

**PREDIKSI CRASH SAHAM MENGGUNAKAN LOG PERIODIC POWER LAW DENGAN
NONLINEAR OPTIMIZATION (STUDI KASUS: PASAR SAHAM INDONESIA)
(STOCK CRASH PREDICTION USING LOG PERIODIC POWER LAW WITH
NONLINEAR OPTIMIZATION) (CASE STUDY: INDONESIAN STOCK MARKET)**

Ditta Febriany Sutrisna¹, Jondri², Aniq Atiqi Rohmawati³

¹Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika, Universitas Telkom

¹dittafebriany@gmail.com, ²jondri@telkomuniversity.ac.id, ³aniqatiqi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pergerakan indeks harga saham menjadi tolak ukur para investor untuk membuat keputusan yang akan diambil seperti menjual, mempertahankan, atau membeli saham tersebut. Akan tetapi kondisi harga saham yang tidak menentu atau naik turun, mengakibatkan pasar keuangan rentan terhadap *crash* harga saham. Pada tugas akhir ini, digunakan model *Log Periodic Power Law* dengan *Nonlinear Optimization* untuk memprediksi *crash* terhadap harga saham. *Nonlinear Optimization* terdapat dua tahap yaitu metode *Tabu Search* dan algoritma *Levenberg-Marquardt* kuadrat terkecil nonlinier. Metode *Tabu Search* untuk mendapatkan tebakan awal dari parameter model LPPL, dan algoritma *Levenberg-Marquardt* kuadrat terkecil nonlinier untuk mendapatkan nilai parameter dari model LPPL. Hasil prediksi *crash* saham dilihat dari distribusi perkiraan waktu krisis dengan peluang paling besar. Berdasarkan informasi dari data IHSB, krisis terjadi pada bulan Oktober 2008. Hasil prediksi menggunakan model LPPL dengan *Nonlinear Optimization* menunjukkan waktu *crash* harga saham mendekati nilai pada tanggal 23 Januari 2008. Nilai harapan dengan probabilitas waktu paling besar terjadi pada tanggal 31 Januari 2008.

Kata Kunci: *Crash, Log Periodic Power Law, Tabu Search, Levenberg-Marquardt*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Krisis pada pasar keuangan merupakan salah satu dampak terjadinya krisis ekonomi. Penurunan harga secara tiba-tiba dan dramatis terhadap indeks harga saham dalam waktu yang singkat, sehingga besar penurunan harga saham yang negatif berdampak buruk bagi pasar dan mengakibatkan kerugian yang besar disebut sebuah *crash* pada pasar keuangan [1]. Dari sudut pandang lain, *crash* adalah efek informasi negatif yang terdapat dalam perdagangan harga untuk jangka waktu yang singkat dan hampir tidak mungkin untuk memprediksikan besar atau waktu terjadinya krisis [2].

Crash harga saham yang tinggi, membuat harga saham terus menurun dan mengakibatkan kegiatan ekonomi terganggu. *Crash* yang terjadi pada pasar saham mengakibatkan penurunan harga saham selama beberapa bulan atau tahun, namun tidak berlangsung selamanya. Adanya ketidakpastian terjadinya *crash* harga saham, diperlukan pemodelan untuk memprediksi terjadinya *crash* harga saham. Hasil prediksi ini digunakan untuk membantu para investor saham dalam mengambil keputusan.

Log Periodic Power Law (LPPL) merupakan salah satu model yang digunakan untuk memprediksi harga saham sebelum dan selama terjadinya *crash* terhadap pasar keuangan secara keseluruhan [3]. Persamaan dari model tersebut merupakan penggabungan dari *Log Periodic* dan *Power Law*. Untuk menguji model yang telah di dapat, penulis menggunakan data histori harga saham sebelum terjadinya krisis dan sesudah terjadinya krisis. Penelitian selanjutnya mengukur tingkat performansi dari *Log Periodic Power Law* studi kasus pasar saham Indonesia.

