARGA MINYAK MENTAH**

**Eka Putri Machfudhoh dan Mahmudi**

Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta  
Email: [ekamachfudhoh@gmail.com](mailto:ekamachfudhoh@gmail.com)

**Abstract:** This study discusses about detection of financial crisis in Indonesia using model of Markov Switching Autoregressive Conditional Heterokedasticity (SWARCH). The data used to detect crisis is the price of crude oil in Indonesia. In the establishment of its transition matrix, the data is divided into two states namely low volatility state and high volatility which will be symbolized  $S_0$  and  $S_1$ . On crude oil price data from January 1995 to June 2016, there is heteroskedasticity and change of structure so that modeling is used SWARCH model. The obtained model is SWARCH (2,1). From the analysis of model detected financial crisis in August 2008 and March 2016.

**Keywords:** *Financial Crisis, Price of Crude Oil, Volatility, SWARCH Model.*

**Abstrak:** Penelitian ini membahas pendeteksian krisis keuangan di Indonesia menggunakan model *Markov Switching Autoregressive Conditional Heterokedasticity* (SWARCH). Data yang digunakan untuk mendeteksi krisis adalah harga minyak mentah di Indonesia. Dalam pembentukan matriks transisinya, data dibagi menjadi dua *state* yaitu *state* volatilitas rendah dan volatilitas tinggi yang masing-masing akan disimbolkan  $S_0$  dan  $S_1$ . Pada data harga minyak mentah Januari 1995 sampai dengan Juni 2016 terdapat heterokedastisitas dan terjadi perubahan struktur sehingga pemodelan dilakukan dengan model SWARCH. Model yang diperoleh adalah SWARCH(2,1). Dari analisa model dideteksi krisis keuangan pada Agustus 2008 dan Maret 2016.

**Kata kunci:** Krisis Keuangan, Harga Minyak Mentah, Volatilitas, Model SWARCH.

### **PENDAHULUAN**

Pendeteksian krisis keuangan di Indonesia diperlukan untuk mengetahui probabilitas terjadinya krisis di periode tertentu bahkan di masa mendatang. Terdapat beberapa indikator yang dapat digunakan untuk mendeteksi krisis diantaranya nilai tukar, inflasi, harga saham, cadangan devisa, bank deposit, ekspor, impor dan harga minyak [1]. Sebanyak 65 negara pernah mengalami krisis pada tahun 1980-an akibat tingginya harga minyak. Menurut Setyo [9], sebagai Negara pengimpor minyak, kenaikan harga minyak dunia tidak selalu mendatangkan keuntungan bagi perekonomian Indonesia. Dampak kenaikan harga minyak akan menyebabkan APBN membengkak sehingga memicu terjadinya krisis keuangan di Indonesia.

Engle [3] memperkenalkan model *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (ARCH) untuk memodelkan variansi residual. Akan tetapi model ARCH tidak mampu

menjelaskan perubahan struktural pada data. Hamilton [4] memperkenalkan model *Markov Switching* dalam proses *Autoregressive* untuk menjelaskan perubahan struktural pada data. *Markov Switching* merupakan salah satu model yang digunakan sebagai alternatif pemodelan data runtun waktu yang mengalami perubahan kondisi yang berbeda. Hamilton dan Susmel [5] mengembangkan model *Markov Switching Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (SWARCH). Model SWARCH mampu menjelaskan perubahan struktural dalam proses ARCH, yaitu pergeseran volatilitas dari satu *state* ke *state* lain dalam model ARCH.

Dalam penelitian ini, dilakukan pendeteksian krisis keuangan di Indonesia dengan indikator harga minyak menggunakan metode SWARCH. Data harga minyak diindikasikan terdapat heteroskedastisitas dan mengalami perubahan struktur sehingga dapat dimodelkan menggunakan model SWARCH dengan asumsi dua *state* yaitu volatilitas tinggi dan volatilitas rendah.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Harga Minyak

*Indonesian Crude Oil Price* (ICP) atau harga minyak mentah Indonesia adalah harga rata-rata minyak mentah Indonesia di pasar Internasional yang dipakai sebagai indikator perhitungan bagi hasil produksi minyak antara kontraktor dan pemerintah [2]. Nilai ICP ditetapkan setiap bulan dan di evaluasi setiap semester oleh pemerintah. Satuan harga minyak mentah Indonesia adalah USD/Barrel.

