

**PEMODELAN *MARKOV SWITCHING* DENGAN  
*TIME-VARYING TRANSITION PROBABILITY***



---

---

**SKRIPSI**

---

---

**Disusun oleh:**

**ANGGITA PURI SAVITRI**

**24010212140037**

**DEPARTEMEN STATISTIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2016**

**PEMODELAN *MARKOV SWITCHING* DENGAN  
*TIME-VARYING TRANSITION PROBABILITY***

**Oleh:**

**Anggita Puri Savitri**

**24010212140037**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains pada Departemen Statistika**

**DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2016**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan karunia-Nya, sehingga penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Tugas akhir yang berjudul **“Pemodelan *Markov Switching* dengan *Time-Varying Transition Probability*”** ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Departemen Statistika Universitas Diponegoro. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si. selaku Ketua Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Bapak Budi Warsito, S.Si., M.Si. sebagai pembimbing I dan Ibu Rita Rahmawati, S.Si., M.Si. sebagai pembimbing II.
3. Bapak dan Ibu dosen Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah mendukung penulis menyelesaikan penulisan laporan ini.

Kritik dan saran dari pembaca akan menjadi masukan yang sangat berharga. Harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya

Semarang, Agustus 2016

Penulis

**HALAMAN PENGESAHAN I**

Judul Skripsi : *Pemodelan Markov Switching dengan Time-Varying Transition Probability*

Nama Mahasiswa : Anggita Puri Savitri

NIM : 24010212140037

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir dan dinyatakan lulus pada tanggal 31 Agustus 2016.

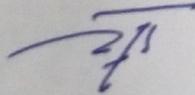
Semarang, September 2016

Mengetahui,

Ketua Departemen Statistika  
FSM Universitas Diponegoro

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir  
Ketua

  
Di Asih I Maruddani, S.Si, M.Si  
NIP. 197307111997022001

  
Di Asih I Maruddani, S.Si, M.Si  
NIP. 197307111997022001

## HALAMAN PENGESAHAN II

Judul Skripsi : *Pemodelan Markov Switching dengan Time-Varying  
Transition Probability*

Nama Mahasiswa : Anggita Puri Savitri

NIM : 24010212140037

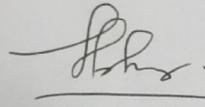
Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 31 Agustus 2016.

Semarang, September 2016

Pembimbing I

Pembimbing II



Budi Warsito, S.Si, M.Si.

Rita Rahmawati, S.Si, M.Si.

NIP.197508241999031003

NIP. 198009102005012002

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN I .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Nilai Tukar atau Kurs .....	5
2.2 Model <i>Markov Switching</i> .....	5

2.3	Model <i>Markov Switching Autoregressive</i> .....	7
2.4	Model <i>Markov Switching</i> dengan <i>Time-Varying</i> <i>Transition Probability</i> .....	8
2.5	Asumsi Stasioneritas .....	9
2.6	Estimasi Parameter .....	12
2.7	Proses <i>Filtering</i> .....	13
2.8	Proses <i>Smoothing</i> .....	15
2.9	Durasi <i>State</i> .....	17
2.10	Uji Diagnostik .....	18
2.11	Pemilihan Model Terbaik .....	20
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Sumber Data .....	21
3.2	Metode Penelitian .....	21
3.3	Diagram Alir Analisis Data .....	23
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Statistik Deskriptif .....	24
4.2	Asumsi Stasioneritas .....	24
4.2.1	Pengujian Stasioneritas Data Kurs Rupiah terhadap USD .....	25

4.2.2	Pengujian Stasioneritas Data Kurs Rupiah terhadap Euro .....	26
4.2.3	Perbaikan Nonstasioneritas .....	27
4.2.4	Pengujian Stasioneritas Peubah RUSD.....	28
4.2.5	Pengujian Stasioneritas Peubah REUR.....	29
4.3	Estimasi Parameter Model MS TVTP .....	31
4.4	Uji Diagnostik Model MS TVTP.....	45
4.4.1	Uji Spesifikasi Parameter.....	45
4.4.2	Uji Normalitas Residual .....	46
4.5	Pemilihan Model MS TVTP Terbaik.....	48
4.6.	Durasi <i>State</i> .....	52
BAB V KESIMPULAN .....		53
DAFTAR PUSTAKA .....		55
LAMPIRAN .....		57

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian .....	23
Gambar 2. Plot Runtun Waktu Kurs Rupiah terhadap USD.....	25
Gambar 3. Plot Runtun Waktu Kurs Rupiah terhadap Euro .....	26
Gambar 4. Plot Runtun Waktu RUSD .....	28
Gambar 5. Plot Runtun Waktu REUR .....	30
Gambar 6. Nilai <i>Filtered State Probabilities</i> dari MS(2) – AR(1) .....	42
Gambar 7. Nilai <i>Smoothed State Probabilities</i> dari MS(2) – AR(1) .....	43
Gambar 8. Probabilitas Transisi MS(2) – AR(1) .....	49
Gambar 9. Ekpektasi Durasi <i>State</i> MS(2) – AR(1).....	52

