MODEL GARCH-M UNTUK ESTIMASI
VALUE AT RISK (VaR) DATA HARGA SAHAM

SKRIPSI

Oleh:
EVI SUFIANTI
NIM. 06510075

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAIN DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2011

MODEL GARCH-M UNTUK ESTIMASI *VALUE AT RISK* (VaR) DATA HARGA SAHAM

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:
EVI SUFIANTI
NIM. 06510075

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2011

MODEL GARCH-M UNTUK ESTIMASI
***VALUE AT RISK* (VaR) DATA HARGA SAHAM**

SKRIPSI

Oleh:
EVI SUFIANTI
NIM. 06510075

Telah Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 14 Januari 2011

Dosen Pembimbing I	**Dosen Pembimbing II**
Sri Harini, M.Si	**Fachrur Rozi, M.Si**
NIP. 19731014 200112 2 002	**NIP. 19800527 2008011 012**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

GARCH-M UNTUK ESTIMASI
VALUE AT RISK (VaR) DATA HARGA SAHAM

SKRIPSI

Oleh:
EVI SUFIANTI
NIM. 06510075

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 25 Maret 2011

Susunan Dewan Penguji		Tanda Tangan
1. Penguji Utama	: Abdul Aziz, M.Si NIP.19760318 200604 1 002	( )
2. Ketua Penguji	: Drs. H. Turmudi, M.Si NIP. 19571005 198203 1 006	( )
3. Sekretaris Penguji	: Sri Harini, M.Si NIP. 19731014 200112 2 002	( )
4. Anggota Penguji	: Fachrur Rozi, M.Si NIP. 19800527 200801 1 012	( )

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Matematika

<u>Abdussakir, M. Pd</u>
NIP. 19751006 200312 1 001

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ ٱلْعُسْرِ يُسْرًا ۝٥ إِنَّ مَعَ ٱلْعُسْرِ يُسْرًا ۝٦

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

PERSEMBAHAN

Karya ilmiah ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orangtua tercinta

Bapak Muhammad Sholeh dan Ibu Sri Wonten

Suami tercinta

Muhammad Sufyan Wahyudi, S. SE

Adik terkasih

Ellen Wisia Riswantini dan Fajar Ghoful Fikri

.

Terima kasih atas kasih sayang, do'a, dan perhatian serta motivasinya. Jasa-jasa beliau yang tidak akan pernah penulis lupakan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.

Semoga Allah membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Evi Sufianti

NIM : 06510075

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 15 Januari 2011
Yang Membuat Pernyataan,

Evi Sufianti
NIM. 06510075

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah penulis hanturkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan HidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan jazakumullah *ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, SU.D.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Abdussakir, M.Pd selaku Ketua Jurusan Matematika Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Sri Harini, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah banyak memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga.
5. Fachrur Rozi, M.Si selaku dosen pembimbing agama yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Bapak dan Ibu dosen, Jurusan Matematika dan staf fakultas yang selalu membantu dan memberikan dorongan semangat semasa kuliah.
7. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan doa dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
8. Suami dan adik kecil tercinta yang masih dalam kandungan terima kasih atas dukungan, dan semangat dalam setiap langkah hidup penulis.
9. Mertua dan adik-adik penulis yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Sahabat-sahabat penulis senasib seperjuangan mahasiswa matematika angkatan 2006, Enbie, Irma, Ulfa, Fitri, Zaenab, Wildan, Mundir, Atta, Fita, dan semuanya. Terima kasih atas semua pengalaman berharga dan kenangan indah yang telah terukir.
11. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materiil maupun moril.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. *Amin Ya Rabbal Alamin*.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 12 Januari 2011

Penulis

ABSTRAK

Sufianti, Evi. 2011. **Model GARCH-M untuk Estimasi Value at Risk (VaR) Data Harga Saham**. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Sri Harini, M.Si.
(II) Fachrur Rozi, M.Si.

