



**LAPORAN PENELITIAN MANDIRI**

**MODEL SPIN DINAMIKA HARGA DAN VOLUME PERDAGANGAN SAHAM  
PADA AGEN HETEROGEN**

**Oleh:**

**I Nengah Artawan, S.Si., M.Si.**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS UDAYANA  
2014**

- 1 Judul Penelitian : Model Spin Dinamika Harga Dan Volume  
Perdagangan Saham Pada Agen Heterogen
- 2 Ketua Peneliti
- a. Nama lengkap dengan gelar : I Nengah Artawan, S.Si., M.Si.
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. Pangkat/Golongan/NIP : Penata/III-d/19700712 199702 1 001
- d. Jabatan Fungsional : Lektor
- e. Fakultas/Jurusan : MIPA/Fisika
- f. Universitas : Udayana
- g. Bidang Ilmu yang diteliti : Ekonofisika
- 3 Jumlah Tim Peneliti : 1(satu) orang
- 4 Lokasi Penelitian : Laboratorium Fisika Komputasi Fisika FMIPA Unud
- 5 Kerjasama
- a. Nama Instansi : -
- 6 Jangka Waktu Penelitian : 5(lima) bulan
- 7 Biaya Penelitian : Rp. 7.500.000,-

Denpasar, Desember 2014

Mengetahui,  
Dekan FMIPA Unud



Ir. A.A. Gde Raka Dalem, M.Sc(Hons)  
NIP. 196507081992031004

Ketua Peneliti

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'I Nengah Artawan', written over a horizontal line.

I Nengah Artawan, S.Si., M.Si.  
NIP. 19700712 199702 1 001

# MODEL SPIN DINAMIKA HARGA DAN VOLUME PERDAGANGAN SAHAM PADA AGEN HETEROGEN

I.N. Artawan

## RINGKASAN

Didalam model Ising sistem dianggap sebagai suatu jajaran dari  $N$  kedudukan kisi atom (*lattice site*) berbentuk  $n$ - dimensi kisi ( $n = 1,2,3$ ). Struktur geometri kisi atom misalnya berbentuk kubik, hexagonal, dan lain-lain. Tiap kedudukan kisi adalah variable spin  $s_i$  ( $i = 1, N$ ) yang merupakan sebuah bilangan yang salah satunya adalah  $+1$  atau  $-1$ . Jika  $s_i = +1$ , maka tempat yang ke  $i$  dapat dikatakan mempunyai spin up, dan jika  $s_i = -1$  dikatakan mempunyai spin down.

Agen interaktif menterjemahkan informasi sentimen pasar secara aktif dan saling menukarkan informasi antar agen interaktif terdekatnya. Model berbasis agen ini masih terus dikembangkan untuk mendekati pasar riil. Khususnya pada model spin (Ising) yang merupakan model interaksi antara spin dalam mekanika statistik yang akan dianalogikan untuk menggambarkan dinamika harga dan volume perdagangan saham yang dipengaruhi oleh perilaku agen heterogen.

Agen yang memilih strategi interaktif yang berpartisipasi dalam bursa saham, selanjutnya disebut sebagai agen interaktif. Setiap agen interaktif aktif berinteraksi saling mempengaruhi informasi masing-masing harga dasarnya, sehingga dari kelompok kecil (agen interaktif terdekat) ini muncul harga dasar ekspektasi terkuat yang mempengaruhi agen secara keseluruhan. Dinamika perilaku agen interaktif (spin) diungkapkan sebagai himpunan acak.

Data yang sudah diklasifikasi menjadi tiga yaitu open price, close price dan volume perdagangan akan diolah untuk mendapatkan nilai log-return pada saat  $t$ . Dimana log-return ini merupakan perubahan relatif fluktuasi harga pada saat  $t$  dan pada saat  $t-1$ . Log-return ini banyak digunakan sebagai analisa fluktuasi harga yang terjadi pada pasar finansial. Setelah mendapatkan nilai log-return fluktuasi harga maka dapat diperoleh nilai volatilitas ini merupakan nilai mutlak dari log-return.

# **DYNAMICS SPIN MODEL OF PRICE AND TRADING VOLUME STOCKS ON THE HETEROGENEOUS AGENT**

**I.N. Artawan**

## **SUMMARY**

In the Ising model of the system is considered as a range of  $N$  status of lattice atoms (lattice sites) form an  $n$ -dimensional lattice ( $n = 1,2,3$ ). Structure-shaped geometry of the lattice atoms such as cubic, hexagonal, and others. Each position of the spin lattice is variable ( $i = 1, N$ ) which is a number, one of which is  $+1$  or  $-1$ . If  $s_i = +1$ , then the place that  $i$  can be said to have spin up, and if  $s_i = -1$ , is said to have spin down.

Interactive agent translates information actively market sentiment and mutual exchange of information among interactive agencies closest. Agent-based model is still being developed to approximate the real market. Especially in the spin models (Ising) which is a model of interaction between the spins in statistical mechanics that would be analogous to describe the dynamics of stock prices and trading volume are influenced by the behavior of heterogeneous agents.

Agents who choose to participate in interactive strategy stock market, hereinafter referred to as interactive agents. Each interactive agency actively interact with each other information affecting the price of each effect, so that from a small group (interactive agents nearby) appears strongest base price expectations that affect overall agency. The dynamics of interactive agent behavior (spin) as the set of random diungkapkan.

Data that have been classified into three, namely open price, close price and trade volume will be processed to obtain the log-return at time  $t$ . Where the log-return is a relative change of price fluctuations on the time  $t$  and at  $t-1$ . Log-return is widely used in analyzing price fluctuations that occur in financial markets. After getting the log-return price fluctuations can be obtained then the value of this volatility is the absolute value of the log-return.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Penelitian ini dengan judul: “Model Spin Dinamika Harga Dan Volume Perdagangan Saham Pada Agen Heterogen” sesuai dengan jadwal.

Penelitian ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada: Ni Luh Putu Trisnawati, M.Si., Ir. Ida Bagus Sujana Manuaba, M.Sc dan sahabat-sahabat di Lab. Fisika Komputasi Jurusan Fisika FMIPA Unud yang telah banyak meluangkan waktunya untuk berdiskusi, saling memberikan masukan, dan saran demi terselesaikannya penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna, karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki. Maka dari itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan.

