

DETEKSI KRISIS KEUANGAN DI INDONESIA BERDASARKAN INDIKATOR SUKU BUNGA DEPOSIT DAN NILAI TUKAR *DOLLAR* TERHADAP RUPIAH

Intan Mia Asmidar, Sugiyanto, dan Bowo Winarno
Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK. Indonesia mengalami krisis keuangan paling parah pada tahun 1997. Akibat dari krisis tersebut, diperlukan sistem pendeteksian krisis keuangan. Krisis keuangan dapat dideteksi berdasarkan beberapa indikator, antara lain suku bunga deposit dan nilai tukar *dollar* terhadap rupiah yang dapat dimodelkan menggunakan *SWARCH* empat state dan tiga *state*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *SWARCH*(4,1) dan *SWARCH*(3,1) mampu mendeteksi krisis keuangan yang terjadi di Indonesia serta terdapat hubungan kondisi indikator dalam mendeteksi krisis. Hasil pendeteksian diperoleh bahwa pada tahun 2016-2017 Indonesia tidak terjadi krisis keuangan.

Kata kunci : *krisis, suku bunga deposit, nilai tukar dollar terhadap rupiah, SWARCH.*

1. PENDAHULUAN

Setiap negara mempunyai berbagai fenomena ekonomi yang memiliki dampak yang luas terhadap makroekonomi. Salah satu diantara fenomena ekonomi adalah tingkat suku bunga yang menentukan nilai tukar mata uang suatu negara. Semakin rendah suku bunga suatu mata uang, akan semakin rendah pula permintaan akan mata uang negara tersebut. Jika dalam jangka panjang Bank Central selalu menurunkan suku bunga maka *trend* nilai tukar mata uang negara tersebut terhadap negara lain akan cenderung menurun. Menurunnya nilai tukar mata uang suatu negara dapat mengindikasikan adanya krisis di negara tersebut. Indonesia pernah mengalami krisis terparah yang terjadi pada pertengahan bulan Juli tahun 1997. Akibat krisis keuangan tersebut, *International Monetary Fund (IMF)* menganggap perlu diadakan sistem pendeteksian krisis keuangan.

Hamilton dan Susmel [5] memperkenalkan suatu model yang dapat menjelaskan perubahan *state* dan menggambarkan volatilitas data dengan baik, yaitu dengan menggabungkan model volatilitas *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH)* dengan model Markov *switching* yang kemudian dikenal dengan model Markov *switching ARCH (SWARCH)*. Model *SWARCH* telah diterapkan oleh beberapa peneliti, misalnya Chang *et al.* [2] menggunakan model *SWARCH* dengan asumsi tiga *state*. Hasil peneliti tersebut menunjukkan bahwa model *SWARCH*(3,2) dapat mengidentifikasi krisis pada pasar saham dan krisis nilai tukar Won Korea per *Dollar* Amerika Serikat.

Penelitian ini menentukan model yang sesuai untuk pergerakan indikator suku bunga deposit dan nilai tukar *dollar* terhadap rupiah. Model tersebut dapat digunakan untuk

mendeteksi dini krisis keuangan pada tahun 2016 sampai 2017. Selanjutnya ditentukan hubungan kondisi indikator dalam mendeteksi krisis keuangan di Indonesia.

2. MODEL ARMA

Menurut Tsay [11], model *ARMA* (p, q) dapat ditulis sebagai berikut

$$r_t = \phi_0 + \phi_1 r_{t-1} + \dots + \phi_p r_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

dimana r_t adalah *return* pada waktu ke- t , a_t adalah residu pada waktu ke- t , $\phi_1 \dots \phi_p$ adalah parameter model *AR*(p) dan $\theta_1 \dots \theta_q$ adalah parameter model *MA*(q).

3. MODEL ARCH

Menurut Engle [3], model *ARCH* orde m memiliki bentuk umum

$$a_t = \sigma_t \epsilon_t, \text{ untuk } \epsilon_t \sim N(0,1) \text{ dan } a_t | \psi_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \dots + \alpha_m a_{t-m}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=0}^m \alpha_i a_{t-i}^2$$

dengan $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$ untuk $i > 0$, a_t adalah residu model *ARMA*, σ_t^2 adalah variansi bersyarat dari residu pada waktu ke- t dan ψ_{t-1} adalah himpunan semua informasi pada periode ($t - 1$).