Kata kunci: peramalan, transformasi, maximum likelihood, AR, MA, ARMA, ARCH, GARCH, GARCH-M, Value at Risk

Salah satu yang digunakan untuk menganalisis variabel terikat dengan data kualitatif adalah dengan model GARCH-M. Dengan mengetahui perolehan model GARCH-M dan menggunakan metode Maksimum Likelihood diharapkan dapat memperoleh nilai parameter dari model GARCH-M. Serta dapat menerapkan model GARCH-M pada kasus perkiraan kerugian bagi investor yang menginvestasikan uangnya ke Bank Mandiri Tbk.

Karena model GARCH-M merupakan perkembangan dari model ARCH/GARCH, dengan menggunakan variansi sisaan, yang membedakan model GARCH-M dengan model ARCH/GARCH adalah pada standar devisiasi sebagai variable independen pada GARCH-M dan memasukan variansi bersyarat ke dalam persamaan *mean*. Pendugaan parameter untuk koefisien GARCH-M(1,1) yaitu $\hat{K}, \hat{A}_1,$ dan $\hat{G}_1$ dapat diperoleh dengan menyelesaikan fungsi $\partial L / \partial K = 0, \partial L / \partial A_1 = 0$ dan $\partial L / \partial G_1 = 0$, dan menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$L(K, A_1, G_1) = -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \ln\left[2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2 + \sigma_j)\right] - \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2 + \sigma_j)}$$

Sehingga hasil dari fungsi $\partial L / \partial K = 0, \partial L / \partial A_1 = 0$ dan $\partial L / \partial G_1 = 0$

$$K = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - \sum_{j=2}^{T} G_1\sigma_{j-1}^2 - \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2 - \sigma_j}{(T-1)}$$

$$= \frac{1}{T-1}\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - G_1\sigma_{j-1}^2 - A_1 e_{j-1}^2 - \sigma_j$$

$$A_1 = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - (T-1)K - \sum_{j=2}^{T} G_1\sigma_{j-1}^2 - \sigma_j}{\sum_{j=2}^{T} e_{j-1}^2}$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2 - (T-1)K - G_1\sigma_{j-1}^2 - \sigma_j}{e_{j-1}^2}$$

$$G_1 = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - (T-1)K - \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2 - \sigma_j}{\sum_{j=2}^{T} \sigma_{j-1}^2}$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2 - (T-1)K - A_1 e_{j-1}^2 - \sigma_j}{\sigma_{j-1}^2}$$

Dengan menggunakan model *GARCH-M*, hasil kemungkinan kerugian yang didapat investor dengan menginvestasikan uang sebesar Rp. 150.000.000,00 dengan tingkat kepercayaan 95% yang berarti peluang terjadinya kerugian adalah hanya 5% dengan kemungkinan kerugian maksimum dari dana yang telah diinvestasikan pada saham Bank Mandiri adalah sebesar Rp. 10.991.350,95. Sedangkan untuk tingkat kepercayaan 90% dan 99% yang berarti peluang terjadinya kerugian adalah hanya 10% dan 1% dengan masing-masing kemungkinan kerugian maksimum dari dana yang telah diinvestasikan pada saham Bank Mandiri adalah sebesar Rp. 11.015.644,35 dan Rp. 10.795.574,55.

ABSTRACT

Sufianti, Evi. 2011. **GARCH-M Model to Estimate Value at Risk (VaR) Share Price Data**. Thesis. Mathematics Department Faculty of Science and Technology, The State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim.
Advisors: (I) Sri Harini, M.Si.
(II) Fachrur Rozi, M.Si

Key words: forecasting, transformation, maximum likelihood, AR, MA, ARMA, ARCH, GARCH, GARCH-M, Value at Risk

One of the variables used to analyze qualitative data is bound by the GARCH-M model. By knowing the acquisition of GARCH-M model and use the Maximum Likelihood method is expected to obtain the parameters of the GARCH-M model. And can apply the GARCH-M model in the case of the estimated losses for investors who invest their money into Bank Mandiri Tbk.