Denpasar, Desember 2012

Penyusun

Daftar Isi  
**RINGKASAN**  
**SUMARRY**

**KATA PENGANTAR**

<b>I PENDAHULUAN</b>	1
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	2
2.1 Model Ising	2
2.2 Konsep Pasar Keuangan	3
2.3 Sifat Umum Data Deret Waktu Keuangan	5
2.3.1 Pengelompokan Volatilitas	6
2.3.2. Distribusi Levy dan Skala	7
2.3.3. Multifraktalitas Indeks	8
2.4 Model	9
2.4.1 Strategi Fundamental	9
2.4.2 Strategi Interaktif	10
2.4.3 Harga pasar dan Volume perdagangan Saham	11
<b>III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b>	
3.1. Tujuan Penelitian	12
3.2. Manfaat Penelitian	12
<b>IV METODE PENELITIAN</b>	
4.1 Sistematika Penelitian	13
4.1.1 Perancangan Perangkat Lunak	13
4.1.2 Program Pengolahan Data Bursa Efek Jakarta	13
4.1.3 Algoritma Menghitung Parameter Dinamika Saham	14
4.1.4 Program Model Sistem Pasar Finansial dengan Model Spin	14
<b>V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	15
<b>VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1 Kesimpulan	18
6.2 Saran	18
<b>VII DAFTAR PUSTAKA</b>	19

## I. PENDAHULUAN

Kelahiran ekonofisika dipicu oleh fenomena data ekonomi keuangan dan mendorong para fisikawan melakukan penelusuran melalui penerapan hukum dan metode fisika pada sejumlah fenomena ini dalam bentuk pendekatan model. Ada beberapa bentuk pendekatan model yang dibangun melalui korespondensi antara fenomena fisika dan ekonomi keuangan meliputi fisika kompleks misalnya : *self-organized criticality*, *detrended fluctuation analysis*, dinamika non linear misalnya *active agent approach*, *scaling theory*, *correlation dimensions* dan fisika statistik misalnya *conditional entropies*, *Ising model*.

Perkembangan terakhir menunjukkan korespondensi fenomena fisika pada dinamika nilai saham di bursa saham. Secara empirik, statistik keuangan hanya bisa menunjukkan struktur makro keuangan, misalnya *log return* dan *volatilitas* serta tidak dapat menjelaskan struktur mikro keuangan berupa pengaruh interaksi individu dan sekelompok pelaku pasar saham yang diistilahkan dengan agen terhadap dinamika harga dan volume perdagangan saham. Agen yang ikut dalam bursa saham mempunyai strategi terkait dengan pengaruh (sentimen) pasar, ada yang memilih hanya strategi perkiraan harga tanpa pengaruh pasar dan strategi perkiraan harga dengan pengaruh pasar. Selanjutnya agen-agen ini disebutkan masing-masing sebagai agen fundamentalist dan agen interaktif. Seorang agen yang memilih dua strategi diatas sekaligus disebut agen heterogen.

Agen interaktif menterjemahkan informasi sentimen pasar secara aktif dan saling menukarkan informasi antar agen interaktif terdekatnya. Model berbasis agen ini masih terus dikembangkan untuk mendekati pasar riil. Khususnya pada model spin (Ising) yang merupakan model interaksi antara spin dalam mekanika statistik yang akan dianalogikan untuk menggambarkan dinamika harga dan volume perdagangan saham yang dipengaruhi oleh perilaku agen heterogen.

Selanjutnya interaksi antar spin berubah orientasinya melalui mekanisme magnetisasi. Magnetisasi ini terjadi dalam bahan ferromagnetik pada kondisi dibawah suhu kritis. Dalam simulasi model akan ditunjukkan analogi agen heterogen yang hanya berperilaku sebagai agen fundamental ketika magnetisasi global bernilai nol, dan berperilaku heterogen ketika magnetisasi global bernilai tidak nol.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Model Ising

Feromagnetik merupakan fenomena pengaturan spin atom ke arah yang seragam akibat pengaruh medan magnet luar (B) pada suhu dibawah suhu currie. Mekanisme keteraturan arah spin ini bertahan walaupun pengaruh medan magnet luar ditiadakan. Fenomena ini terjadi pada bahan logam misalnya besi (Fe), Kobal (Co), dan Nikel (Ni). Spin Individu elektron berkombinasi dengan momentum sudut orbital membentuk momen dipol magnetik dan menghasilkan medan magnet makroskopik.

Didalam model Ising sistem dianggap sebagai suatu jajaran dari N kedudukan kisi atom (*lattice site*) berbentuk n- dimensi kisi ( $n = 1,2,3$ ). Struktur geometri kisi atom misalnya berbentuk kubik, hexagonal, dan lain-lain. Tiap kedudukan kisi adalah variable spin  $s_i$  ( $i = 1, N$ ) yang merupakan sebuah bilangan yang salah satunya adalah +1 atau -1. Jika  $s_i = +1$ , maka tempat yang ke  $i$  dapat dikatakan mempunyai spin up, dan jika  $s_i = -1$  dikatakan mempunyai spin down. (Kerson, H., Second Edition, *Statistical Mechanics*, Second Edition, Wiley, John & Canada, Son, 1987) Energi sistem di dalam susunan  $\{s_i\}$  dituliskan sebagai berikut :

$$E_1 \{s_i\} = - \sum_{(ij)} \varepsilon_{ij} s_i s_j - H \sum_{i=1}^N s_i \quad 2.1$$

atau

$$E_1 \{s_i\} = - \sum_{(ij)} J_{ij} s_i s_j - \mu_0 B \sum_{i=1}^N s_i \quad 2.2$$

dimana :

$(ij)$  = pasangan tetangga terdekat spin

$J$  = Ukuran kekuatan interaksi antara spin

$\varepsilon_{ij}$  = Energi interaksi medan magnet luar (B)

$B$  = Medan magnet luar

Indeks  $(ij)$  sama dengan indeks  $(ji)$ . Jumlah indeks  $(ij)$  mengandung  $\gamma N/2$  bagian, dimana  $\gamma$  adalah jumlah tetangga terdekat dari tipe kisi, misalnya :



$$\gamma = \begin{cases} 4 \text{ (dua-dimensi kisi square)} \\ 6 \text{ (tiga-dimensi kisi simple kubik)} \\ 8 \text{ (tiga-dimensi kisi body center kubik)} \end{cases}$$

Untuk kasus interaksi isotropik, maka semua  $\varepsilon_{ij}$  sama dengan nilai  $\varepsilon$  sehingga persamaan (2.1) menjadi

$$E_1\{S_1\} = -\varepsilon \sum_{(ij)} s_i s_j - H \sum_{i=1}^N s_i \quad 2.3$$

Atau

$$E_1\{S_1\} = -J \sum_{(ij)} s_i s_j - H \sum_{i=1}^N s_i \quad 2.4$$

Apabila  $\varepsilon > 0$  untuk *ferromagnetism* dan maka  $\varepsilon < 0$  disebut keadaan *antiferromagnetism*. Untuk kasus  $\varepsilon > 0$  maka fungsi partisinya dituliskan,

$$Q_1(B, T) = \sum_{s_{i1}} \sum_{s_j} \dots \sum_{s_N} e^{-\beta E_1\{s_1\}} \quad 2.5$$