4. MODEL GARCH

Menurut Bollerslev [1], model *GARCH*(m, s) dapat ditulis sebagai berikut

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=0}^m \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j a_{t-j}^2,$$

dengan m, s adalah orde dari proses *GARCH*.

5. MODEL EGARCH

Menurut Nelson [8], model *EGARCH* (r, s) dapat dituliskan sebagai

$$\ln \sigma_t^2 = \alpha_0 \sum_{i=1}^r \alpha_i \left(\left| \frac{a_{t-i}}{\sqrt{\sigma_{t-i}^2}} \right| - \sqrt{\frac{2}{n}} \right) + \sum_{i=1}^r \beta_i \frac{a_{t-i}}{\sqrt{\sigma_{t-i}^2}} + \sum_{j=1}^s \gamma_j \ln \sigma_{t-j}^2,$$

dimana r, s adalah orde dari proses *EGARCH*.

6. Analisis Cluster

Analisis *cluster* merupakan salah satu teknik yang mempunyai tujuan utama mengelompokkan objek-objek pengamatan. Menggunakan metode *ward's* yang didasarkan pada *sum square of error* (SSE)

$$SSE_{uv} = \sum_{i=1}^{n_{uv}} (X_i - \bar{X}_{uv})' (X_i - \bar{X}_{uv}),$$

dimana X_i nilai objek ke- i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$, \bar{X} rata-rata nilai objek dalam *cluster*, n banyaknya objek, n_U banyaknya titik pada *cluster* U , n_V banyaknya titik pada *cluster* V dan n_{UV} banyaknya titik pada *cluster* UV , dengan $\bar{X}_{uv} = \frac{n_U \bar{X}_u + n_V \bar{X}_v}{n_U + n_V}$ (Rencher[9]).

7. MODEL SWARCH

Menurut Hamilton dan Susmel [5], model *SWARCH* dapat ditulis sebagai

$$r_t = \mu_{s_t} + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \epsilon_t \text{ dengan } \epsilon_t \sim N(0,1) \text{ dan } a_t | \theta_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\sigma_{t,s_t}^2 = \alpha_{0,s_t} + \alpha_{1,s_t} a_{t-1}^2 + \dots + \alpha_{m,s_t} a_{t-m}^2 = \alpha_{0,s_t} + \sum_{i=1}^m \alpha_{i,s_t} a_{t-i}^2,$$

dengan σ_{t,s_t}^2 dikatakan sebagai proses *SWARCH* dengan *state* k dan orde m , serta dapat dinotasikan sebagai $a_t \sim \text{SWARCH}(k, m)$.

8. SMOOTHED PROBABILITY

Smoothed probability adalah probabilitas suatu *state* pada periode ke- t berdasarkan semua data pengamatan, dimana rumus dari *smoothed probability* ini adalah sebagai berikut

$$\Pr[S_t = j | \psi_T] = \sum_{k=1}^M \Pr[S_t = j, S_{t+1} = k | \psi_T],$$

dimana ψ_T adalah suatu himpunan r_t dari waktu lampau sampai waktu ke- t (Kim dan Nelson [7]).

9. PENDETEKSIAN KRISIS

Menurut Sopipan *et al.* [10], peramalan kondisi krisis keuangan dapat dituliskan sebagai

$$\Pr[S_t = j | \psi_T] = \sum_{i=1}^3 p_{ij} * \Pr[S_{t-1} = i | \psi_{T-1}],$$

dengan p_{ij} adalah probabilitas transisi dari *state* i ke *state* j dan $\Pr[S_{t-1} = i | \psi_{T-1}]$ adalah *smoothed probability* pada *state* i dan waktu ke- $(t - 1)$.