### Volatilitas

Menurut Rosadi [8], untuk menggambarkan fluktuasi dari suatu data digunakan konsep volatilitas. Volatilitas dapat digambarkan dengan adanya kecenderungan suatu data berfluktuasi secara cepat dari waktu ke waktu hingga variansi dari *error* nya akan selalu berubah terhadap waktu, maka datanya bersifat heteroskedastisitas. Volatilitas sering dipergunakan untuk melihat naik turunnya harga minyak. Jika volatilitas sangat tinggi maka harga minyak mengalami kenaikan dan penurunan yang tinggi pula sehingga memungkinkan terjadinya krisis ekonomi.

### Return

*Return* atau pengembalian adalah keuntungan yang diperoleh dari hasil investasi [6]. Studi mengenai data finansial lebih menitikberatkan pada *return* daripada nilai sebenarnya. Hal ini dikarenakan penggunaan *return* mudah karena memiliki sifat statistik yang baik. Menurut Tsay *return* pada waktu  $t$  dapat ditulis

$$R_t = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}}$$

dengan  $R_t$  adalah *return* pada waktu  $t$ ,  $Y_t$  adalah harga minyak pada waktu  $t$ ,  $Y_{t-1}$  adalah harga minyak pada waktu  $t - 1$ .

### Penentuan Nilai Batas Volatilitas

Fluktuasi *return* yang berbeda menunjukkan adanya nilai dari data yang relatif besar terhadap data lainnya. Hal tersebut biasanya terlihat adanya volatilitas yang tinggi di sepanjang periode, data dengan nilai yang relatif besar tersebut biasanya disebut nilai ekstrim. Salah satu teknik untuk mengidentifikasi adanya nilai ekstrim yaitu *Mean Excess Function* (MEF). MEF adalah salah satu metode dalam penentuan batas (*threshold*) pada suatu set data

dimana terdapat beberapa nilai data yang relatif besar terhadap data lainnya [9]. Misalkan  $R_t$  merupakan sampel acak, dengan suatu threshold  $\eta$ ,  $MEF$  dituliskan sebagai berikut:

$$e(\eta) = E(R_t - \eta | R_t > \eta) \\ = \frac{\sum_{t=1}^n (R_t - \eta)^+}{N\eta},$$

dengan

$$(R_t - \eta)^+ = \begin{cases} R_t - \eta, & R_t \geq \eta, \\ 0, & R_t < \eta, \end{cases}$$

dan  $N\eta$  adalah banyaknya observasi yang melebihi suatu threshold  $\eta$ . Nilai threshold  $\eta$  ditentukan dengan melihat perilaku plot  $MEF$  terhadap nilai *threshold* tersebut.

### Model ARCH

Engle [3] memperkenalkan model ARCH sebagai pemodelan variansi residu. Terdapat  $\varepsilon_t$  yang merupakan residu model ARMA ( $p, q$ ) pada waktu  $t$  dan  $\varepsilon_t$  adalah proses *white noise*. Proses  $\varepsilon_t$  dapat dituliskan sebagai

$$\varepsilon_t = \sigma_t \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, 1).$$

Secara umum proses  $R_t$  disebut ARCH ( $m$ ) apabila

$$\varepsilon_t | \psi_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2),$$

dengan

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + a_q \varepsilon_{t-m}^2 = a_0 + \sum_{i=1}^m a_i \varepsilon_{t-i}^2.$$