Fungsi partisi dalam termodinamika dikenal sebagai energi bebas Helmholtz yang merupakan energi dalam sistem. Adapun beberapa parameter energi bebas Helmholtz, dalam model Ising sebagai berikut :

$$A_1(H, T) = -kT \log Q_1(H, T) \quad 2.6$$

$$U_1(H, T) = -kT^2 \frac{\partial}{\partial T} \left( \frac{A_1}{kT} \right) \quad \text{(Energi dalam)} \quad 2.7$$

$$C_1(H, T) = \frac{\partial U_1}{\partial T} \quad \text{(Kapasitas Panas)} \quad 2.8$$

$$M_1(H, T) = -\frac{\partial}{\partial H} \left( \frac{A_1}{kT} \right) \equiv M_1(H, T) = \left\langle \sum_{i=1}^N s_i \right\rangle \quad \text{(Magnetisasi)} \quad 2.9$$

Tinjau kuantitas spin yang dituliskan sebagai :

$N_+$  = Jumlah bilangan dari spin up

$N_-$  = Jumlah bilangan dari spin down

$$N_- = N - N_+ \quad (2.9a)$$

Kombinasi pasangan tetangga terdekat diperoleh dalam bentuk tiga tipe yaitu :  $(++)$ ,  $(--)$  atau  $(+-)$ , dimana diantara  $(+-)$  sama dengan  $(-+)$ .

## 2.2 Konsep Pasar Keuangan

Analisis sistem ekonomi keuangan di Indonesia saat ini cenderung sangat menyederhanakan permasalahan kuantitatif ekonomi keuangan dengan analisis kualitatif yang sering kali terdengar sangat spekulatif. Bisa kita bayangkan bagaimana pengambilan keputusan yang didasarkan pada analisis kualitatif tersebut, yang dengan pendekatan kuantitatif konvensional sering menemukan bentuk-bentuk anomali dari sistem ekonomi keuangan kita. Bagaimanapun data ekonomi keuangan di Indonesia sangat khas dan spesifik sehingga analisisnya perlu dibangun dengan tidak mengabaikan perkembangan kontemporer analisis ekonomi keuangan yang berkembang di dalam dunia ilmiah; dalam hal ini ekonofisika dengan piranti yang disebut dengan mekanika statistik.

Lebih jauh dalam analisis data ekonomi keuangan, beberapa hal yang pada awalnya dikembangkan untuk mendekati sistem fisis telah banyak pula berubah. Sifat-sifat data ekonomi keuangan ini tentunya akan sangat bermanfaat pada pendekatan mikrosimulasi terhadap proses ekonomi keuangan yang keluarannya seringkali membingungkan para analis.

Sebagaimana disinggung dalam Situngkir (2003), sistem sosial dapat kita bedakan dalam beberapa level deskripsi sebagai obyek yang hendak kita teliti. Pada level makro, kita bisa mengatakan misalnya bahwa sebuah perilaku kolektif  $S_1x$  menyebabkan perilaku sosiologis  $S_2x$ , dengan  $x$  adalah bentuk komunitas atau masyarakat yang terlokalisasi sedemikian rupa untuk memudahkan analisis. Baik  $S_1x$  dan  $S_2x$  harus diingat bahwa ini terjadi akibat interaksi yang “acak” oleh individu-individu yang menyusunnya (misalkan  $l_1x, l_2x, \dots, l_nx$ ). Hasil dari perilaku kolektif kita analisis secara kuantitatif dengan menggunakan teknik agregasi dalam sistem ekonomi keuangan inilah yang disebut sebagai fluktuasi harga, perbedaan nilai kurs valuta asing, volume penjualan, dan sebagainya. (S. Yohanes, S. Hokky, H. Yun, Rendra Suroso, Aplikasi Fisika Statistika Dalam Analisis Keuangan Mekanika Statistika Interaksi Agen, PT Bina Sumber Daya MIPA, Jakarta 2004)

Analisis berdasarkan fisika statistik menjadikan data-data ini sebagai obyek yang didekati tanpa peduli dengan berbagai efek mikro yang mengakitkannya. Akibatnya adalah seringkali perubahan fluktuatif yang terjadi pada data deret waktu keuangan dihubungkan langsung dengan isu, rumor, gosip, atau peristiwa yang terjadi. Padahal sebagaimana digambarkan dalam gambar 2.7, antara peristiwa dengan data deret waktu keuangan terdapat rantai yang cukup jauh yang menjadikan usaha mentautkan satu peristiwa dengan fluktuasi yang terjadi menjadi sama sekali naif dan keliru. (S. Yohanes, S. Hokky, H., Yun, Rendra S., Aplikasi Fisika Statistika Dalam Analisis Keuangan Mekanika Statistika Interaksi Agen, PT Bina Sumber Daya MIPA, Jakarta 2004)

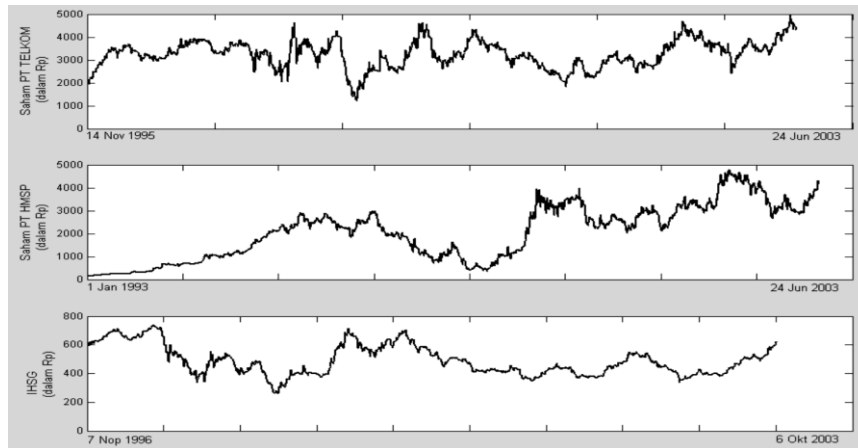
Penelitian ini mencoba untuk memberikan gambaran sifat-sifat ekonofisika dari data statistika ekonomi keuangan Indonesia yang diperoleh dari Bursa Efek Jakarta. Akan dibahas beberapa sifat umum data keuangan berdasarkan berbagai penyelidikan mekanika statistika terdahulu yang akan diterapkan di Indonesia serta pemaknaan dari analisa fisika statistik yang dimaksud secara kualitatif. Diharapkan makalah ini dapat memberikan gambaran tentang sifat statistika data keuangan umum di Indonesia (terutama beberapa indeks individual dari emiten-emiten yang dipasarkan pada Bursa Efek Jakarta). Dalam analisisnya kita mengaplikasikan sifat-sifat fisika statistik dengan mengarahkan pada kerja berikutnya yaitu analisis mikrosimulasi dan upaya membentuk Bursa Efek Jakarta Buatan (*Artificial Jakarta Stock Exchange*). Dengan memahami sifat-sifat umum dari data-data ekonomi keuangan yang bersifat agregatif, maka kita akan dimungkinkan bekerja dalam level deskripsi mikro data ekonomi keuangan itu. Dengan kata lain, dalam analisis mikro (berbasis agen) yang akan kita lakukan sifat-sifat umum ekonofisika dalam ekonomi keuangan akan menjadi rambu sejauh mana kita dapat mempercayai hasil mikro analisis tersebut.