Because the GARCH-M model is the development of models of ARCH/ GARCH, by using the residual variance, which distinguishes GARCH-M model with a model of ARCH/GARCH is the standard devisiasi as an independent variable in the GARCH-M and inserts the conditional variance into the mean equation. Estimation parameters for the coefficients of GARCH-M (1,1) that is $\widehat{K}, \widehat{A}_1,$ and $\widehat{G}_1$ can be obtained by completing the function $\partial L / \partial K = 0, \partial L / \partial A_1 = 0$ and $\partial L / \partial G_1 = 0$, and produces the following equation:

$$L(K, A_1, G_1) = -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \ln\left[2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2 + \sigma_j)\right] - \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2 + \sigma_j)}$$

Thus the results of functions $\partial L / \partial K = 0, \partial L / \partial A_1 = 0$ and $\partial L / \partial G_1 = 0$

$$K = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - \sum_{j=2}^{T} G_1\sigma_{j-1}^2 - \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2 - \sigma_j}{(T-1)}$$

$$= \frac{1}{T-1}\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - G_1\sigma_{j-1}^2 - A_1 e_{j-1}^2 - \sigma_j$$

$$A_1 = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - (T-1)K - \sum_{j=2}^{T} G_1\sigma_{j-1}^2 - \sigma_j}{\sum_{j=2}^{T} e_{j-1}^2}$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2 - (T-1)K - G_1\sigma_{j-1}^2 - \sigma_j}{e_{j-1}^2}$$

$$G_1 = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - (T-1)K - \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2 - \sigma_j}{\sum_{j=2}^{T} \sigma_{j-1}^2}$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2 - (T-1)K - A_1 e_{j-1}^2 - \sigma_j}{\sigma_{j-1}^2}$$

By using GARCH-M model, the possibility of losses that investors get by investing the money of Rp. 150.000.000,00 with 95% confidence level, which means the chances of loss is only 5% with a maximum possible loss of funds that had invested in the shares of Bank Mandiri Tbk is Rp. 10.991.350,95. whereas, for the level of confidence of 90% and 99%, which means the chances of loss is only 10% and 1% with the respective maximum possible loss of funds that had invested in the shares of Bank Mandiri Tbk is Rp. 11.015.644,35 and Rp. 10.795.574,55.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Resiko dalam konsep perbankan merupakan suatu kejadian yang penting, baik yang dapat diperkirakan maupun yang tidak dapat diperkirakan yang dapat memberikan dampak menguntungkan atau merugikan pada pendapatan maupun pemodalan bank. Resiko-resiko tersebut tidak dapat dihindari namun dapat dikelola dan diperkirakan yaitu dengan menerapkan proses manajemen resiko dengan cara bank harus secara tepat mengidentifikasi resiko dengan cara mengenal dan memahami seluruh resiko yang sudah ada yang akan mempermudah penilaian terhadap kemungkinan kerugian yang dihadapi oleh bank. Pengelolaan resiko penting dilakukan untuk mengetahui sejauh mana keuangan bank mampu mengantisipasi perubahan yang merugikan ketika resiko meluas dan kerugian yang timbul tidak menurunkan modal bank.

Allah SWT telah mengingatkan setiap orang beriman untuk mengantisipasi adanya resiko atau ketidakpastian dalam perbankan, Perintah Allah dalam bentuk arahan yaitu berupa perintah untuk melakukan pencatatan atas setiap transaksi yang dilakukan oleh bank.

Sebagaimana firman Allah SWT di dalam Al-Qur’an surat *Al-Baqorah* ayat 282, yang berbunyi:

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوٓاْ إِذَا تَدَايَنتُم بِدَيۡنٍ إِلَىٰٓ أَجَلٖ مُّسَمّٗى فَٱكۡتُبُوهُۚ وَلۡيَكۡتُب

بَّيۡنَكُمۡ كَاتِبُۢ بِٱلۡعَدۡلِۚ ... ٢٨٢

Artinya: *"Hai orang-orang yang beriman, apabila kamu bermu'amalah tidak secara tunai untuk waktu yang ditentukan, hendaklah kamu menuliskannya. dan hendaklah seorang penulis di antara kamu menuliskannya dengan benar…"*