### Model Markov Switching (MS)

Menurut [5], model MS untuk rata-rata bersyarat dapat dituliskan

$$Y_t = \mu_{st} + \bar{y}_t,$$

dengan  $Y_t$  adalah observasi pada waktu  $t$ ,  $\bar{y}_t$  mengikuti proses AR( $p$ ) dengan rata-rata nol dan  $\mu_{st}$  adalah rata-rata dalam proses Markov *Switching*. Matriks probabilitas transisi untuk Markov *Switching* dua *state* dapat dituliskan

$$P = [P_{ij}] = \begin{pmatrix} P_{00} & P_{01} \\ P_{10} & P_{11} \end{pmatrix},$$

dengan  $P_{ij} \geq 0$  untuk  $i, j = 1, 2$  dan  $\sum_{j=1}^2 P_{ij} = 1$ . Ekspektasi dari durasi *state*  $j$  dapat dituliskan sebagai berikut [10],

$$E(D) = \frac{1}{1 - P_{jj}}.$$

### Model *Markov Switching* ARCH (SWARCH)

Misalkan  $\{Y_t\}$  proses stokastik yang mengikuti model SWARCH( $s_t, m$ ) dengan  $s_t$  menyatakan banyaknya *state* dan  $m$  menyatakan banyaknya orde dalam ARCH. Menurut Hamilton dan Susmel [5], model *SWARCH* dituliskan sebagai

$$Y_t = \mu_{s_t} + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t = \epsilon_t \sigma_t, \quad \epsilon_t \sim N(0,1), \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

dengan  $\sigma_{t,s_t}^2 = \gamma_{s_t} + \sum_{i=1}^m \alpha_{i,s_t} \varepsilon_{t-i}^2$  dan  $\gamma_{s_t} = \gamma_0 + \gamma_1 s_t$ .

### Krisis Keuangan

Krisis keuangan adalah keadaan dimana terdapat serangan terhadap mata uang yang mengakibatkan terjadinya penurunan nilai mata uang lokal terhadap mata uang asing sehingga mengakibatkan cadangan devisa menurun secara signifikan [1]. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mendeteksi gejala krisis adalah dengan melihat perubahan struktur dan nilai *filtered probabilities*.

### *Filtered Probabilities*

Pendeteksian sinyal krisis pada model pendekatan *Markov Switching* dapat dilihat dari nilai *filtered probabilities* di setiap data pengamatan [7]. *Filtered probabilities* adalah probabilitas nilai suatu *state* pada waktu  $t$  berdasarkan data pengamatan hingga waktu  $t$ . *Filtered probabilities* dalam kondisi volatil dinamakan *inferred probabilities*. *Filtered probabilities* pada kondisi stabil dapat ditulis

$$P(S_t = 0 | \psi_t) = P(S_t = 0, S_{t-1} = 0 | \psi_t) + P(S_t = 0, S_{t-1} = 1 | \psi_t)$$

dengan

$$P_r(S_t = 0, S_{t-1} = 0 | \psi_t) = \frac{f(Y_t | S_t = 0, S_{t-1} = 0, \psi_{t-1}), P_r(S_t = 0, S_{t-1} = 0 | \psi_{t-1})}{f(Y_t | \psi_{t-1})}$$

$$P_r(S_t = 0, S_{t-1} = 1 | \psi_t) = \frac{f(Y_t | S_t = 0, S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}), P_r(S_t = 0, S_{t-1} = 1 | \psi_{t-1})}{f(Y_t | \psi_{t-1})}$$

kemudian

$$f(Y_t | S_t = 0, S_{t-1} = 0, \psi_{t-1}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_0^2}} \exp\left(-\frac{(Y_t - \mu_0)^2}{2\sigma_0^2}\right)$$

$$f(Y_t | \psi_{t-1}) = f(Y_t | S_t = 0, S_{t-1} = 0, \psi_{t-1}), P_r(S_t = 0, S_{t-1} = 1 | \psi_{t-1})$$

$$+ f(Y_t | S_t = 0, S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}), P_r(S_t = 0, S_{t-1} = 1 | \psi_{t-1})$$

$$+ f(Y_t | S_t = 1, S_{t-1} = 0, \psi_{t-1}), P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 0 | \psi_{t-1})$$

$$+ f(Y_t | S_t = 1, S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}), P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 1 | \psi_{t-1}).$$

Nilai *filtered probabilities* dapat dituliskan sebagai

$$P[S_t = 1 | \psi_t] = 1 - P[S_t = 0 | \psi_t].$$

## METODOLOGI PENELITIAN

### Sumber data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari WTI (*World Texas Intermediate*). Data tersebut berupa harga minyak mentah Indonesia di Pasar Internasional mulai bulan Januari 1998 hingga Juni 2016, yaitu sebanyak 258 data.