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Nilai kritis $t^*$ .....	11
Tabel 2. Deskriptif Data Kurs Beli Rupiah terhadap USD dan Euro .....	24
Tabel 3. Estimasi Parameter Model MS TVTP .....	31
Tabel 4. Uji Diagnostik Model MS TVTP .....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Nilai tukar Rupiah terhadap USD dan Euro .....	57
Lampiran 2. Uji Akar Unit <i>Augmented Dickey Fuller</i> .....	59
Lampiran 3. Data RUSD dan REUR .....	60
Lampiran 4. Estimasi Parameter Model MS TVTP .....	62
Lampiran 5. <i>Filtered</i> dan <i>Smoothed State Probabilities</i> MS(2) – AR(1).....	67
Lampiran 6. Uji Normalitas Residual .....	71
Lampiran 7. Probabilitas Transisi MS(2) – AR(1) .....	73
Lampiran 8. Ekspektasi Durasi MS(2) – AR(1) .....	76

## ABSTRAK

Nilai tukar atau kurs merupakan peubah ekonomi yang dapat mencerminkan keadaan perekonomian suatu negara. Nilai tukar bersifat fluktuatif karena dapat mengalami perubahan kondisi yang disebabkan oleh faktor ekonomi atau politik. Kondisi tersebut adalah apresiasi dan depresiasi. Oleh karena itu, nilai tukar dapat dimodelkan menggunakan *Markov switching* dengan *time-varying transition probability* yang memperhatikan perubahan kondisi dan menggunakan variabel informasi. Dari model ini dapat diketahui transisi probabilitas dan ekspektasi durasi yang bervariasi terhadap waktu sehingga mampu menjelaskan pergerakan ekonomi yang lebih baik. Pada penulisan ini dilakukan pemodelan nilai *ln return* kurs Rupiah terhadap USD dan menggunakan nilai *ln return* kurs Rupiah terhadap Euro sebagai variabel informasi. Diperoleh model terbaik adalah MS(2) – AR(1). Secara keseluruhan, rata-rata transisi probabilitas dari apresiasi ke depresiasi adalah 0,025242 dan transisi probabilitas dari depresiasi ke apresiasi adalah 0,666369. Ekspektasi durasi dari kondisi apresiasi adalah 39,61623 hari, sedangkan ekspektasi durasi dari depresiasi adalah 39,18689 hari.

**Kata kunci:** perubahan kondisi, *Markov switching*, *time-varying*, transisi probabilitas, ekpektasi durasi

## ABSTRACT

Exchange rate or currency is an economic variable which reflects country's state of economy. It fluctuates over time because of its ability to switch the condition or regime caused by economic and political factors. The changes in the exchange rate are depreciation and appreciation. Therefore, it could be modeled using Markov switching with time-varying transition probability which observe the conditional changes and use information variable. From this model, time-varying transition probability and expected durations are obtained; both are very useful to explain economic growth better and more detailed. This research modeled In return value of Indonesian Rupiah to U.S Dollars and using return value of Indonesian Rupiah to Euro as information variable. The best model is MS(2) – AR(1). Overall, the mean of transition probability from appreciation to depreciation is 0,025242 and the transition probability from depreciation to appreciation is 0,666369. Expected duration of appreciation is 39,61623 days meanwhile the expected duration of depreciation is 39,18689 days.

**Keywords:** regime switching, Markov switching, time-varying, transition probability, expected duration

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemodelan data runtun waktu dapat digunakan untuk menganalisis dinamika pergerakan kegiatan variabel ekonomi dan keuangan. Pada umumnya pemodelan runtun waktu dilakukan dengan menggunakan model linier, seperti *autoregressive model (AR)*, *moving average model (MA)* dan model ARMA campuran. Namun model linier tersebut tidak dapat menjelaskan berbagai macam pola dinamika nonlinier, seperti informasi yang bersifat asimetri, amplitudo yang saling bergantung, atau pengelompokan volatilitas (Kuan, 2002).

*Markov switching* yang diperkenalkan oleh Hamilton (1989), atau yang sering disebut sebagai *regime switching* merupakan salah satu model runtun waktu nonlinier yang sering digunakan karena pada model ini perubahan kondisi yang terjadi pada data dianggap sebagai suatu variabel tak teramati (*unobservable variable*) yang sering disebut dengan *state* atau *regime*. Pemodelan *regime switching* bertujuan untuk menunjukkan informasi asimetri pada data siklus bisnis. Transisi dari suatu *state* pada siklus tertentu ke *state* yang lain dimodelkan sebagai *regime switch*, dan probabilitas dari perpindahan *state* tersebut dapat diketahui dari data dimana transisi dari probabilitas tersebut bersifat konstan yang sering disebut sebagai *fixed transition probability (FTP)*. Namun, menurut Filardo (1998) probabilitas transisi yang bersifat konstan atau *fixed* membatasi dalam

menjelaskan pergerakan variabel ekonomi, karena variabel ekonomi tersebut tidak diperbolehkan untuk mempengaruhi probabilitas transisi.