Ayat di atas memerintahkan setiap orang yang beriman untuk bersiap-siap menghadapi ketidakpastian. Dengan mencatat semua transaksi yang dilakukan oleh bank supaya bisa mengantisipasi kemungkinan hilangnya informasi penting yang dibutuhkan untuk penyelesaian transaksi. Karena hilangnya informasi penting akan mengakibatkan kerugian pada pihak yang melakukan transaksi tersebut. Oleh karena itu, setiap orang diharuskan untuk mengantisipasi terjadinya resiko. Karena sudah menjadi sifat dasar manusia untuk selalu bersikap hati-hati dan senantiasa mengantisipasi segala kemungkinan terburuk dalam menghadapi kehidupan agar senantiasa menjadi manusia yang beruntung.

Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT di dalam Al-Qur'an ayat *Al-Hasyr(59): 18*, yang berbunyi:

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ ٱتَّقُواْ ٱللَّهَ وَلۡتَنظُرۡ نَفۡسٞ مَّا قَدَّمَتۡ لِغَدٖۖ وَٱتَّقُواْ ٱللَّهَۚ إِنَّ

ٱللَّهَ خَبِيرُۢ بِمَا تَعۡمَلُونَ ١٨

Artinya: "Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah Setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah, Sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan".

Dari ayat di atas telah dijelaskan bahwa Allah menganjurkan kepada orang-orang yang beriman untuk senantiasa belajar dari hari-hari sebelumnya dan menjadikannya sebagai cermin guna menyongsong masa depan yang lebih baik. Berkaitan dengan matematika jika ingin merencanakan hari esok lebih baik, maka harus melakukan *forecasting* dengan cara menganalisis data yang sekarang.

Tujuan dari *forecasting* dan analisa data ini adalah untuk memperkecil resiko dan faktor -faktor ketidakpastian. Seperti halnya, dalam masalah saham apabila tidak diketahui prediksi berapa saham yang akan dibeli pada waktu yang akan datang, maka juga tidak akan diketahui pula berapa saham yang terjual untuk periode berikutnya, sehingga data yang ada sekarang sangatlah penting sebagai alat untuk prediksi masa depan. Berdasarkan keterangan di atas, maka penulis ingin menggunakan data harga saham penutupan Bank Mandiri Tbk. Salah satu ilmu yang digunakan untuk peramalan masa yang akan datang adalah time series.

Menurut Sri Mulyono (2006:27), time series adalah serangkaian nilai-nilai variabel yang disusun berdasarkan waktu. Sedangkan menurut Purbayu (2005:30), Analisis time series adalah analisis dengan menggunakan data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu (data masa sebelumnya) bisa berupa harian, mingguan, bulanan, dua bulanan, kuartalan, dan dua tahunan untuk membantu dalam memprediksi kejadian di masa yang akan datang.

Menurut Makridakis (1999:391), menyatakan bahwa penetapan karakteristik data deret berkala, seperti stasioner, musiman, dan sebagainya, memerlukan suatu pendekatan yang sistematik, dan ini akan menolong untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai model-model dasar yang akan ditangani.

Penerapan analisis deret berkala salah satunya adalah pada bidang ekonomi dan keuangan. Sebagian besar data deret waktu ekonomi dan keuangan seperti pergerakan kurs valuta asing, harga saham, Gross Domestic Product (GDP), Gross National Product (GNP), inflasi dan sebagainya merupakan data deret waktu yang tidak stasioner terhadap rata-rata dan ragam (heteroskedastisitas). Model umum deret waktu *AutoRegressive* (*AR*), *Moving Average* (*MA*) dan *AutoRegressive Moving Average* (*ARMA*) sering digunakan untuk memodelkan data ekonomi dan keuangan dengan asumsi stasioneritas terhadap ragam (*homoskedastisitas*). Oleh karena itu, dibutuhkan suatu model deret waktu lain yang dapat memodelkan sebagian dasar data ekonomi dan keuangan dengan tetap mempertahankan heteroskedastisitas data.