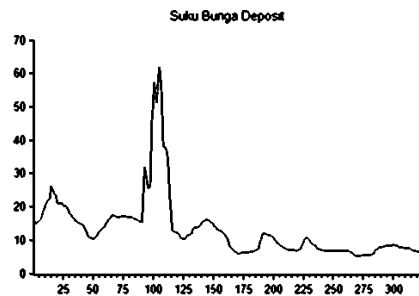
10. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus dengan menggunakan data bulanan suku bunga deposit dan nilai tukar *dollar* terhadap rupiah pada Januari 1990 sampai November 2016 yang diperoleh dari Bank Indonesia. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

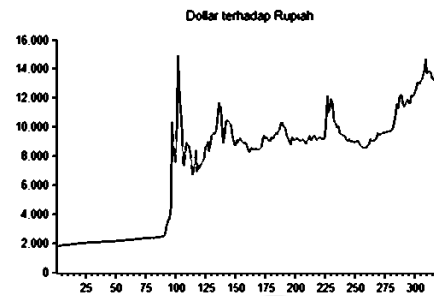
1. Membuat plot data kemudian menguji kestasioneran data.
2. Membuat model ARMA dan menguji efek heteroskedastisitas.
3. Membentuk dan mengidentifikasi model volatilitas jika terdapat efek heteroskedastisitas residu model ARMA.
4. Melakukan *clustering* dan menentukan jumlah *cluster* terbaik.
5. Membentuk model gabungan dari model volatilitas dan markov *switching*.
6. Menghitung nilai *smoothed probability* untuk mendeteksi krisis.
7. Meramalkan kondisi krisis untuk satu tahun ke depan.
8. Menentukan hubungan kondisi antar indikator dalam mendeteksi krisis keuangan di Indonesia.

12. HASIL DAN PEMBAHASAN

12.1 Plot Data. Plot data bulanan suku bunga deposit dan nilai tukar *dollar* terhadap rupiah yang diambil dari Januari 1990 sampai September 2016 dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Plot Data Suku Bunga Deposit



Gambar 2. Plot Data Nilai Tukar USD

Berdasarkan Gambar 1 dan 2 dapat dilihat bahwa data berfluktuasi dari waktu ke waktu yang menunjukkan bahwa data tidak stasioner sehingga perlu dilakukan transformasi data menggunakan *return*.

12.2 Kestasioneran Data *Return*. Dapat dibuktikan dengan nilai probabilitas uji *Philip Pheron* sebesar 0,0000 yang lebih kecil dari $\alpha = 0.05$ yang berarti *return* data sudah stasioner, maka dapat dimodelkan menggunakan model *ARMA*.

12.3 Pembentukan Model *ARMA*. Hasil estimasi parameter model *ARMA* berdasarkan plot *ACF* dan *PACF* didapatkan model yang paling sesuai adalah model *ARMA*(1,0) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Model *ARMA* Paling Sesuai

Model untuk suku bunga deposit	$r_t = 0.543375r_{t-1} + a_t$
Model untuk nilai tukar <i>dollar</i> terhadap rupiah	$r_t = 0.123921r_{t-1} + a_t$

Selanjutnya akan di cek apakah model *ARMA* mengandung heteroskedastisitas data menggunakan uji pengali Lagrange diperoleh nilai probabilitas 0,0000 dan 0.0001 yang lebih kecil dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa residu model *ARMA* mengandung efek heteroskedastisitas sehingga akan digunakan model *ARCH*.

12.4 Pembentukan Model *ARCH*. Hasil estimasi parameter model *ARCH* untuk indikator suku bunga deposit dan nilai tukar *dollar* terhadap rupiah diperoleh model *ARCH*(1) adalah model paling sesuai yang dapat dituliskan sebagai berikut

Tabel 2 Model *ARCH* Paling Sesuai

<i>ARCH</i> (1) Deposit	$\sigma_t^2 = 0.001926 + 0.517468a_{t-1}^2$
<i>ARCH</i> (1) USD	$\sigma_t^2 = 0.000112 + 4.025656a_{t-1}^2$

Orde model *ARCH* yang diperoleh kecil (sama dengan 1) dan nilai estimasi parameter model *GARCH* sebesar 0.1284 untuk suku bunga deposit dan 0.0787 untuk nilai tukar dollar terhadap rupiah yang lebih besar dari 0.05 berarti tidak signifikan sehingga model *GARCH* dan *EGARCH* tidak dapat digunakan.