Model *Log Periodic Power Law* pernah digunakan dalam penelitian sebelumnya yaitu memprediksi *crash* harga saham yang populer pada Oktober 1987 dan pasar Brazilian, Cajueiro, Tabak dan Werneck (2009) telah berhasil menerapkan model untuk memprediksi perilaku bencana dengan seri harga dari 21 saham [2,3].

Berdasarkan penjelasan singkat diatas, penulis melakukan penelitian untuk memprediksi *crash* harga saham dengan menggunakan model *Log Periodic Power Law* dengan *Nonlinear Optimization*. *Nonlinear Optimization*

terdapat 2 tahap dalam *fitting* model LPPL yaitu menggunakan metode *Tabu Search* dan algoritma *Levenberg-Marquardt* kuadrat terkecil nonlinier [3] dengan studi kasus pasar saham di Indonesia.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dijadikan dalam penelitian tugas akhir ini terdiri dari:

1. Bagaimana melakukan prediksi *crash* harga saham pada pasar modal di Indonesia menggunakan *Log Periodic Power Law* dengan *Nonlinear Optimization*?
2. Bagaimana tingkat performansi dari *Log Periodic Power Law* dengan *Nonlinear Optimization* dalam memprediksi titik kritis saat terjadi *crash* harga saham?

1.3. Batasan Masalah

Batasan-batasan yang digunakan untuk mempermudah permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Data saham yang digunakan adalah saham yang termasuk dalam IHSG.
2. Data yang digunakan adalah harga saham sebelum dan sesudah terjadinya *crash* dari Januari 2006 sampai Desember 2009.

1.4. Tujuan

Untuk menjawab beberapa permasalahan yang ada, maka tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah:

1. Memprediksi *crash* harga saham IHSG menggunakan model *Log Periodic Power Law* dengan *Nonlinear Optimization*.
2. Mengetahui dan menganalisis tingkat performansi model *Log Periodic Power Law* dengan *Nonlinear Optimization* yang diperoleh dari hasil prediksi *crash* harga saham.

1.5. Metodologi Penyelesaian Masalah

Penelitian ini dilakukan beberapa metode dalam penyelesaian masalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Mempelajari referensi yang berhubungan dengan prediksi *crash* saham, model *Log Periodic Power Law*, metode *Tabu Search*, dan algoritma *Levenberg-Marquardt* kuadrat terkecil nonlinier melalui jurnal, buku dan referensi lainnya.
2. Pengumpulan Data
Mengumpulkan data historis harga saham periode harian berdasarkan situs yang menyediakan data harga saham di www.duniainvestasi.com.
3. Analisis dan Perancangan Sistem
Perancangan sistem dengan model *Log Periodic Power Law* disesuaikan dengan data acuan yang ada menggunakan *Nonlinear Optimization*. Kemudian dianalisis terhadap perancangan sistem yaitu mengukur tingkat performansi sistem dalam memprediksi *crash* harga saham.
4. Implementasi Sistem
Dilakukan pembangunan sistem, hasil yang didapat dari perancangan sistem akan dianalisis sehingga diperoleh tingkat performansi prediksi dari *crash* harga saham.
5. Analisis Hasil Implementasi Sistem
Dilakukan perbandingan antara hasil yang didapat dari implementasi sistem dengan data acuan yang sudah ada. Kemudian berikan analisis terhadap hasil pengujian dari implementasi sistem.
6. Penyusunan Laporan
Mendokumentasikan penyelesaian tugas akhir dalam bentuk laporan tertulis dari sistem yang telah dibangun.

2. Dasar Teori

2.1. Gelembung

Menurut Kindleberger, definisi gelembung dapat diterima secara luas [4]: “*gelembung dapat didefinisikan sebagai peningkatan yang tajam terhadap harga aset... dalam suatu proses yang berkesinambungan, dengan awal*

yang menghasilkan harapan kenaikan lebih lanjut dan menarik pembeli baru - umumnya para investor tertarik pada keuntungan perdagangan aset daripada penghasilan. Biasanya peningkatan diikuti oleh pembalikan harapan dan penurunan harga yang tajam sehingga menyebabkan terjadinya krisis keuangan”.