### **2.3 Sifat Umum Data Deret Waktu Keuangan**

Secara mendasar kita akan melihat karakter dasar dari fisika statistik dalam data deret waktu keuangan di Indonesia yang pada dasarnya telah dianalisis oleh banyak sekali literatur fisika keuangan atas berbagai fluktuasi sistem ekonomi keuangan di Amerika Serikat dan Eropa. Tiga sifat data deret waktu keuangan, yaitu:

- Sifat Pengelompokan Volatilitas
- Sifat Kurtosis Berlebih (excess kurtosis) dan distribusi ekor gemuk.
- Sifat Multifraktalitas

Sifat-sifat tersebut telah dikenal sebagai sifat dasar yang berlaku umum dalam data deret waktu keuangan (*stylized fact*). Gambar 2.8 menunjukkan fluktuasi dari contoh masing-masing indeks.



**Gambar 1.1 Harga Saham PT TELKOM, PT HMSP dan IHSG**

Dalam analisis data ekonomi keuangan, yang menjadi pusat perhatian adalah fluktuasi harga yang terjadi. Pada dasarnya fluktuasi harga merupakan variabel yang menunjukkan naik turunnya harga sebagai bentuk kausal dari mekanisme pasar yang terjadi.

### 2.3.1 Pengelompokan Volatilitas

Volatilitas merupakan sebuah terminologi kepekaan (*sensitifitas*) sebuah data deret waktu keuangan. Biasanya besaran ini dinyatakan sebagai standar deviasi dari laju perubahan penyusun data deret waktu keuangan, dalam analisis ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedastic*) ataupun bentuk umumnya (*Generalized ARCH*) dalam variasi tertentu. Sehingga dapat dikatakan bahwa volatilitas merupakan ukuran dari ketidakpastian dari data deret waktu keuangan atau risiko yang mungkin dihadapi investor dalam perdagangan di bursa.

Secara sederhana, beberapa literatur menyatakan volatilitas sebagai amplituda dari inkreman data deret waktu, yang menyatakan bahwa volatilitas sebagai harga mutlak dari nilai return ( $v_t = \sqrt{r_t^2}$ ). Dengan melihat gerak fluktuasi harga sebagai gerak Brown, lebih jauh volatilitas dapat dilihat sebagai koefisien proses stokastik gerak Brown.

jika data yang ditunjukkan dalam deret waktu  $y_i$  dengan  $i=1,2,3,\dots$ , maka koefisien otokorelasi ditulis sebagai:

$$r_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (y_{i+k} - \bar{y}_{i+k})(y_i - \bar{y}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 \times \sum_{i=1}^n (y_{i+k} - \bar{y}_{i+k})^2}} \quad 2.23$$

di mana  $r_k$  merupakan otokorelasi  $y_i$  dan  $y_{i+k}$ . Otokorelasi untuk beberapa sampel data membentuk distribusi nilai di sekitar  $k$  yang bisa disebut distribusi sampling otokorelasi.

### 2.3.2. Distribusi Levy dan Skala

Levy dan khintchine menyelesaikan masalah umum dari semua jenis distribusi fungsi stabil. Mereka menemukan bahwa bentuk yang paling sederhana dari fungsi karakteristik suatu proses stabil adalah.

$$\ln \varphi(q) = \begin{cases} i\mu q - \gamma |q|^\alpha \left[ 1 - i\beta \frac{q}{|q|} \tan\left(\frac{\pi}{2}\alpha\right) \right], \alpha \neq 1 \\ i\mu q - a|q| \left[ 1 + i\beta \frac{q}{|q|} \frac{2}{\pi} \ln|q| \right], [\alpha=1] \end{cases} \quad 2.24$$

dimana  $0 < \alpha < 2$ ,  $\gamma$  adalah faktor skala positif,  $\mu$  adalah angka rill, dan  $\beta$  adalah parameter asimetri yang berkisar antara -1 sampai 1.

Bentuk analitis distribusi Levy hanya dikenal untuk beberapa nilai  $\alpha$  dan  $\beta$ :

- $\alpha = 1/2, \beta = 1$  (Levy-Smirnov)
- $\alpha = 1, \beta = 0$  (Lorentzian)
- $\alpha = 2$  (Gaussian)

Sifat lain yang sangat unik dalam deret data keuangan adalah sifatnya yang mengikuti distribusi non-Gauss. Mantegna dan Stanley (200:63-75) menunjukkan bahwa sifat-sifat distribusi data ekonomi keuangan secara umum memiliki sifat:

- Hampir simetris
- Leptokurtis kuat
- Ditandai dengan profil distribusi non-Gaussian untuk perubahan indeks yang kecil.

Skewness dalam hal ini didefinisikan sebagai:

$$y = \frac{\mu_3}{\sigma^3} \quad 2.25$$

Dengan  $\mu_3 = \langle X - \sigma \rangle^3$  yang merupakan momen tengah ketiga dan  $\sigma$  sebagai standar deviasi<sup>1</sup>. Di sisi lain kurtosis merupakan ukuran kecendrungan data berada di luar distribusi. Kurtosis dari distribusi normal adalah 3, artinya jika kurtosis lebih besar dari 3, maka sampel data cenderung untuk di luar distribusi normal sedangkan jika kurtosis lebih kecil dari 3, maka sampel data cenderung berada di dalam lingkungan distribusi normal. Kurtosis dalam masalah ini didefinisikan sebagai

$$k = \frac{\mu_4}{\sigma^4} \tag{2.26}$$

dengan  $\mu_4 = \langle X - \sigma \rangle^4$  merupakan momen tengah keempat. Distribusi data deret waktu keuangan, menunjukkan adanya penumpukan massa probabilitas di ‘ekor’ dan ‘kepala’ distribusi yang berada di luar cakupan distribusi normal. Hal inilah yang disebut dengan ungkapan ‘leptokurtosis’ atau sebuah ekor gemuk (fat tails) dari distribusi nilai return data deret waktu keuangan. Distribusi yang leptokurtis ditandai dengan nilai maksimum yang sempit namun sangat besar nilainya, dan ekor distribusi yang lebih gemuk daripada ekor distribusi Gaussian.