### Metode Kerja

Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk mendeteksi krisis pada penelitian ini adalah

1. Menguji stasioneritas data  
Tahapan ini dilakukan dengan membuat plot data runtun waktu harga minyak kemudian melakukan uji ADF. Apabila data tidak stasioner dilakukan transformasi atau differensi terhadap data dan menguji kestasionerannya kembali.
2. Membentuk model AR  
Tahapan ini dilakukan dengan mengidentifikasi model berdasarkan plot ACF dan PACF dari data kemudian mengestimasi parameter model AR. Selanjutnya melakukan uji signifikansi parameter terhadap parameter model AR.
3. Mengidentifikasi efek heteroskedastisitas  
Tahapan ini dilakukan dengan uji ARCH-LM. Apabila tidak terdapat efek heteroskedastisitas maka proses analisis dihentikan. Akan tetapi jika terdapat efek heteroskedastisitas maka harus dibentuk model ARCH.
4. Membentuk model ARCH  
Tahapan ini dilakukan dengan mengidentifikasi model berdasarkan plot ACF dan PACF dari kuadrat residual kemudian mengestimasi parameter model ARCH. Selanjutnya melakukan uji signifikansi parameter terhadap parameter model ARCH.
5. Mengidentifikasi perubahan struktur  
Tahapan ini dilakukan dengan uji Chow *Break Point*. Apabila tidak terdapat perubahan struktur maka proses analisis dihentikan. Akan tetapi jika terdapat perubahan struktur maka analisis dapat dilanjutkan menggunakan metode SWARCH.
6. Penentuan *State*  
Penentuan *state* dilakukan dengan menentukan volatilitas rendah dan tinggi. Volatilitas rendah disebut *state 0* dan volatilitas tinggi disebut *state 1*. Volatilitas ditentukan berdasarkan metode MEF.
7. Membentuk model SWARCH  
Tahapan ini dilakukan dengan mengestimasi parameter model SWARCH berdasarkan jumlah *state* dan orde ARCH serta membentuk matriks peluang transisi. Berdasarkan nilai dari peluang transisi dilakukan perhitungan untuk memperoleh durasi suatu *state* dan nilai *filtered probabilities*.
8. Pendeteksian Krisis Keuangan  
Tahapan ini dilakukan dengan mengidentifikasi periode yang mengalami perubahan struktur dan memiliki nilai *inferred probabilities* lebih dari 0.5. Periode yang memiliki kondisi demikian merupakan periode yang mengalami krisis keuangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1, terlihat bahwa harga minyak mentah Indonesia periode bulanan pada Januari 1995 sampai dengan Juni 2016 memiliki rata-rata 52,73 USD/Barrel. Sementara untuk

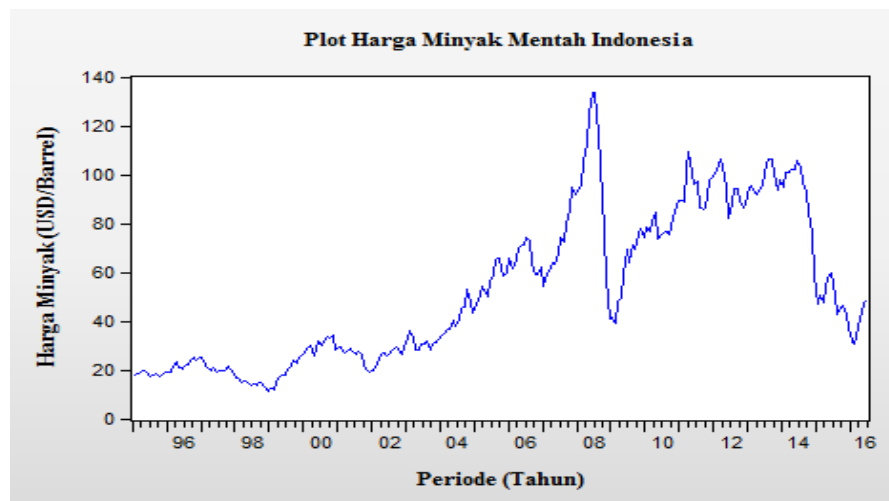
nilai terendah memiliki nilai minimum 11,35 USD/Barrel yang terjadi pada Desember 1998, sedangkan untuk nilai tertinggi memiliki nilai maksimum 133,88 USD/Barrel yang terjadi pada Juni 2008. Selain nilai maksimum dan nilai minimum dapat dilihat juga nilai standar deviasi harga minyak mentah sebesar 31,13