Tahun 1982, Engle memperkenalkan model *AutoRegressive Conditional Heteroscedastic* (*ARCH*) untuk memodelkan data yang bersifat heteroskedastik. Bollerslev pada tahun 1986 memperkenalkan model *Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedastic* (*GARCH*) sebagai pengembangan dari model *ARCH*. Model *GARCH* merupakan model yang lebih sederhana dengan banyaknya parameter yang lebih sedikit dibandingkan model *ARCH* berderajat tinggi. Dalam analisis data deret waktu ekonomi dan keuangan, yang menjadi pusat perhatian adalah fluktuasi harga yang menunjukkan naik turunnya harga. Model *ARCH* dan *GARCH* sangat berguna untuk mengevaluasi dan memprediksi fluktuasi harga.

Pada penelitian terdahulu, Tse (1991) melakukan penelitian volatilitas di Bursa Tokyo dengan menggunakan model *AutoRegressive Conditional Heteroscedascity (ARCH)* dan *Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedascity (GARCH)* dengan data periode 1986 sampai periode 1989. Hasil yang diperoleh yaitu data yang digunakan sangat signifikan, akan tetapi tidak memberikan hasil peramalan yang lebih baik dibandingkan dengan *EWMA*.

Untuk kasus Indonesia, penelitian *ARCH* dan *GARH* ini telah dilakukan oleh Manurung (1997) untuk periode 1989 sampai periode 1993. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa ARCH dan GARCH tidak signifikan untuk digunakan meramalkan volatilitas bursa.

Harga saham di bursa efek setiap detik dapat berubah-ubah dan memberikan informasi ke berbagai pihak (investor) yang berinvestasi. Perubahan harga saham yang lebih tinggi akan memberikan dampak positif ke berbagai pihak (investor) dan memberikan dampak negatif bila mengalami penurunan.

Seperti halnya dalam pasar modal merupakan wadah alternatif bagi pemilik modal (investor) untuk melakukan penanaman modal (investasi). Dalam pasar modal tersedia berbagai "*financial assets*" yang menawarkan tingkat keuntungan dan resiko yang berbeda. Oleh karena itu diperlukan alat ukur untuk mengukur resiko pasar tersebut, agar dapat diketahui sejauh mana investor dapat dengan aman berinvestasi.

Pengukuran resiko merupakan hal yang sangat penting dalam analisis keuangan mengingat hal ini masi berhubungan dengan investasi dana yang cukup besar. Salah satu cara yang sangat penting dalam manganalisis resiko keuangan adalah perhitungan VaR (*Value at Risk*).

Dengan berbagai kekurangan dan analisis yang telah ada, peneliti ingin mencoba memberikan *estimasi* model *GARCH-M* untuk memperoleh hasil yang lebih baik pada perhitungan *VaR* dengan data sampel yang lebih panjang terutama pada harga saham penutupan dari Bank Mandiri Tbk.

Dari latar belakang di atas maka penulis mengambil judul tentang "*Model GARCH-M Untuk Estimasi VaR (value at risk) Data Harga Saham*"

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana analisis model *GARCH-M*?
2. Bagaimana estimasi parameter model *GARCH-M*?
3. Bagaimana aplikasi model *GARCH-M* pada estimasi *VaR (value at risk)* data harga saham penutupan dari Bank Mandiri Tbk?

1.3 Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari skripsi ini adalah:

1. Untuk mengetahui model *GARCH-M*
2. Untuk mengetahui estimasi parameter model *GARCH-M*.
3. Untuk mengetahui aplikasi model *GARCH-M* pada estimasi *VaR (value at risk)* data harga saham penutupan dari Bank Mandiri Tbk

1.4 Manfaat penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi ilmiah suatu model *GARCH-M* dan penerapannya untuk tujuan pemodelan dan juga penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi para investor dalam pengambilan keputusan untuk berinvestasi.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas, maka penulis perlu memberikan batasan pada penelitian ini, sebagai berikut:

1. Analisis model *GARCH-M* pada penelitian ini hanya menjelaskan bagaimana model *GARCH-M* diperoleh
2. Estimasi parameter menggunakan metode *Maximum Likelihood* (*ML*).
3. Menggunakan model *GARCH-M* untuk estimasi *VaR* harga saham
4. Menggunakan bantuan software *EVIEWS* untuk menaksir parameter