Pada pasar modal, pasti terdapat gelembung (*bubble*) saham, dimana harga saham tidak dapat menggambarkan kinerja perusahaan secara keseluruhan. Gelembung ekonomi terbentuk ketika harga saham melambung jauh diatas nilai fundamentalnya atau melebihi harga sebenarnya. Hassett (2002) mendefinisikan *financial bubble* yaitu sebuah periode dimana harga sebuah aset tiba-tiba meningkat tajam untuk alasan yang tidak rasional dan kemudian *drop* tajam [5].

2.2. Model Log Periodic Power Low

Log Periodic Power Law (LPPL) merupakan model yang dikemukakan oleh Johansen dan Sornette. Model LPPL mengidentifikasi harga saham sebelum dan selama terjadinya *crash* di pasar modal. Model LPPL digunakan untuk mengamati perubahan yang terjadi pada harga saham sebelum terjadinya *crash* [3]. Bentuk persamaan dari LPPL [1,3]

$$y(t) = A + B(t - t_c)^{-\beta} (1 + C(t - t_c)^\omega |\ln(t - t_c) + \phi|) \tag{2.1}$$

Keterangan :

$y(t)$: adalah harga (indeks), atau log dari harga, pada waktu t ; $y(t) > 0$

A : adalah nilai $y(t)$ pada saat kritis; $A > 0$

B : adalah penurunan $y(t)$ selama satuan waktu sebelum kecelakaan; $B < 0$

C : adalah besarnya proporsional fluktuasi sekitar pertumbuhan eksponensial; $|C| < 1, C \neq 0$.

$t_c > 0$: adalah waktu terjadi *crash* / kecelakaan

$t < t_c$: adalah setiap waktu dalam *bubble* sebelum terjadinya *crash*; t_c

β : adalah eksponen dari *power law growth*; $0 \leq \beta \leq 1$

ω : adalah frekuensi dari fluktuasi selama gelembung (*bubble*); $0 \leq \omega \leq \infty$

ϕ : adalah parameter pergeseran; $0 \leq \phi \leq 2\pi$

2.3. Metode Tabu Search

Tabu Search adalah sebuah metode optimasi yang berbasis pada *local search*. *Tabu Search* merupakan metode heuristik yang umumnya digunakan untuk menemukan solusi seakurat mungkin yang mendekati optimal dari sebuah masalah dengan jalan melakukan *move*. *Move* yang dimaksud adalah proses pencarian bergerak dari satu solusi ke solusi berikutnya. *Tabu Search* memperbaiki performansi pencarian lokal dengan memanfaatkan penggunaan struktur memori. Struktur memori fundamental tersebut dinamakan *Tabu List*. *Tabu List* menyimpan solusi-solusi optimal yang telah ditemukan pada iterasi sebelumnya. *Tabu List* juga digunakan untuk menuntun proses pencarian agar menelusuri solusi-solusi yang belum pernah dikunjungi sehingga tidak terjadinya perulangan[6].

Skema umum metode *Tabu Search*, yaitu [7]:

1. Menentukan sebuah solusi awal saat ini.
2. Membuat sebuah daftar *tabu* untuk semua calon solusi.
3. Evaluasi setiap kandidat solusi dan pilih kandidat terbaik (penerimaan kandidat didasarkan pada pembatasan *tabu* & kondisi aspirasi).
4. Jika kondisi berhenti terpenuhi, maka didapatkan solusi akhir.
5. Jika tidak, perbaharui kondisi-kondisi penerimaan pada pembatasan *tabu* & kondisi aspirasi.
6. Kembali ke langkah 2.