**Tabel 1** Statistik Deskriptif Harga Minyak Mentah Indonesia (USD/Barrel)

Variabel	Rata-Rata	SD	Nilai Max	Nilai Min
Harga Minyak Mentah Indonesia	52,73	31,13	133,88	11,35

### 1. Plot Data dan Uji Kestasioneran

Data harga minyak pada Gambar 1 diindikasikan tidak stasioner terhadap rata-rata dan variansi. Dengan menggunakan uji ADF, diperoleh nilai mutlak *ADF test statistic* nya sebesar -2,129123 lebih kecil dari nilai mutlak kritis MacKinnon pada derajat kepercayaan 5% sehingga berdasarkan kriteria uji ADF dapat disimpulkan hipotesis  $H_0$  yang menyatakan bahwa data tidak stasioner kita terima. Karena data harga minyak tidak stasioner terhadap rata-rata dan variansi sehingga perlu dilakukan transformasi menggunakan transformasi *return*.



**Gambar 1** Plot Data Harga Minyak

### 2. Pemodelan AR

Setelah data sudah stasioner maka dilakukan identifikasi model dengan melihat plot ACF dan PACF sebagai dasar untuk menentukan model yang akan diestimasi. Plot ACF dan PACF menunjukkan data *cut off* pada lag pertama dan lag pertama keluar dari interval konfidensi sehingga model yang mungkin sesuai yaitu AR(1), MA(1) dan ARMA(1,1). Karena model yang akan dibentuk adalah model SWARCH maka model yang digunakan model AR(1).

Selanjutnya, dilakukan estimasi parameter model AR(1). Dari Tabel 2, terlihat bahwa hasil estimasi parameter model AR(1) yang diperoleh, nilai parameternya sudah signifikan dengan model AR(1) yang diperoleh sebagai berikut

$$r_t = 0,003965 + 0,277676r_{t-1} + \varepsilon_t,$$

dengan  $r_t$  adalah *return* pada waktu  $t$  dan  $\varepsilon_t$  adalah residu yang dihasilkan model pada waktu  $t$ .

**Tabel 2** Hasil Estimasi Parameter Model AR(1) pada Data Return Harga Minyak

Variabel	Koefisien	Standar Error	t-Statistik	Probabilitas
C	0,003965	0,007756	0,511190	0,6097
AR(1)	0,277676	0,049324	0,049324	0,0000

### 3. Uji Heteroskedastisitas

Uji efek heteroskedastisitas model AR(1) dapat dilakukan menggunakan uji *ARCH-LM*. Hasil uji heteroskedastisitas menunjukkan nilai probabilitas  $\text{Obs} \cdot R\text{-squared} = 0.0004$  lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$  sehingga model AR(1) mengandung efek heteroskedastisitas pada residual modelnya.

### 4. Pembentukan Model ARCH

Berdasarkan plot ACF dan PACF residual kuadrat, model variansi bersyarat yang cocok digunakan yaitu model ARCH(1) yaitu

$$\sigma_t^2 = 0,00530 + 0,213358 \varepsilon_{t-1}^2.$$

### 5. Uji Perubahan Struktur

Berdasarkan uji perubahan struktur pada data menggunakan uji *Chow breakpoint*, diperoleh bahwa terdapat 20 periode data yang mengalami perubahan struktur yaitu periode yang memiliki lebih kecil dari tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$ . Periode tersebut diantaranya bulan Februari 2007 sampai dengan Juli 2008 dan juga di bulan Maret 2016. Berikut tabel hasil uji *Chow breakpoint*.