1.6 Metode Penelitian

1.6.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan literatur dan kuantitatif. Pendekatan literatur digunakan dalam menganalisis model *GARCH-M*, dan untuk menentukan estimasi parameter dari model *GARCH-M* dengan menggunakan estimasi parameter dengan metode *Maximum Likelihood* (*ML*). Studi kasus digunakan untuk mengaji kerugian yang diperoleh investor setelah menginvestasikan dananya. Langkah-langkah penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Menjelaskan perolehan model *GARCH-M* dan estimasi parameter model *GARCH-M* dengan langkah sebagai berikut:

   1. Menentukan fungsi PDF untuk memperoleh fungsi *likelihood* dengan model *GARCH-M*.
   2. Menaksirkan parameter model *GARCH-M* dengan metode *Maximum Likelihood* dengan langkah-langkah sebagai berikut:
      a. Menentukan fungsi PDF dari fungsi yang berdistribusi normal untuk memperoleh fungsi *likelihood* dengan model *GARCH-M*.
      b. Menentukan fungsi *log likelihood* dari fungsi *likelihood*.

c. Memaksimumkan fungsi *log likelihood* dengan mendeferensialkan fungsi *log likelihood* terhadap parameter-paramater dan menyamakannya dengan nol.

d. Mencari estimasi parameternya dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood*.

b) Mengaplikasikan model *GARCH-M* pada kasus kerugian yang diperoleh investor setelah menginvestasikan dananya dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Statistik deskriptif data (melihat tebaran data) dengan basik statistik dengan bantuan *software MINITAB 14.*
2. Menguji normalitas data *log return* dengan bantuan *software MINITAB 14.*
3. Identifikasi Model
   a. Menguji kestasioneran data dengan melihat plot dengan bantuan *software e-Views.*
   b. Menguji kebaikan model dengan melihat grafik *ACF* dan *PACF*.
   c. Menguji keberadaan efek *GARCH* terhadap sisaan kuadrat data *return* dengan menggunakan statistik *L-Jung-Box Q*
4. Model *GARCH-M*
   a. Identifikasi model *GARCH-M*
   b. Taksiran parameter *GARCH-M* dengan metode *Maximum Likelihood* (*ML*)

5. Uji Model
    a. Pemeriksaan hubungan antar sisaan yang dibakukan
    b. Pengujian sisaan yang dibakukan menggunakan uji *Ljung-Box Q*
6. Peramalan model *GARCH-M*
7. Aplikasi model *GARCH-M* pada *VaR (value at risk)* data harga saham penutupan dari Bank Mandiri Tbk

1.6.2 Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data yang diambil dari internet dengan alamat *http://finance.yahoo.com/q/hp?s=BMRI.JK+Historical+Prices*

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan melihat dan memahami penelitian ini secara keseluruhan, maka penulis menggambarkan sistematika penulisan menjadi empat bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN, berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II KAJIAN TEORI, menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan model *GARCH-M*.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN, berisi analisis literatur (teoritis) yang terdiri pemodelan dan estimasi parameternya, dan juga berisi tentang analisis kuantitatif yang menggambarkan data yang sudah ada, kemudian pembahasannya.

BAB IV PENUTUP, berisi tentang kesimpulan dan saran-saran yang sesuai dengan hasil penelitian.

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Time Series

Menurut Boediono (2004:131), data berkala atau *time series* adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan suatu perkembangan atau kecenderungan keadaan atau peristiwa atau kegiatan. Biasanya jarak atau interval dari waktu ke waktu sama.

Contoh data berkala adalah sebagai berikut:

a) Pertumbuhan ekonomi suatu negara pertahun

b) Jumlah produksi minyak perbulan

c) Indeks harga saham per hari

Menurut Sutrisno (1995:432), rangkaian waktu, data berkala atau *time series* merupakan serangkaian pengamatan terhadap suatu peristiwa, kejadian, gejala ataupun variabel yang diambil dari waktu ke waktu, dicatat secara teliti menurut urutan waktu terjadinya, dan kemudian disusun sebagai data statistik. Pada umumnya pengamatan dan pencatatan itu dilakukan dalam jangka waktu tertentu, misalnya tiap akhir tahun, awal tahun, sepuluh tahun, dan sebagainya.