### 2.3.3. Multifraktalitas Indeks

Karakter terakhir yang juga digunakan sebagai landasan analisis dari data ekonomi keuangan yaitu sifat multifraktal di dalam data deret waktu yang tersedia. Karakter ini pada dasarnya adalah bentuk lanjut dari konsekuensi dari karakter sebelumnya, yaitu perilaku ‘scaling’. secara sederhana kita bisa memahami sifat scaling sebagai akibat dari distribusi power-law yang menjadi distribusi data deret waktu keuangan. Sifat scaling mensyaratkan fungsi return dari fluktuasi harga sebagai:

$$Z_\tau(t) = \ln \left( \frac{p(t+\tau)}{p(t)} \right) \tag{2.27}$$

dengan  $\tau$  sebagai skalawaktu tertentu, dapat diskala-kan lagi untuk faktor tertinggi  $\eta(\tau)$  yang memenuhi:

$$P(z_\tau) = \frac{1}{\eta(\tau)} \Phi \left( \frac{z_\tau}{\eta(\tau)} \right) \tag{2.28}$$

---

<sup>1</sup> Simbol  $\langle \rangle$  mempresentasikan nilai rata-rata.

dengan  $\Phi(x)$  merupakan fungsi penskalaan yang independen terhadap waktu. Fungsi self-similarity  $\eta(\tau)=\tau^H$  dengan  $H = 0,5$  untuk proses Gaussian dan

$$H = \frac{1}{\alpha}$$

untuk proses levy sebagaimana telah diterangkan di atas, sesuai dengan Teorema Limit pusat bahwa semakin besar nilai  $\tau$  yang kita gunakan, maka lama-kelamaan sifat scaling tersebut runtuh dan distribusi data digantikan oleh rezim Gaussian.

Sifat-sifat tersebut telah dikenal sebagai sifat dasar yang berlaku umum dalam data deret waktu keuangan (*stylized facts*).

## 2.4 Model

Dalam analisis data ekonomi keuangan yang menjadi fokus perhatian adalah tinjauan fluktuasi harga. Fluktuasi harga merupakan variabel yang menunjukkan naik-turunnya harga sebagai bentuk kausal mekanisme pasar. Secara umum fluktuasi harga diungkapkan sebagai

$$\Delta p_t = p_t - p_{t-1} \tag{2.29}$$

dimana  $\Delta p_t$  menunjukkan selisih harga saat ini,  $P_t$  merupakan harga saat ini,  $P_{t-1}$  adalah harga sebelumnya dan  $t$  sebagai dimensi waktu (detik, hari, bulan dan tahun). Selanjutnya pendekatan fluktuasi harga ditinjau dari perubahan relatif (return) yang didefinisikan sebagai return penyusun kontinu (*continously compound return*) dalam fungsi logaritma (log-return),

$$z_t = \ln p_t - \ln p_{t-1} \tag{2.30}$$

Persamaan (2.30) digunakan dalam berbagai analisis lanjut dari data keuangan.

Dalam model ini akan ditinjau strategi agen yang berpartisipasi dalam bursa saham, yaitu agen yang memilih strategi fundamental dan startegi interaktif yang selanjutnya disebut dengan agen heterogen. Kedua bentuk strategi diatas diuraikan dibawah ini.

### 2.4.1 Strategi Fundamental

Agen yang memilih strategi fundamental selanjutnya disebut sebagai agen fundamental. Agen fundamental diasumsikan mempunyai pengetahuan tentang harga dasar (fundamental)  $p^*(t)$ . Determinasi harga pada agen fundamental yaitu; ketika harga pasar  $p(t)$  dibawah harga dasar  $p^*(t)$ , agen fundamental cenderung membeli dan ketika harga pasar  $p(t)$

berada diatas harga dasar  $p^*(t)$  agen fundamental cenderung menjual. Perilaku mrnjual dan membeli dari agen fundamental diungkapkan sebagai :

$$x^F(t) = am[\ln p^*(t) - \ln p(t)] \quad 2.31$$

Dimana  $m$  adalah jumlah agen fundamental dan  $a$  parameter kekuatan reaksi ketidaksimetrisan antara harga dasar  $p^*(t)$  dan harga pasar  $p(t)$ .

## 2.4.2 Strategi Interaktif

Agen yang memilih strategi interaktif yang berpartisipasi dalam bursa saham, selanjutnya disebut sebagai agen interaktif. Setiap agen interaktif aktif berinteraksi saling mempengaruhi informasi masing-masing harga dasarnya, sehingga dari kelompok kecil (agen interaktif terdekat) ini muncul harga dasar ekspektasi terkuat yang mempengaruhi agen secara keseluruhan. Dinamika perilaku agen interaktif (spin) diungkapkan sebagai himpunan acak,  $S_i \{+1 (beli), -1(jual)\}$  Denagn terminologi

$$s_i(t+1) = +1(Beli); \text{ jika } p_+ = \frac{1}{1 + \exp(-2\beta h_i(t))}$$

$$s_i(t+1) = -1 (Jual); \text{ untuk } p_- = 1 - p_+ \quad 2.32$$

Diasumsikan bahwa keputusan harga dasar pada agen ini dipengaruhi oleh dua faktor yaitu informasi lokal (magnetisasi lokal)  $h_i(t)$  dan informasi global (magnetisasi global)  $M(t)$  dalam situasi dan kondisi tertentu (dinamika suhu ruang  $\beta$ ). Dalam waktu tertentu dinamika agen interaktif ini dalam jumlah tetap  $n$  menimbulkan dinamika kelompok yaitu kelompok minoritas dan mayoritas (jual atau beli) yang diungkapkan dari nilai mutlak magnetisasi  $|M(t)|$  dengan magnetisasi global sebagai berikut :

$$M(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N s_i \quad 2.33$$

Dimana  $N$  menunjukkan jumlah total agen Heterogen. Interaksi strategi interaktif dengan tetangga agen interaktif terdekat (magnetisasi lokal,  $h_i(t)$  ) diungkapkan :

$$h_i(t) = \sum_{i=1}^N J_{ij} - \alpha s_i(t) |M(t)| \quad 2.34$$



dimana  $\alpha$  merupakan konstanta kopling global  $\alpha > 0$ .  $J_{ij} = j$  dan jika  $J_{ij} = 0$  transaksi saham pada agen interaktif diungkapkan sebagai

$$x^I = bnM(t) \tag{2.35}$$

dimana  $b$  merupakan parameter kekuatan reaksi ketidak konsistenan antara ekspektasi harga dasar dengan harga pasar.

### 2.4.3 Harga pasar dan Volume perdagangan Saham

Transaksi terjadi ketika permintaan sama dengan penawaran. Kesetimbangan permintaan dan penawaran diungkapkan sebagai

$$x^F(t) + x^I(t) = am[\ln p^*(t) - \ln p(t)] + bnM(t) = 0. \tag{2.36}$$

Sehingga harga pasar dan volume perdagangan diungkapkan sebagai :

$$\ln p(t) = \ln p^*(t) + \lambda M(t), \lambda = \frac{bn}{am}, \text{ dan} \tag{2.37}$$

$$V(t) = bn \frac{1 + |M(t)|}{2} \tag{2.38}$$

Dari persamaan harga (2.34) dapat dilakukan pembedaan atau pengkategorian situasi harga pasar sebagai berikut :

$$p(t) \begin{cases} M(t) = 0, p^*(t) = p(t) \\ M(t) > 0, p^*(t) < p(t) \\ M(t) < 0, p^*(t) > p(t) \end{cases} \tag{2.39}$$

Fluktuasi harga pasar secara relatif diungkapkan dalam log-return sebagai :

$$\ln p(t) - \ln p(t-1) = (\ln p^*(t) - \ln p^*(t-1)) + \lambda (M(t) - M(t-1)) \tag{2.40}$$

Secara ideal harga pasar  $p(t)$  akan selalu sama dengan harga dasar  $p^*(t)$  kadaan ini mengakibatkan terjadinya keadaan yang disebut pasar efisien.

