

**FUNGSI INTENSITAS BERSYARAT PROSES TITIK
SELF-EXCITING DAN PENERAPANNYA PADA
DATA GEMPA BUMI**



oleh

WINDA HARYANTO

M0113056

SKRIPSI

ditulis dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains Matematika

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2017

FUNGSI INTENSITAS BERSYARAT PROSES TITIK *SELF-EXCITING*
DAN PENERAPANNYA PADA DATA GEMPA BUMI

SKRIPSI

WINDA HARYANTO

NIM. M0113056

dibimbing oleh

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Hasih Pratiwi, M.Si.

Ririn Setiyowati, S.Si., M.Sc.

NIP. 19700228 199512 2 001

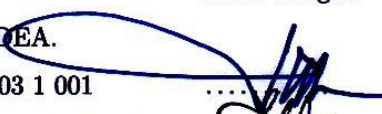

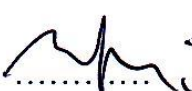

NIK. 19890924 2016 1 001

telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji

dan dinyatakan memenuhi syarat

pada hari Rabu, 15 November 2017

Dewan Penguji

Jabatan	Nama dan NIP	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Dr. Sutanto, S.Si., DEA. NIP. 19710302 199603 1 001		29-11-2017
Sekretaris	Vika Yugi Kurniawan, S.Si., M.Sc. NIP. 19870701 201504 1 001		28-11-2017
Anggota	Dr. Hasih Pratiwi, M.Si. NIP. 19700228 199512 2 001		28-11-2017
Penguji	Ririn Setiyowati, S.Si., M.Sc. NIK. 19890924 2016 1 001		28-11-2017

Disahkan

di Surakarta pada tanggal .. 29. NOV 2017

Kepala Program Studi Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta



Supriyadi Wibowo, S.Si., M.Si.

NIP. 19681110 199512 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Fungsi Intensitas Bersyarat Proses Titik *Self-Exciting* dan Penerapannya pada Data Gempa Bumi" belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, November 2017



Winda Haryanto

ABSTRAK

Winda Haryanto, 2017. FUNGSI INTENSITAS BERSYARAT PROSES TITIK *SELF* - *EXCITING* DAN PENERAPANNYA PADA DATA GEMPA BUMI. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret.

Proses titik adalah kumpulan titik-titik *random* yang terletak pada daerah tertentu. Proses titik *self-exciting* didefinisikan sebagai kumpulan titik *random* yang menjelaskan kejadian dalam waktu tertentu dimana satu kejadian dapat memicu kejadian lain. Kejadian gempa bumi merupakan salah satu kejadian yang dapat digambarkan oleh proses titik *self-exciting*. Gempa bumi tektonik adalah salah satu gempa bumi yang sering terjadi di Indonesia, khususnya di Jawa dan Sumatra. Pada proses titik *self-exciting*, fungsi intensitas berperan penting untuk menyatakan peluang terjadinya gempa susulan per satuan waktu dengan syarat kejadian masa lampau. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan ulang fungsi intensitas bersyarat proses titik *self-exciting*, menerapkan fungsi intensitas bersyarat proses titik *self-exciting*, dan mengestimasi parameter fungsi intensitas bersyarat proses titik *self-exciting* pada data gempa bumi di Jawa dan Sumatra.

Pada proses titik *self-exciting*, fungsi intensitas bersyarat mempertimbangkan komponen siklis, komponen *trend*, fungsi pemicu, dan faktor eksternal yang berpengaruh pada kejadian gempa bumi. Analisis data menunjukkan bahwa nilai \hat{T}_1 , \hat{a}_1 , \hat{d} , dan \hat{b}_2 pada data gempa bumi di Sumatra lebih besar dibandingkan dengan data gempa bumi di Jawa. Gempa bumi yang terjadi di Sumatra memiliki peluang lebih besar memicu terjadinya gempa susulan dibandingkan gempa bumi yang terjadi di Jawa.

Kata Kunci: *Proses titik self-exciting, fungsi intensitas bersyarat, estimasi likelihood maksimum, gempa bumi.*

ABSTRACT

Winda Haryanto, 2017. CONDITIONAL INTENSITY FUNCTION OF SELF - EXCITING POINT PROCESS AND ITS APPLICATION TO EARTHQUAKE DATA. Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sebelas Maret University.

Point process is a collection of random points located on a certain area. The self-exciting point process is defined as a collection of random points that describe events in a certain time where an event can trigger other events. The occurrence of earthquakes is one of the events that can be described by self-exciting point process. Tectonic earthquakes are one of the most frequent earthquakes occurs in Indonesia, especially in Java and Sumatra. At the self-exciting point process, the intensity function became an important part to determine the probability of occurrence of aftershocks per unit time with the condition on past events. This research aimed to derive the conditional intensity function of self-exciting point process, to apply the conditional intensity function of self-exciting point process, and to estimate the parameters of the conditional intensity function of self-exciting point process on the earthquake data in Java and Sumatra.

On the self-exciting point process, the conditional intensity function considered cyclical component, trend component, trigger function, and external factor that influential in the event of an earthquake. Data analysis showed that \hat{T}_1 , \hat{a}_1 , \hat{d} , dan \hat{b}_2 values on the earthquake data in Sumatra are greater than the ones. Earthquake that occurred in Sumatra has more probabilities triggering the occurrence of aftershocks than the earthquake that occurred in Java.