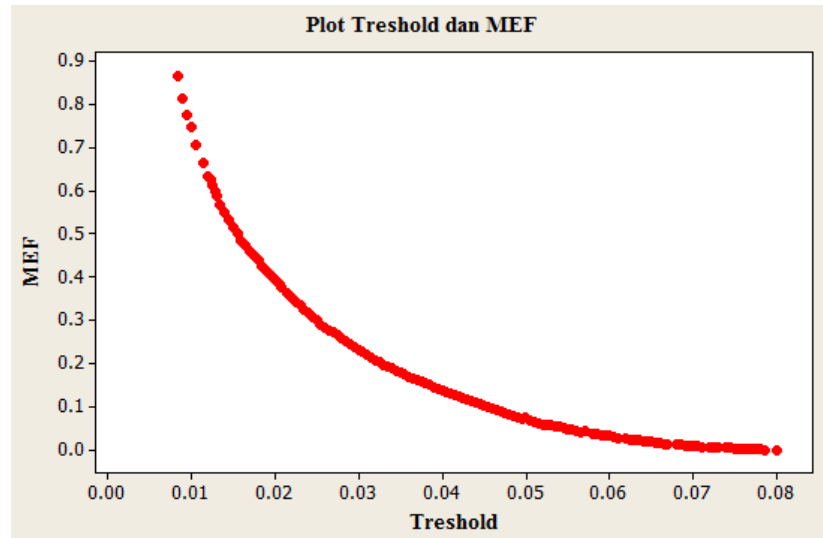
**Tabel 3** Hasil Uji Chow *Breakpoint*

Periode	Probabilitas	Periode	Probabilitas
Februari 2007	0,038141323	Desember 2007	0,025284187
Maret 2007	0,043968462	Januari 2008	0,02786794
April 2007	0,043978166	Februari 2008	0,027898166
Mei 2007	0,039752321	Maret 2008	0,027938863
Juni 2007	0,038025409	April 2008	0,031937763
Juli 2007	0,044742862	Mei 2008	0,035355348
Agustus 2007	0,032493754	Juni 2008	0,037710047
September 2007	0,027380701	Juli 2008	0,029999427
Oktober 2007	0,034919521	Agustus 2008	0,024630781
November 2007	0,03957455	Maret 2016	0,048382425

### 6. Penentuan State

Dari Gambar 2 dapat diketahui nilai *threshold*  $\eta = 0.011$  relatif mulai berjarak dengan nilai lainnya. Nilai inilah yang menjadi standar dalam penentuan *state*. *Return* harga minyak yang lebih besar dari 0.011 dikategorikan ke dalam *state* 1 yaitu *state* volatilitas tinggi ,

sedangkan data yang lebih kecil nilainya dari 0.011 dikategorikan ke dalam *state* 0 atau *state* volatilitas rendah.



Gambar 2 Plot *Threshold* dan *MEF*.

## 7. Pembentukan Model *SWARCH*

Berdasarkan hasil pengolahan data, model yang cocok adalah model *SWARCH*(2,1) dengan rata-rata bersyarat *AR*(1) dapat dituliskan sebagai

$$r_t = \begin{cases} 0,010593361, & \text{untuk state 0} \\ -0,003646681, & \text{untuk state 1} \end{cases}$$

Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata data *return* harga minyak per bulan pada *state* 0 (volatilitas rendah) sebesar 0,010593361, pada *state* 1 (volatilitas tinggi) sebesar -0,003646681. Model heteroskedastisitas dari model *SWARCH*(2,1) dapat dituliskan sebagai

$$\sigma_t^2 = \begin{cases} 0,002344393 + 0,041250147\varepsilon_{t-1}^2, & \text{untuk state 0,} \\ 0,019701097 + 0,041250147\varepsilon_{t-1}^2, & \text{untuk state 1.} \end{cases}$$