Filardo (1994) memperkenalkan model *Markov switching* dengan *time-varying transition probability* (TVTP) yang mampu menggambarkan pergerakan siklus bisnis lebih baik dibandingkan FTP. Selain menggunakan variabel data pengamatan, metode ini menggunakan variabel informasi sebagai indikator pergerakan siklus bisnis, model TVTP dapat menjelaskan perubahan sistematis pada probabilitas transisi sebelum dan sesudah titik balik dan memiliki durasi yang telah ditetapkan untuk bervariasi terhadap waktu. Banyak peneliti yang menerapkan *Markov switching* dengan TVTP, diantaranya pemodelan fluktuasi siklus bisnis oleh Filardo (1994) dan nilai tukar mata uang oleh Diebold *et al.* (1994).

Dinamika pergerakan nilai tukar mata uang atau kurs menunjukkan adanya perubahan kondisi atau *state*, oleh karena itu dapat dimodelkan menggunakan *Markov switching* dengan TVTP. Pada penelitian ini nilai tukar atau kurs yang digunakan adalah kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika (USD) dan Euro. Kurs USD dan Euro keduanya mencerminkan daya beli masyarakat Indonesia dibandingkan dengan masyarakat Amerika dan Eropa. Menurut Sukirno (1981) seperti yang dikutip dari Ariyani (2014), kurs memiliki dua kondisi yang sering berubah, yaitu depresiasi dan apresiasi. Depresiasi mata uang Rupiah artinya suatu penurunan harga Rupiah terhadap mata uang lain. Sedangkan apresiasi Rupiah adalah kenaikan Rupiah terhadap mata uang lain. Menurut Rimarcik (2006), nilai tukar merupakan peubah penting dalam bidang keuangan yang pergerakan

nilainya perlu diperhatikan dari waktu ke waktu, terutama bagi perusahaan ataupun investor yang aktif dalam sistem pembayaran internasional untuk membuat peramalan sehingga resiko dapat dihindari. Untuk memiliki data harian nilai tukar yang memenuhi kriteria statistik, perlu digunakan nilai *ln return* (*continuously compounded returns*).

Dalam penulisan Tugas Akhir ini akan dibahas pemodelan *Markov switching* dengan *time-varying transition probability* dan pendugaan parameter menggunakan *maximum likelihood estimation* (MLE) yang dikombinasikan dengan algoritma *filtering* dan *smoothing* dari Hamilton (1989). Pemodelan tersebut diterapkan pada data harian nilai *ln return* kurs Rupiah terhadap USD sebagai data pengamatan dan nilai *ln return* Rupiah terhadap Euro sebagai variabel informasi mulai 4 Januari 2016 hingga 30 Juni 2016 sebanyak 124 data.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, perumusan masalah yang akan dibahas dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prosedur pemodelan *Markov switching* dengan *time-varying transition probability* dalam penerapannya terhadap data runtun waktu nilai *ln return* Rupiah terhadap USD?
2. Berapa peluang nilai *ln return* Rupiah mengalami transisi dari apresiasi ke depresiasi (maupun sebaliknya) terhadap USD?
3. Berapakah durasi masing-masing masa apresiasi dan depresiasi dari nilai *ln return* Rupiah terhadap USD?

### 1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah pemodelan *Markov switching* dengan *time-varying transition probability* yang diterapkan pada nilai *ln return* Rupiah terhadap USD sebagai data pengamatan dan menggunakan nilai *ln return* Rupiah terhadap Euro sebagai variabel informasi dengan menggunakan data harian kurs mulai 4 Januari 2016 hingga 30 Juni 2016 sebanyak 124 data. Diasumsikan data tersebut mengikuti proses *autoregressive* dan didalamnya terdapat perubahan struktur.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menerapkan model *Markov switching* dengan *time-varying transition probability* pada nilai *ln return* kurs Rupiah terhadap USD untuk memperoleh model terbaik dengan menggunakan nilai tukar Rupiah terhadap Euro sebagai variabel informasi.
2. Menghitung besar peluang nilai *ln return* Rupiah mengalami transisi dari apresiasi ke depresiasi (maupun sebaliknya) terhadap USD.
3. Menghitung durasi masing-masing masa apresiasi dan depresiasi dari nilai *ln return* Rupiah terhadap USD.