### III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

#### 3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Memahami korespondensi perilaku agen heterogen yang mempengaruhi dinamika harga dan volume perdagangan saham dengan perilaku magnetisasi spin dalam model.
2. Memahami penerapan hukum-hukum fisika dalam mekanika statistik (model spin) yang beranalogikan dengan paradigma pada disiplin ilmu ekonomi (struktur mikro ekonomi keuangan, bursa saham).

#### 3.2. Manfaat Penelitian

Mendesain model struktur mikro pasar finansial dalam bentuk model spin.

1. Merepresentasikan agen heterogen terutama agen interaktif sebagai individu spin beranalogi pada perilaku magnetisasi.
2. Menunjukkan analogi fluktuasi harga saham secara statistik keuangan dengan fluktuasi magnetisasi spin.
3. Menunjukkan analogi parameter statistika keuangan berupa *log-return*, *volatilitas*, *volume perdagangan* saham secara empirik dan model spin.

## IV. METODE PENELITIAN

Pada Bab ini akan diuraikan tentang seluruh eksperimen yang dilakukan dan metode analisa yang dipergunakan. Penelitian dan pengambilan data dilakukan di :

- Sentra Investasi Danareksa PT Brata Investama, Gedung Tapa, Jl. Raya Kuta No.27 Kuta-Bali. 80361
- Pusat Referensi Pasar Modal Gedung Bursa Efek Jakarta I, Lt.1 Kompleks Departemen Keuangan RI Jl. Jend. Sudirman Kav. 52-53 Jakarta.12190

Dengan periode 02 Januari 2003 sampai 19 Juli 2006. Data yang digunakan sebagai pembanding untuk data model adalah indeks saham Indosat Tbk, dari tahun 2003 sampai Juli 2006.

Simulasi model berupa grafik Magnetisasi global, Log-return, volatilitas dan volume perdagangan yang beranalogikan dan berkorespondensi dengan grafik empirik statistik keuangan masing-masing berupa parameter fluktuasi harga, log-return dan volatilitasnya.

### 4.1 Sistematika Penelitian

Data ISAT yang akan diolah ini sebelumnya ditulis dalam format excel, yang kemudian akan dibaca dalam program utama, jenis data yang dibaca pada program adalah harga pembukaan (*open price*), harga penutupan (*close price*), dan volume perdagangan. Ketiga jenis data ini diambil dengan frekuensi waktu harian atau setiap satu hari.

#### 4.1.1 Perancangan Perangkat Lunak

Model pasar finansial dalam Bab III diimplementasikan dalam bentuk komputasi berupa perhitungan parameter dinamika saham dan statistik keuangan. Hasil dari keluaran model dan hasil dari data empirik digambarkan dan dianalisis secara komparatif melalui ekivalensi grafik.

#### 4.1.2 Program Pengolahan Data Bursa Efek Jakarta

Sebagai data acuan untuk menganalisa model sistem pasar finansial yang dirancang, maka perlu data-data acuan sebagai pembanding data yang dihasilkan dari model. Data-data ini diperoleh dari Bursa Efek Jakarta, dan data-data yang diolah dikhususkan untuk data Indosat Tbk (ISAT). Pengolahan data yang dilakukan untuk indeks saham ISAT akan menghasilkan parameter-parameter yang berguna untuk analisa sifat data indeks sahamnya dan sebagai pembanding serta acuan yang diperoleh dalam perancangan model sistem pasar finansial.

### **4.1.3 Algoritma Menghitung Parameter Dinamika Saham**

Data ISAT yang akan diolah ini sebelumnya ditulis dalam bentuk format excel, yang kemudian akan dibaca dalam program utama. Jenis data yang dibaca pada program adalah *open price* (harga pembukaan), *close price* (harga penutupan) dan volume perdagangan.

Data yang sudah diklasifikasi menjadi tiga yaitu open price, close price dan volume perdagangan akan diolah untuk mendapatkan nilai log-return pada saat  $t$ . Dimana log-return ini merupakan perubahan relatif fluktuasi harga pada saat  $t$  dan pada saat  $t-1$ . Log-return ini banyak digunakan sebagai analisa fluktuasi harga yang terjadi pada pasar finansial. Setelah mendapatkan nilai log-return fluktuasi harga maka dapat diperoleh nilai volatilitas ini merupakan nilai mutlak dari log-return.

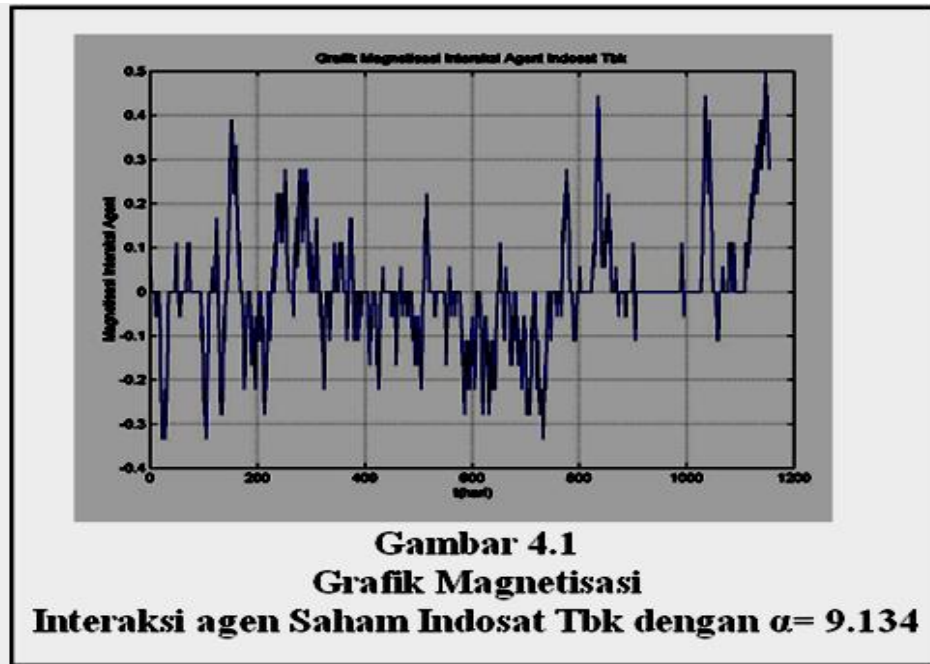
Untuk karakteristik kurva harga maka kita perlu mengetahui parameter harga rata-rata, gradien kurva, standar deviasi, skewness dan kurtosis. Sedangkan koefisien otokolerasi adalah parameter yang berfungsi sebagai parameter ukur apakah data harga yang diperoleh mempunyai korelasi dengan data-data yang sebelumnya.