Selanjutnya dilakukan uji kelayakan model *ARCH* menggunakan uji diagnostik pada residu model *ARCH*(1) yaitu uji non autokorelasi, uji non heteroskedastisitas, dan uji normalitas. Berdasarkan uji Ljung-Box diperoleh nilai probabilitas sebesar 0.1256 dan 0.4047 lebih dari 0,05 yang menunjukkan bahwa residu model tidak mengandung autokorelasi. Hasil dari uji pengali Lagrange diperoleh bahwa probabilitas untuk data suku bunga deposit sebesar 0.9269 dan untuk data nilai tukar *dollar* terhadap rupiah sebesar 0.9428 yang lebih besar dari 0.05 artinya H_0 tidak ditolak sehingga tidak terdapat efek heteroskedastisitas dalam residu model *ARCH*(1). Kemudian dari uji Kolmogorov Smirnov diperoleh bahwa probabilitas sebesar 1 yang lebih besar dari 0.05 artinya H_0 tidak ditolak sehingga residu model *ARCH*(1) diatas berdistribusi normal.

Model *ARCH* hanya bisa menjelaskan volatilitas sehingga dalam permasalahan krisis dan tidak krisis sangat memungkinkan terjadinya pengklasteran terhadap volatilitas untuk menentukan jumlah *state*.

12.4 Analisis Cluster. Analisis *cluster* menggunakan pendekatan hierarki metode *ward's* untuk menentukan jumlah *cluster* terbaik. Dari Gambar 3 dapat dilihat lonjakan drastis pertama yang terjadi sebesar 40.559 mulai terjadi pada tahap ke 319 dan 320, yaitu dari 28.565 menjadi 69.124, ini terjadi pada saat proses aglomerasi menghasilkan empat *cluster*. Sedangkan dari Gambar 4 dapat dilihat lonjakan drastis pertama yang terjadi sebesar 32.786 mulai terjadi pada tahap ke 320 dan 321, yaitu dari 11.490 menjadi 44.276 ini terjadi pada saat proses aglomerasi menghasilkan tiga *cluster*.

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Jumlah Cluster
	Cluster 1	Cluster 2		
301	46	48	.644	22
302	15	17	.720	21
303	9	11	.814	20
304	109	112	.907	19
305	165	167	1.024	18
306	1	2	1.155	17
307	92	93	1.314	16
308	43	45	1.477	15
309	101	105	1.722	14
310	165	170	2.068	13
311	1	8	2.559	12
312	99	109	3.126	11
313	15	82	3.899	10
314	43	46	4.725	9
315	163	165	5.674	8
316	100	101	6.754	7
317	1	9	9.774	6
318	15	99	16.817	5
319	1	43	28.565	4
320	15	100	69.124	3
321	1	163	117.056	2
322	1	15	322.000	1

Tabel 3 Analisis Cluster Suku Bunga Deposit

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Jumlah Cluster
	Cluster 1	Cluster 2		
301	227	300	.229	22
302	1	25	.252	21
303	130	131	.275	20
304	127	148	.301	19
305	99	108	.336	18
306	100	114	.400	17
307	97	134	.465	16
308	92	96	.551	15
309	104	136	.668	14
310	102	307	.789	13
311	98	127	.916	12
312	1	50	1.065	11
313	102	103	1.327	10
314	104	227	1.695	9
315	97	130	2.070	8
316	98	98	2.595	7
317	1	92	3.371	6
318	98	100	5.321	5
319	97	98	8.280	4
320	102	104	11.490	3
321	97	102	44.276	2
322	1	97	322.000	1

Tabel 4 Analisis Cluster Nilai Tukar Dollar terhadap Rupiah

Selanjutnya pembentukan model *SWARCH* dengan 4 *state* untuk suku bunga deposit dan 3 *state* untuk nilai tukar *dollar* terhadap rupiah.

12.5 Pembentukan Model *SWARCH*. Menurut Hamilton dan Susmel [5], *state* merupakan variabel random tak teramati yang bernilai $1, 2, \dots, k$ dengan probabilitas transisi p_{ij} . Matriks probabilitas transisi untuk data suku bunga deposit adalah

$$P = \begin{pmatrix} 0.178231 & 0.093704 & 0.008843 & 0.035531 \\ 0.457485 & 0.681745 & 0.020930 & 0.325395 \\ 0.135086 & 0.042436 & 0.852322 & 0.366503 \\ 0.229197 & 0.182113 & 0.117902 & 0.272569 \end{pmatrix}.$$