2.4. Algoritma *Levenberg-Marquardt* Kuadrat Terkecil Nonlinier

Metode *Levenberg-Marquardt* merupakan salah satu metode optimasi untuk menyelesaikan masalah kuadrat terkecil yang didasarkan pada metode *Gauss-Newton* [8]. Teknik iterasi untuk meminimalkan fungsi jumlah kuadrat dari nonlinear yang terinterpolasi antara metode *Gauss-Newton* dan metode *Gradient Descent* disebut algoritma *Levenberg-Marquardt* [9].

Kuadrat terkecil nonlinier merupakan bentuk dari analisis kuadrat terkecil yang digunakan untuk melakukan *fitting* atas sekumpulan pengamatan dengan suatu model nonlinier multivariable. Dalam masalah kuadrat terkecil nonlinier, ditentukan vektor parameter model yang menghasilkan kecocokan yang paling mungkin antara pengukuran dan prediksi model [8].

Tujuan yang ingin dicapai dalam masalah kuadrat terkecil adalah menentukan peminimal lokal dari [8]

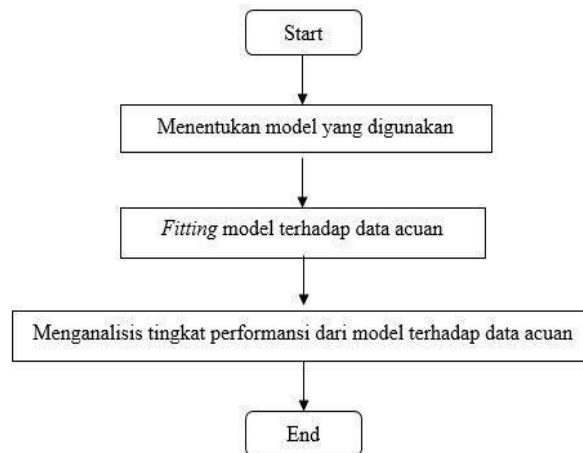
$$F(x) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \tag{2.2}$$

dimana y_i merupakan acuan data berdasarkan IHSG, \hat{y}_i merupakan data harga saham yang didapat dari model LPPL. Sedangkan $F(x)$ merupakan fungsi error kuadrat yang diminimumkan.

3. Perancangan Sistem

3.1. Deskripsi Sistem

Pada tugas akhir ini, dilakukan perancangan sistem untuk memodelkan prediksi *crash* harga saham dengan menerapkan model *Log Periodic Power Law* (LPPL) dengan *Nonlinear Optimization*. *Nonlinear Optimization* memerlukan 2 langkah yaitu menggunakan metode *Tabu Search* dan algoritma *Levenberg-Marquardt* kuadrat terkecil nonlinier. Keluaran yang diharapkan mendapatkan model yang optimal dan sesuai dengan data acuan berdasarkan data harga saham IHSG. Berikut *flowchart* untuk penelitian pemodelan prediksi *crash* harga saham yaitu



Gambar 3.1 *Flowchart* deskripsi sistem

1. Menentukan model yang digunakan
Tahap pertama pada penelitian ini adalah menentukan model yang digunakan. Penentuan model didapat berdasarkan *Log Periodic Power Law* yang merupakan model harga aset selama gelembung endogen.
2. *Fitting* model terhadap data acuan
Tahap selanjutnya adalah *fitting* model terhadap data acuan menggunakan data harga saham IHSG. *Fitting* model yang digunakan adalah *Nonlinear Optimization*. *Nonlinear Optimization* terdapat dua tahap yaitu menggunakan metode *Tabu Search* dan algoritma *Levenberg-Marquardt* kuadrat terkecil nonlinier.
3. Menganalisis tingkat performansi dari model terhadap data acuan
Tahap terakhir adalah menganalisis tingkat performansi dari model LPPL terhadap data acuan yang dapat dilihat berdasarkan *fitting* model dan distribusi t_c .