Matriks probabilitas transisinya dapat dituliskan sebagai berikut

$$P = \begin{pmatrix} 0,83253589 & 0,16746411 \\ 0,74468085 & 0,25531915 \end{pmatrix}.$$

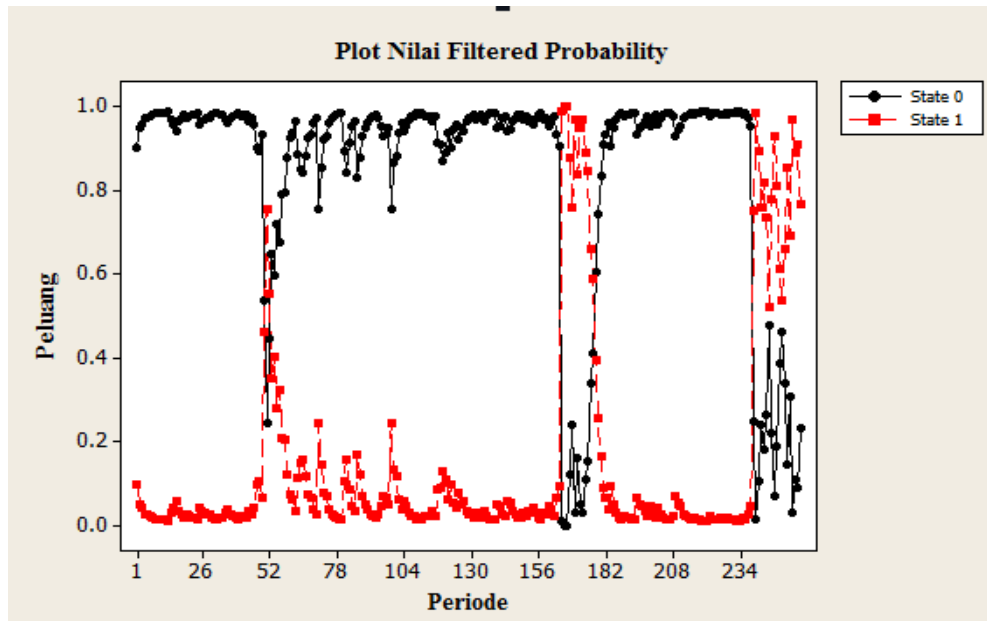
Dari nilai peluang transisi dapat diketahui durasi harga minyak mengalami keadaan volatilitas rendah adalah 5,97 bulan dan durasi tingkat harga minyak mengalami keadaan volatilitas tinggi adalah 1,34 bulan

## 8. Pendeteksian Krisis Keuangan

Pada Gambar 3, ditunjukkan plot dari nilai *filtered probability*. Sedangkan pada Tabel 4 ditunjukkan nilai *inferred probability* yang lebih dari 0,5. Pendeteksian krisis keuangan dapat dilihat dari periode yang mengalami perubahan struktur dan mempunyai nilai *inferred probabilities* lebih dari 0,5. Berdasarkan uji perubahan struktur menggunakan uji *Chow breakpoint* yang diperoleh bahwa terdapat 20 periode data yang mengalami perubahan



struktur yaitu bulan Februari 2007 sampai dengan Juli 2008 dan juga di bulan Maret 2016. Dari periode-periode yang memiliki nilai *inferred probabilities* lebih dari 0.5, terdapat dua periode yang juga mengalami perubahan struktur yaitu periode Agustus 2008 dan Maret 2016. Periode Agustus 2008 dan Maret 2016 inilah yang diindikasikan mengalami krisis keuangan.