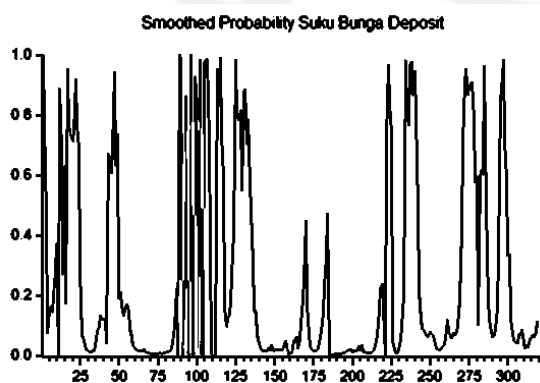
Berdasarkan matriks probabilitas transisi P diperoleh nilai probabilitas untuk volatilitas rendah sebesar 0.178231, nilai probabilitas untuk volatilitas sedang sebesar 0.681745, nilai probabilitas untuk volatilitas tinggi sebesar 0.852322, dan probabilitas untuk volatilitas sangat tinggi sebesar 0.272569.

Selanjutnya matriks probabilitas transisi untuk data nilai tukar *dollar* terhadap rupiah adalah sebagai berikut

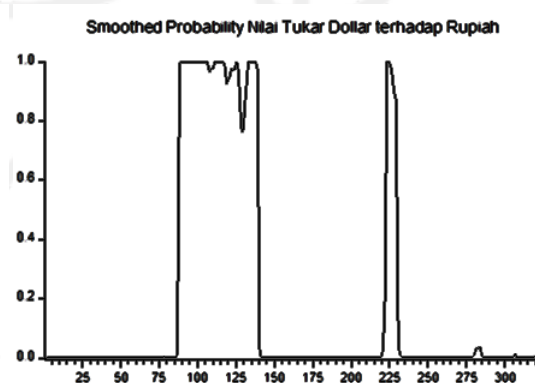
$$P = \begin{pmatrix} 0.968141 & 0.016538 & 0.017981 \\ 0.023690 & 0.973377 & 0.024428 \\ 0.008168 & 0.010083 & 0.957590 \end{pmatrix}.$$

Berdasarkan matriks probabilitas transisi P diperoleh nilai probabilitas untuk volatilitas rendah sebesar 0.968141, probabilitas untuk volatilitas sedang sebesar 0.973377 dan probabilitas untuk volatilitas tinggi sebesar 0.957590.

12.6 *Smoothed Probability*. Nilai *smoothed probability* data dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Plot *Smoothed Probability* Tiga State Suku Bunga Deposit



Gambar 4 Plot *Smoothed Probability* Tiga State Nilai Tukar *Dollar* terhadap Rupiah

Dari Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan terdapat sebanyak 22 periode suku bunga deposit yang mempunyai *smoothed probability* lebih dari 0.929064 dan 44 periode nilai tukar dollar terhadap rupiah yang mempunyai *smoothed probability* lebih dari 0.970929.

12.7 Peramalan. Hasil peramalan *smoothed probability* pada Desember 2016 sampai November 2017 disajikan dalam Tabel 5.

Dilihat dari hasil peramalan dapat dikatakan bahwa untuk suku bunga deposit probabilitas yang kurang dari 0.304862 masuk dalam kondisi keuangan sangat baik (tidak krisis), 0.304862 sampai 0.688486 masuk dalam kondisi keuangan baik, 0.688486 sampai 0.929064 masuk dalam kondisi rawan krisis, dan probabilitas lebih dari 0.929064 masuk dalam kondisi krisis. Untuk nilai tukar *dollar* terhadap rupiah probabilitas yang kurang dari 0.23175 masuk dalam kondisi tidak krisis, 0.23175 sampai 0.970929 masuk dalam kondisi rawan krisis, dan lebih dari 0.970929 masuk dalam kondisi krisis.