Dari suatu rangkaian waktu akan dapat diketahui apakah peristiwa atau gejala tersebut berkembang mengikuti pola-pola perkembangan yang teratur atau tidak. Jika rangkaian waktu menunjukkan pola yang teratur, maka akan dapat dibuat ramalan yang cukup kuat mengenai tingkah laku gejala yang dicatat, dan atas dasar ramalan itulah dapat dibuat rencana-rencana yang cukup untuk dipertanggung jawabkan.

2.2 Model Umum Deret Waktu

2.2.1 Model *AutoRegressive* (AR)

Pada model *autoRegressive*, X_t dipengaruhi oleh *p* pengamatan yang lalu dan dapat dituliskan sebagai:

$$X_t = \omega_1 X_{t-1} + \omega_2 X_{t-2} + \ldots + \omega_p X_{t-p} + \varepsilon_t \tag{2.1}$$

atau dapat ditulis dengan:

$$X_t = \sum_{i=1}^{p} \omega_i X_{t-i} + \varepsilon_t$$

Persamaan (2.1) menyatakan model *autoRegressive* orde ke-*p* atau dapat dituliskan AR(*p*). Pada model AR(*p*), ε_t adalah sisaan, jika sisaan bebas dan mempunyai distribusi normal dengan rata-rata nol dan ragam konstan σ_ε^2, maka disebut *white noise*. Asumsi dari model AR(*p*) adalah ε_t merupakan *white noise* (Lo, 2003:5).

Persamaan (2.1) juga dapat dinyatakan:

$$X_t - \omega_1 X_{t-1} - \omega_2 X_{t-2} - \ldots - \omega_p X_{t-p} = \varepsilon_t$$
$$\omega_p(B) X_t = \varepsilon_t$$

dengan $\omega_p(B) = 1 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \ldots - \omega_p B^p$ dan B adalah operator langkah mundur.

2.2.2 Model *Moving Average* (MA)

Salah satu model umum deret waktu yang lain adalah model *Moving Average* ke-*q* atau MA(*q*), yang didefinisikan sebagai:

$$X_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (2.2)$$

atau dapat ditulis dengan:

$$X_t = \varepsilon_t - \sum_{j=1}^{q} \theta_j \varepsilon_{t-j}$$

dengan ε_t bersifat *white noise*. Persamaan (2.2) dapat juga dituliskan menggunakan operator langkah mundur yang dinyatakan dengan:

$$X_t = \theta_q(B)\varepsilon_t$$

dengan $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \ldots - \theta_q B^q$ (Lo, 2003:8).

2.2.3 Model *AutRregressive Moving Average* (ARMA)

Menurut Lo (2003:10), X_t adalah proses *AutoRegressive Moving Average* orde ke-*p* dan orde-*q* atau ARMA(*p*,*q*) jika memenuhi:

$$X_t - \omega_1 X_{t-1} - \ldots - \omega_p X_{t-p} = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (2.3)$$

atau dapat ditulis dengan:

$$X_t = \sum_{i=1}^{p} \omega_i X_{t-i} - \sum_{j=1}^{q} \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

dengan ε_t bersifat *white noise*. Persamaan (2.3) dapat juga dinyatakan dengan:

$$\omega_p(B) X_t = \theta_q(B)\varepsilon_t$$

menggunakan operator langkah mundur.