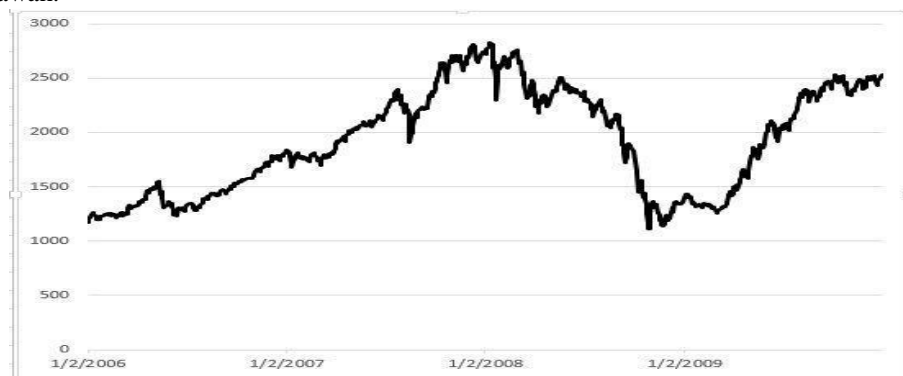
3.2. Data Acuan

Data acuan yang digunakan yaitu data harga saham IHSG. Data tersebut dilihat berdasarkan data historis harga saham periode harian sebelum dan sesudah terjadinya *crash* dari Januari 2006 sampai Desember 2009. Data harga saham yang digunakan yaitu harga penutupan.

4. Pengujian dan Analisis

4.1. Harga Penutupan IHSG

Pada sub bab ini, data IHSG yang digunakan dari 1 Januari 2006 sampai 1 Januari 2009 (observasi 968 hari) seperti gambar dibawah.



Gambar 4.1 Harga penutupan dari IHSG

Pada tugas akhir ini, data histori harga saham yang digunakan yaitu sebelum dan sesudah terjadinya *crash*, dari tahun 2006 sampai 2007 menunjukkan perilaku yang mendekati eksponensial sehingga mencapai data histori maksimum pada tanggal 11 Desember 2007. Diperoleh dari tabel 4.1, data IHSG dari tahun 2007 sampai 2008, selama bulan Januari dengan *return* kumulatif harian mencapai sekitar -2.06%.

Table 4.1 Return Kumulatif Harian dari IHSG

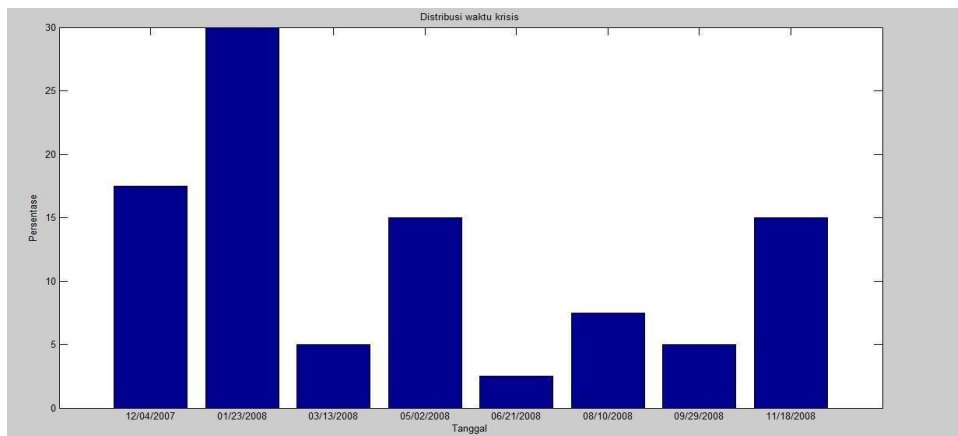
Bulan	Return Kumulatif	Bulan	Return Kumulatif
Jan-07	-3.395769483	Jan-08	-2.060677687
Feb-07	-0.595701413	Feb-08	0.377531188
Mar-07	5.150338979	Mar-08	-9.853079092
Apr-07	8.031110973	Apr-08	-1.724818155
May-07	5.456686248	May-08	3.678487509
Jun-07	2.706722266	Jun-08	-1.955662972
Jul-07	4.221576352	Jul-08	-5.380980599
Aug-07	-0.91764058	Aug-08	-3.59183016
Sep-07	8.181074041	Sep-08	-26.06223329
Oct-07	12.35803429	Oct-08	-17.40547801
Nov-07	1.002930828	Nov-08	-9.54861601
Dec-07	0.267418288	Dec-08	10.91537441

Setelah itu didapatkan pergerakan indeks yang cenderung menurun dari akhir tahun 2007 hingga periode November 2008 dan nilai lokal minimum dicapai pada tanggal 28 Oktober 2008.