### **4.1.4 Program Model Sistem Pasar Finansial dengan Model Spin**

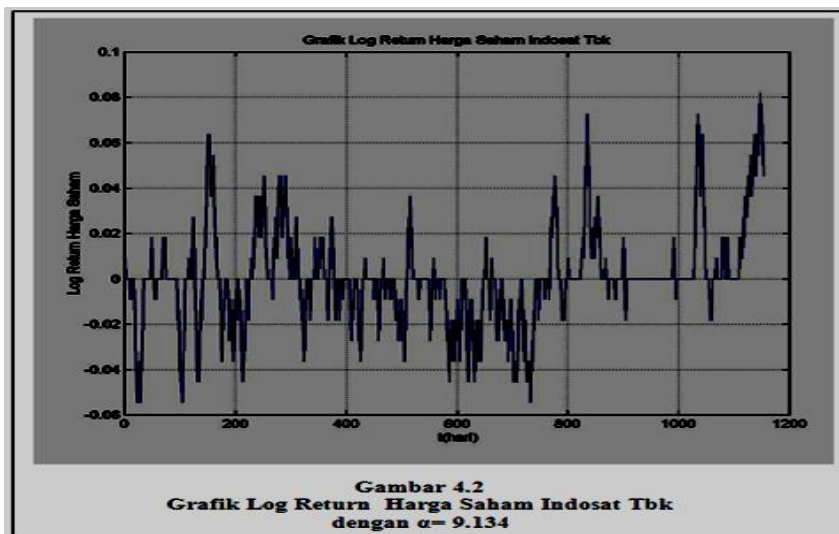
Perancangan perangkat lunak untuk model sistem pasar finansial ini dikhususkan secara dua dimensi. Dimana susunan awal ini mempunyai dua strategi dalam setiap pengambilan keputusan, yang diinisialisasikan dengan spin +1 adalah pada saat agen membeli dan -1 pada saat agen menjual. Susunan spin ini akan mempengaruhi magnetisasi sistem dan volumenya, dari sini diperoleh harga pada saat itu. Apabila deret harga yang diperoleh dari model setelah dianalisa parameternya tidak sesuai dengan batas toleransi data acuan, maka program akan terus menerus melakukan sampai batas toleransi yang diinginkan. Apabila batas toleransi yang diinginkan sudah tercapai, maka data yang diperoleh dianalisa dengan cara yang sama seperti penganalisaan pada pengolahan data Empirik dari data Bursa Efek Jakarta.

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

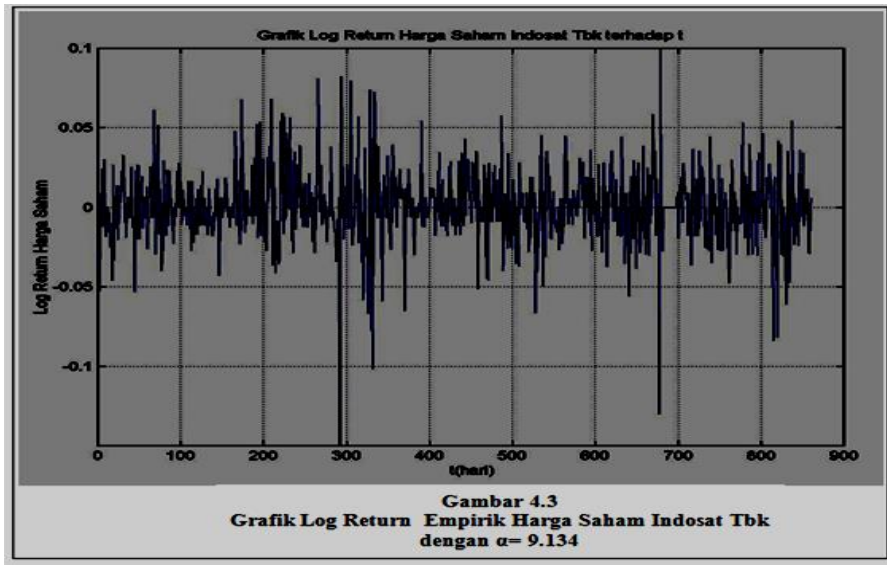
Magnetisasi atau kemagnetan global mensimulasikan akumulasi interaksi individu agen heterogen dalam representasi kemagnetan lokal yang mempengaruhi fluktuasi harga pasar dari saham yang diperdagangkan. Dari hasil eksekusi model komputasi dengan nilai  $\alpha = 9.134$  memberikan grafik magnetisasi yang diilustrasikan dalam gambar 4.1.



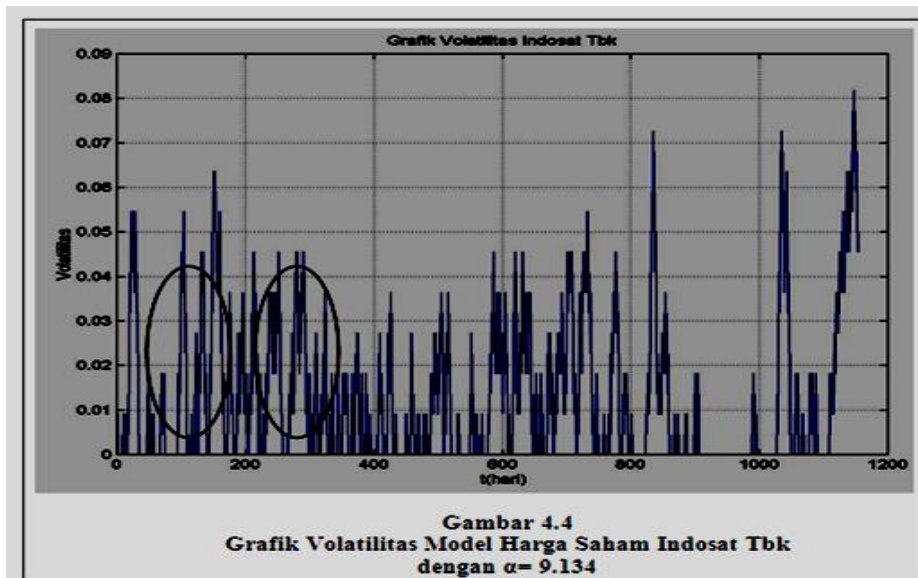
Hasil log return model diilustrasikan pada gambar 4.2, yang analogi dengan log return empirik pada gambar 4.3.