Gambar 3 Plot Nilai *Filtered Probability*

Tabel 4 Nilai *inferred probabilities* Lebih dari 0,5

Periode	Probabilitas	Periode	Probabilitas
April 1999	0,7561	Februari 2015	0,8921
Agustus 1999	0,9942	Maret 2015	0,7596
Juli 2008	0,9873	April 2015	0,8167
Agustus 2008	0,9997	Mei 2015	0,7354
Desember 2008	0,9999	Juni 2015	0,5226
Januari 2009	0,8786	Juli 2015	0,7808
Februari 2009	0,7586	Agustus 2015	0,9286
Maret 2009	0,9678	September 2015	0,8099
April 2009	0,8379	Oktober 2015	0,6111
Mei 2009	0,9475	November 2015	0,5369
Juni 2009	0,9694	Desember 2015	0,6583
Juli 2009	0,8896	Januari 2016	0,8524
Agustus 2009	0,8452	Februari 2016	0,6921
September 2009	0,6598	Maret 2016	0,9687
Oktober 2009	0,5589	April 2016	0,8885
Desember 2014	0,7523	Mei 2016	0,9108
Januari 2015	0,9846	Juni 2016	0,7656

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Model volatilitas terbaik yang sesuai pada data bulanan harga minyak periode Januari 1995 sampai dengan Juni 2016 adalah model SWARCH(2,1) sebagai berikut

$$r_t = \begin{cases} 0,010593361, & \text{untuk state 0,} \\ -0,003646681, & \text{untuk state 1,} \end{cases}$$

dengan

$$\sigma_t^2 = \begin{cases} 0,002344393 + 0,041250147\varepsilon_{t-1}^2, & \text{untuk state 0,} \\ 0,019701097 + 0,041250147\varepsilon_{t-1}^2, & \text{untuk state 1.} \end{cases}$$

2. Berdasarkan matriks probabilitas transisi *return* harga minyak mentah diperoleh peluang untuk bertahan dalam kondisi volatilitas rendah adalah sebesar 0,83253589, peluang dari kondisi volatilitas rendah ke kondisi volatilitas tinggi sebesar 0,16746411, peluang dari kondisi volatilitas tinggi ke volatilitas rendah adalah 0,7446808 dan peluang untuk bertahan dalam kondisi volatilitas tinggi adalah sebesar 0,25531915.
3. Dari nilai peluang transisi dapat diketahui durasi harga minyak mentah mengalami keadaan tidak krisis adalah 5,97 bulan dan durasi harga minyak mentah mengalami keadaan krisis adalah 1,34 bulan.
4. Model SWARCH(2,1) yang diperoleh dapat mendeteksi krisis keuangan di Indonesia berdasarkan indikator harga minyak pada bulan Agustus 2008 dan bulan Maret 2016.

## REFERENSI

- [1] Abimanyu, A dan MH, Imansyah. 2008. *Sistem Pendeteksian Dini Krisis Keuangan di Indonesia*. Skripsi Fakultas Ekonomi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [2] Adam, P., Rianse, U., Cahyono, E., & Rahim, M. 2015. Modeling of the Dynamics Relationship between World Crude Oil Prices and the Stock Market in Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5 (2), pp. 550-557.
- [3] Engle, R.F dan Patton, A.J. 2001. What good is a volatility model?. *Quantitative Finance*. Vol I, 237-245.
- [4] Hamilton, J.D. 1989. *A New Approach to The Economic analysis Of Non Stationary Time Series and The Bussiness Cycle*. *Econometrics*, 57, 357-384.
- [5] Hamilton, J. dan Susmel, R. 1994. *Autoregressive Conditional Heteroscedastic and Changes in Regime*. *Journal of Econometrics* 307-333.
- [6] Jogiyanto. 2009. *Metodologi Penelitian Bisnis*. Yogyakarta: Edisi Pertama BPFE.
- [7] Kim, C.J. and Nelson C.R. 1999. *State Space Models with Regime Switching, Classical and Gibbs Sampling Approaches with Application*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [8] Rosadi, Dede. 2011. *Ekonometrika dan Analisis Runtun Waktu Terapan*. Yogyakarta: Andi.
- [9] Setyo, H. 2011. Dampak Kenaikan Harga BBM di Pasar Dunia Tantangan Bagi Perekonomian Indonesia. *Jurnal Ekonomi* Vol,7. Semarang.
- [10] Tsay, R. 2005. *Analysis of Financial Timeseries*. John Wiley and Sons, Inc.