4.2. Hasil Distribusi Waktu Krisis

Pada skenario ini, untuk mendapatkan distribusi yang sesuai dengan data yang sebenarnya, diperlukan percobaan dengan nilai *k* yang rendah. Disini penulis menggunakan ukuran jendela puncak (*k*) = 3. Dengan nilai *k*

(misalnya, 3 sampai 5) yang rendah, biasanya lebih cocok walaupun sebagian besar nilai puncak tipis [10]. Hasil distribusi waktu krisis dapat dilihat pada gambar dibawah.



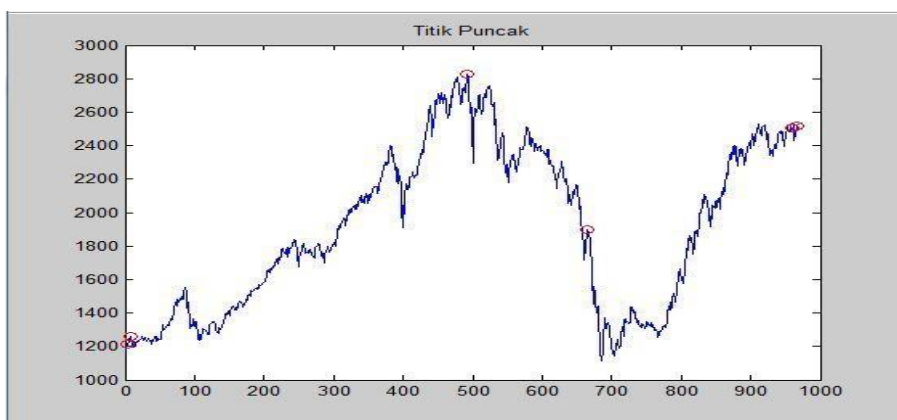
Gambar 4.2 Hasil distribusi waktu krisis

Pada gambar 4.2 menunjukkan waktu krisis terjadi pada tahun 2007 hingga 2008, dari tanggal 9 November 2007 hingga 11 Desember 2008. Hasil prediksi waktu krisis harga saham dengan model LPPL dan *Nonlinear Optimization* dapat dilihat dengan peluang paling besar sekitar 23 Januari 2008. Sehingga nilai harapan yang menunjukkan probabilitas waktu paling besar terjadi pada tanggal 31 Januari 2008. Estimasi parameter model LPPL dengan nilai error yang paling kecil sebesar $2.2435e+08$, sehingga diperoleh $A = 1918.6$, $B = -0.8543$, $C = 0.04$, $t_c = 455.5393$ (9/11/2007), $\beta = 0.005$, $\omega = 4.6021$, dan $\varphi = 6.9358$.

Krisis yang terjadi di Indonesia dimulai pada akhir tahun 2007 hingga awal 2009, sehingga harga saham di pasar keuangan mulai berjatuh. Dapat dikatakan bahwa prediksi menggunakan model LPPL dengan metode *Nonlinear Optimization* mempunyai performansi yang cukup mendekati dengan waktu krisis sebenarnya. Lebih tepatnya krisis di Indonesia terjadi sekitar bulan Oktober 2008. Dengan adanya pemodelan *crash* harga saham diharapkan para investor saham dapat mengambil keputusan lebih berhati-hati saat terjadinya gelembung dan anti gelembung.

4.3. Hasil Titik Puncak

Didapatkan hasil puncak seperti gambar dibawah.