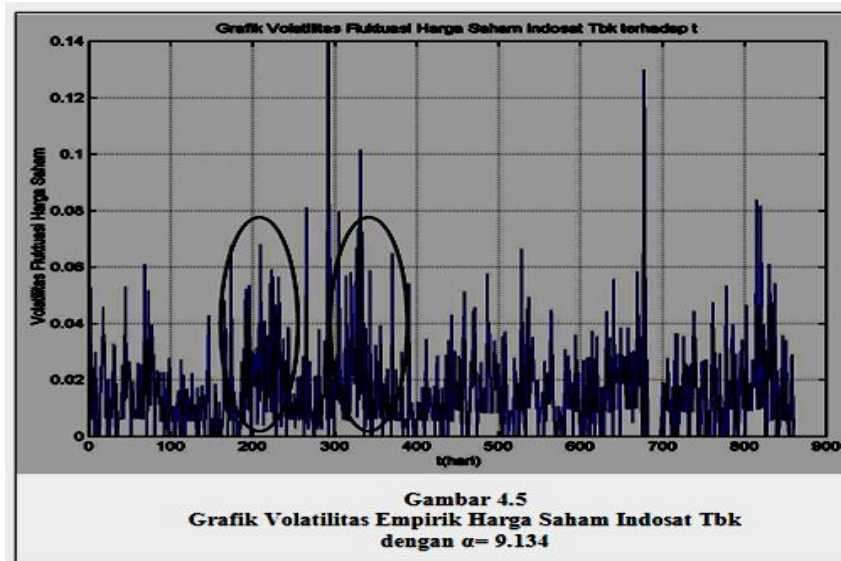
Pada pemilihan parameter analogi  $\alpha = 9.134$ , telah menunjukkan kompatibilitas magnetisasi model dengan log return empirik.



Parameter volatilitas dari model digambarkan dalam gambar 4.4, yang menunjukkan analoginya terhadap volatilitas empiriknya pada gambar 4.5.



Parameter volatilitas merepresentasikan kemagnetan lokal mengembang menjadi mayoritas disatu sisi dan minoritas di sisi yang lain.



Dan hasil perhitungan parameter statistik keuangan antara model dan empiriknya ditunjukkan pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Parameter-Parameter data BEJ dan data model**

Parameter	Data BEJ	Data Model	Data Model
<i>Standar Deviasi</i>	3421.8	3791.0	3264.0
<i>Gradien Kurva</i>	-6.9765	-6.1520	-7.7132
<i>Skewness</i>	1.8774	0.7955	1.2855
<i>Kurtosis</i>	6.1359	2.4883	2.8720
<i>Alpha</i>	-	9.134	9.7154

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan perbandingan data model dengan data yang diperoleh dari Bursa Efek Jakarta, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Dilihat dari Grafik Distribusi Probabilitas Harga Saham, dan hasil perhitungan dari data statistika keuangan nilai kurtosis lebih besar dari 3 sifat data keuangan Indosat Tbk menunjukkan bahwa pergerakan fluktuasi harganya tidak mengikuti distribusi normal, data cenderung berada di luar lingkup distribusi normal.
2. Analisa yang dilakukan terhadap variabel-variabel dan parameter-parameter yang digunakan dalam pembuatan model sistem pasar finansial ini memperlihatkan bahwa pada sistem pasar di Bursa Efek Jakarta kekuatan para agen yang mengambil keputusan berdasarkan interaksi agen masih tergolong lemah.
3. Fenomena terjadinya *bubbles* dan *crashes* dapat diindikasikan dari nilai magnetisasi *agen* nya. Jika nilai magnetisasi  $M(t) > 0$  akan menyebabkan terjadinya *crashes*, begitu sebaliknya, jika nilai magnetisasi  $M(t) < 0$  akan menimbulkan *bubbles*.

### 6.2. Saran

Untuk melengkapi penulisan ini, penulis memberikan beberapa saran yang hendaknya dapat dipertimbangkan :

- Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mengambil data dengan rentan waktu yang sangat lama.
- Disarankan untuk meninjau lebih dari dua perusahaan sebagai pembanding, agar analisa tentang fluktuasi data saham ini lebih dipahami.



## VII. DAFTAR PUSTAKA

- Badsh, M., Boyer, R., Theodosopoulos, T., *Properties of renewal process approximation for a spin market model*.
- Challet, D., Marsilli, M., Martino, De, A., 2004, *Stylized fact in minority games with memory: a new challenge*, Physica A.
- Gould, Harvey, Tobochnik, John, Second Edition Applications To Physical System An *Introduction To Computer Simulation Methods*. Properties of renewal process nu
- H., Kerson, Second Edition, *Statistical Mechanics*, Second Edition, Wiley, John & Canada, Son, 1987.
- Surya, Y., Situngkir, H., Hariyadi Y., Suroso, R., *Aplikasi Fisika Statistika Dalam Analisis Keuangan Mekanika Statistika Interaksi Agen*, PT Bina Sumber Daya MIPA, Jakarta, 2004.
- Situngkir, Hokky. & Surya, Yohanes. (2003a). *Dari Transisi Fasa ke Sistem Keuangan: Distribusi Statistika Pada Sistem Keuangan*. Working Paper WPQ2003. Bandung Fe Institute.
- S. Bornholdt, 2001, *Expectation Bubbles in a spin model of market.:intermittency from fraction across scales*, Int. J Mod. Phys. C
- T. Kaizoji 2006, *Speculative bubbles and crashes in stock market: an interacting-agent model of speculative activity*, Physica A.
- T. Yamano, Bornholdt's, 2002, *spin model of a market dynamics in high dimensions*, Int. J. Mod. Phys. C.

## LAMPIRAN

### CURRICULUM VITAE

IDENTITAS DIRI	
Nama	I Nengah Artawan, S.Si, M.Si.
Tempat dan Tanggal Lahir	Nyalian, 12 Juli 1970
Jenis Kelamin	Laki-laki
Agama	Hindu
Status Perkawinan	Menikah
Perguruan Tinggi	Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Udayana
Alamat	Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali
Telp./Faks.	(0361)701954
Alamat Rumah	Jl. Tunjung Sari, Gg. Menuri I/B9 Denpasar
Telp./Faks.	(0361)8444090
Alamat e-mail	Nengahartawan@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI			
Tahun Lulus	Pendidikan	Perguruan Tinggi	Jurusan/Program Studi
1995	Sarjana (S-1)	Universitas Udayana	Fisika
2002	Magister(S-2)	Institut Teknologi Bandung	Fisika

KARYA ILMIAH		
A. Publikasi		
Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal
2001	DNA On Quantum Formulation	Buletin Fisika Vol. 2 No.1 Feb. 2001
2003	The Calogero-Moser Model Based On Doubly-Laced Lie Algebra	Indonesian Journal Physics Vol. 14 No. 4 Oct. 2003

B. Penelitian		
Tahun	Judul	Sumber Dana
2009	Usaha-usaha Yang Dilakukan Oleh Industri Akomodasi Pariwisata Di Bali Dalam Menjaga Lingkungan	Hibah Stranas 2009-2010