Keywords : *Self-exciting point process, conditional intensity function, estimation maximum likelihood, earthquake.*

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk
bapak dan ibu saya.



MOTO

“Yang paling penting bukan yang terbaik menurut kita, tetapi yang paling penting adalah yang terbaik menurut Allah.”

(QS. Al-Baqarah : 216)

Jika kamu tertimpa sesuatu (kegagalan), maka katakanlah, “ini telah ditakdirkan oleh Allah dan Allah berbuat sesuai dengan apa yang dikehendaki.”

(HR. Muslim : 2664)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini. Penyelesaian penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, kerjasama, dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada

1. Dr. Hasih Pratiwi, M.Si. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan selama penelitian hingga penyusunan skripsi,
2. Ririn Setiyowati, S.Si., M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan membimbing dalam penyusunan skripsi, serta
3. semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
PERSEMBAHAN	vi
MOTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Landasan Teori	5
2.2.1 Proses Stokastik	5
2.2.2 Proses Titik	5
2.2.3 Estimasi <i>Likelihood</i> Maksimum	6

2.2.4	Deret Fourier	7
2.2.5	Polinomial tipe Laguerre	8
2.2.6	Fungsi Intensitas	10
2.2.7	Proses Titik <i>Self-Exciting</i>	10
2.3	Kerangka Pemikiran	11
III METODE PENELITIAN		13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN		15
4.1	Penurunan Ulang Fungsi Intensitas Bersyarat Proses Titik <i>Self-Exciting</i>	15
4.2	Penerapan Fungsi Intensitas Bersyarat Proses Titik <i>Self-Exciting</i>	19
4.2.1	Deskripsi Data	20
4.2.2	Fungsi Intensitas Bersyarat Proses Titik <i>Self-Exciting</i> pada Data Gempa Bumi di Jawa dan Sumatra	20
4.3	Estimasi Parameter Fungsi Intensitas Bersyarat Proses Titik <i>Self-Exciting</i> pada Data Gempa Bumi di Jawa dan Sumatra	21
V PENUTUP		27
5.1	Kesimpulan	27
5.2	Saran	28
DAFTAR PUSTAKA		29

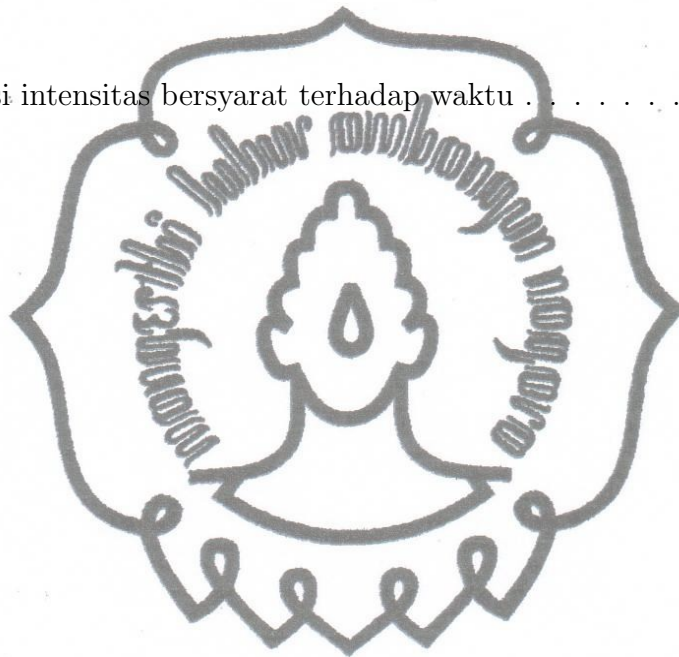
DAFTAR TABEL

4.1	Estimasi parameter fungsi intensitas bersyarat	22
-----	--	----



DAFTAR GAMBAR

4.1 Fungsi intensitas bersyarat terhadap waktu	24
--	----



DAFTAR NOTASI

$\{\mu(x, y)\}$: Proses Poisson
M	: magnitudo
$\{N(t)\}$: proses titik
t	: waktu
N	: banyaknya kejadian dalam interval waktu $(0, t]$
$\lambda(t)$: fungsi intensitas
H_t	: kejadian-kejadian sebelum waktu t
$\lambda(t H_t)$: fungsi intensitas bersyarat
S	: ruang sampel
$\mu(t)$: laju intensitas dasar
s	: waktu kejadian utama
t_i	: waktu kejadian utama ke- i
t_j	: waktu kejadian utama ke- j
$C(t)$: fungsi komponen siklis
C_1, C_2	: koefisien fungsi pada komponen siklis
$P(t)$: fungsi komponen <i>trend</i>
T_1, T_2	: koefisien fungsi pada komponen <i>trend</i>
$g(t - t_i)$: fungsi pemicu
c	: koefisien eksponensial polinomial tipe Laguerre pada fungsi pemicu $g(t)$
a_1, a_2	: koefisien fungsi pemicu $g(t)$
$h(t - t_j)$: fungsi respon
d	: koefisien eksponensial polinomial tipe Laguerre pada fungsi respon $h(t)$
b_1, b_2	: koefisien <i>input</i> fungsi respon $h(t)$