Tabel 5 Hasil Peramalan Periode Krisis

Periode	Deposit		Kondisi Krisis	USD		Kondisi Krisis
	Peramalan	Aktual		Peramalan	Aktual	
Desember 2016	0.118772	0.108123	Tidak krisis	0.017381	0.001072	Tidak krisis
Januari 2017	0.136396	0.123894	Tidak krisis	0.02652	0.000002	Tidak krisis
Februari 2017	0.126812	0.078159	Tidak krisis	0.035149	0.000002	Tidak krisis
Maret 2017	0.114416	0.417071	Keuangan baik	0.043296	0.003403	Tidak krisis
April 2017	0.102101	0.029750	Tidak krisis	0.050989	0.045661	Tidak krisis
Mei 2017	0.090832	0.022294	Tidak krisis	0.058251	0.072142	Tidak krisis
Juni 2017	0.080730	0.025021	Tidak krisis	0.065107	0.102941	Tidak krisis
Juli 2017	0.071731	0.556037	Keuangan baik	0.071580	0.104937	Tidak krisis
Agustus 2017	0.063729	0.088227	Tidak krisis	0.077690	0.124602	Tidak krisis
September 2017	0.056618	0.160739	Tidak krisis	0.083458	0.125486	Tidak krisis
Oktober 2017	0.050300			0.088903		
November 2017	0.044687			0.094042		

Berdasarkan Tabel 5 tidak terdapat periode peramalan yang memiliki nilai *smoothed probability* lebih dari 0.929064 untuk suku bunga deposit dan lebih dari 0.970929 untuk nilai tukar *dollar* terhadap rupiah yang artinya pada tahun 2016-2017 Indonesia tidak terindikasi mengalami krisis keuangan.

12.8 Hubungan Kondisi. Untuk menentukan hubungan kondisi digunakan uji *chi square* untuk independensi. Diperoleh perhitungan nilai M sebesar $43.323333 > \chi^2_{(0.95;6)} = 12.591587$ dan $p - value = 0.000$ yang kurang dari $\alpha = 0.05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan kondisi indikator nilai tukar *dollar* terhadap rupiah dan suku bunga deposit dalam mendeteksi krisis keuangan di Indonesia.

13. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa model yang sesuai untuk indikator suku bunga deposit adalah *SWARCH*(4,1) sedangkan untuk nilai tukar *dollar* terhadap rupiah adalah *SWARCH*(3,1).

Hasil peramalan krisis keuangan menggunakan model *SWARCH*(4,1) dan *SWARCH*(3,1) pada periode Desember 2016 sampai dengan September 2017 menyimpulkan bahwa Indonesia tidak terjadi krisis keuangan.

Dari periode krisis yang terjadi pada tahun 1990 sampai 2016 menyatakan bahwa terdapat hubungan kondisi indikator nilai tukar *dollar* terhadap rupiah dengan suku bunga deposit dalam mendeteksi krisis keuangan di Indonesia yaitu ketika suku bunga deposit turun maka nilai tukar *dollar* terhadap rupiah juga akan turun yang akan menyebabkan investor dan uang dalam negeri keluar sehingga jika dalam jumlah yang besar akan menyebabkan adanya krisis keuangan.

14. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bollerslev, T., *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*, Journal of Econometrics **31** (1986), 307-327.
- [2] Chang, K., K. Y. Cho, and M. Hong, *Stock Volatility Foreign Exchange Rate Volatility and The Global Financial Crisis*, Journal of Economic Research **15** (2010), 249-272.
- [3] Engle, R.F., *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*, Econometrica **50** (1982), 987-1008.
- [4] Gray, S.F., *Modeling the Conditional Distribution of Interest Rates as A Regime-Switching Process*, Journal of Finance Economics **42** (1996), 27-62.
- [5] Hamilton, J. D. and Susmel, R., *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity and Change in Regime*, Journal of Econometrics **64** (1994), 307-333.
- [6] Henry, T.O., *Between The Rock and a Hard Place: Regime Switching in the Relationship Between Short-Term Interest Rates and Equity Returns in the UK*, Departement of Economics. The University of Melbourne, Victoria, Australia, 2007.
- [7] Kim, C.J. and Nelson, C.R., *State-Space Models with Regime Switching: Classical and Gibbs-Sampling Approaches with Application*, The MIT Press, London, 1999.
- [8] Nelson, D.B., *Conditional Heteroscedasticity in Aset Return: A New Approach*, Econometrica **59** (1991), 347-370.
- [9] Rencher, Alvin, *Methods of Multivariate Analysis*, 2nd Edition, New Work: John Wiley & Sons, Inc, 2002.
- [10] Sopipan, N., Sattayatham, P., and Premanode, B., *Forecasting Volatility of Gold Price Using Markov Regime Switching and Trading Strategy*, Journal of Mathematical Finance **2** (2012), 121-131.
- [11] Tsay, R. S., *Analysis of Financial Time Series*, John Wiley and Sons, Canada, 2005.