Gambar 4.3 Hasil titik puncak

Puncak diperoleh dengan nilai harga saham yang paling tinggi diantara harga saham disekitarnya. Dalam mendapatkan nilai-nilai puncak menggunakan dua tahap *remove* titik puncak. *Remove* pertama menggunakan batasan

nilai $z = 9$ ($3k$), sedangkan *remove* kedua menggunakan batasan nilai $k = 3$. Z adalah ukuran jendela lokal yang membatasi tetangga kiri dan tetangga kanan dari titik harga saham untuk mendapatkan sebuah nilai puncak. Sehingga didapatkan puncak yang paling tinggi atau optimal pada tanggal 9 Januari 2008. Dapat dikatakan bahwa gelembung saham berlangsung sampai titik puncak yang optimal, hingga suatu saat terjadi anti gelembung. Anti gelembung dapat dilihat dari turunnya harga saham secara tiba-tiba pada tahun 2008 yang disebut sebagai *crash* harga saham.

5. Pengujian dan Analisis

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pada proses pencarian *crash* harga saham, didapatkan hasil pemodelan pada distribusi waktu krisis. Hasil yang diperoleh dari IHSG menunjukkan bahwa penggabungan metode antara metode *Tabu Search* dan algoritma *Levenberg-Marquardt* kuadrat terkecil nonlinier dapat digunakan untuk memperkirakan waktu terjadinya krisis pada pasar saham. Oleh karena itu, diperoleh waktu krisis dengan nilai harapan yang menunjukkan peluang paling besar pada tanggal 31 Januari 2008, merupakan pendekatan yang sesuai dengan data krisis sebenarnya.

5.2. Saran

Setelah proses pemodelan *crash* harga saham, penulis menemukan beberapa saran yang dapat dilakukan, yaitu:

1. Untuk dapat meningkatkan penelitian, maka diperlukan metode standar yang lebih jelas untuk mengetahui gelembung pasar saham yang sedang berlangsung.
2. Pemodelan *crash* harga saham ini dapat dibandingkan jika k yang digunakan dapat berbeda.

Daftar Pustaka

- [1] Johansen Anders, "Testing for financial crashes using the Log Periodic Power Law model," 2013.
- [2] Pele T. Daniel, Mazurencu-Marinescu Miruna "Modelling stock market crashes: the case of Bucharest Stock Exchange," *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 58 (2012) 533 – 542.
- [3] Pele T. Daniel, "AN LPPL ALGORITHM FOR ESTIMATING THE CRITICAL TIME OF A STOCK MARKET BUBBLE," *The 6th International Conference on Applied Statistics*, November 2012, Bucharest.
- [4] Dumskis Valerijonas, Sakalauskas Leonidas "THE MATHEMATICAL DEFINITION OF THE BUBBLES AND CRASHES," *JAUNUJU MOKSLININKU DARBAI*. Nr. 4 (37). 2012.
- [5] Manurung H. Adler, "Bubbles Prices: money market, stock and Properti," *SESPIBI*, 26 Juli 2012.
- [6] Fatmawati, Prihandono Bayu, dkk. "PENYELESAIAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM DENGAN METODE TABU SEARCH," *Volume 04, No. 1 (2015)*, hal 17 – 24.
- [7] Hertz Alain, Taillard Eric, dkk. "A TUTORIAL ON TABU SEARCH," *EPFL, Département de Mathématiques, MA-Ecublens, CH-1015 Lausanne*.
- [8] Budiasih K. Lusia, "METODE LEVENBERG-MARQUARDT UNTUK MASALAH KUADRAT TERKECIL NONLINEAR," *Prosiding FMIPA Universitas Sanata Dharma Yogyakarta*, 2009.
- [9] Gavin H.P, "The Levenberg-Marquardt method for nonlinear least squares curve-fitting problems," *Department of Civil and Environmental Engineering Duke University*, 2015.
- [10] Palshikar K.G, "Simple Algorithms for Peak Detection in Time-Series," *Tata Research Development and Design Centre (TRDDC)*.