Permasalahan timbul ketika model AR(p) dan MA(q) tidak memberikan model yang sederhana (*fitting*) data. Semakin tinggi derajat model AR(p) dan MA(q) maka semakin banyak pula parameter yang diduga. Oleh karena itu, model ARMA(p,q) lebih dipilih dari pada model AR dan MA berderjat tinggi dengan banyak parameter yang diduga lebih sedikit. Sebagai contoh, model ARMA(1,1) yang didefinisikan sebagai:

$$X_t - \omega_1 X_{t-1} = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

dapat juga dinyatakan dengan:

$$\begin{aligned}
\varepsilon_t &= X_t - \omega_1 X_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} \\
&= X_t - \omega_1 X_{t-1} + \theta_1 \left(X_{t-1} - \omega_1 X_{t-2} + \theta_1 \varepsilon_{t-2} \right) \\
&= X_t - \left(\omega_1 - \theta_1 \right) X_{t-1} - \omega_1 \theta_1 X_{t-2} + \theta_1^2 \varepsilon_{t-2} \\
&= X_t - \left(\omega_1 - \theta_1 \right) X_{t-1} - \omega_1 \theta_1 X_{t-2} + \theta_1^2 \left(X_{t-2} - \omega_1 X_{t-3} + \theta_1 \varepsilon_{t-3} \right) \\
&= X_t - \left(\omega_1 - \theta_1 \right) X_{t-1} - \left(\omega_1 - \theta_1 \right) \theta_1 X_{t-2} - \omega_1 \theta_1^2 X_{t-3} + \theta_1^3 \varepsilon_{t-3} \\
&= X_t - \left(\omega_1 - \theta_1 \right) \theta_1^0 X_{t-j} - \left(\omega_1 - \theta_1 \right) \theta_1^1 X_{t-2} - \omega_1 \theta_1^2 X_{t-3} + \theta_1^3 \varepsilon_{t-3} \\
&= X_t - \left(\omega_1 - \theta_1 \right) \theta_1^{1-1} X_{t-j} - \left(\omega_1 - \theta_1 \right) \theta_1^{2-1} X_{t-2} - \omega_1 \theta_1^2 X_{t-2-1} + \theta_1^{2+1} \varepsilon_{t-2-1} \\
&= X_t - \left(\omega_1 - \theta_1 \right) \sum_{j=1}^{k} \theta_1^{j-1} X_{t-j} - \omega_1 \theta_1^k X_{t-k-1} + \theta_1^{k+1} \varepsilon_{t-k-1}
\end{aligned}$$

Jika $|\theta_1| < 1$ dan $k = \infty$, maka:

$$\varepsilon_t = X_t - \left(\omega_1 - \theta_1 \right) \sum_{j=1}^{\infty} \theta_1^{j-1} X_{t-j} , \qquad (2.4)$$

atau ditulis sebagai:

$$X_t = \left(\omega_1 - \theta_1 \right) \sum_{j=1}^{\infty} \theta_1^{j-1} X_{t-j} + \varepsilon_t . \qquad (2.5)$$

Persamaan (2.5) adalah model AR(∞) yang dapat juga dituliskan sebagai $X_t = \sum_{j=1}^{\infty} \omega_j X_{t-j} + \varepsilon_t$ dengan $\omega_j = (\omega_1 - \theta_1)\theta_1^{j-1}$ untuk $j = 1, 2, ..., \infty$. Hal ini menunjukkan bahwa model ARMA(1,1) merupakan pendekatan yang paling baik untuk model AR dengan derajat tinggi (Lo, 2003:10-11).

2.3 Fungsi Autokorelasi (ACF)

Fungsi Autokorelasi, ρ_k merupakan ukuran korelasi antara dua nilai X_t dan X_{t+k}, dengan jarak *k* bagian atau disebut koefisien korelasi pada lag *k*. untuk X_t yang stasioner terdapat nilai rata-rata $E(X_t) = \mu$ dan ragam $Var(X_t) = E(X_t - \mu)^2 = \sigma^2$ adalah konstan.

Autokovarian antara X_t dan X_{t+k} adalah sebagai berikut:

$$\gamma_k = \text{cov}(X_t, X_{t+k}) = E(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu) \qquad (2.6)$$

dan korelasi antara X_t dan X_{t+k}, adalah:

$$\rho_k = corr(X_t, X_{t+k}) = \frac{\text{cov}(X_t, X_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(X_t)}\sqrt{\text{var}(X_{t+k})}} \qquad (2.7)$$

atau $\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$, dimana $\text{var}(X_t) = \text{var}(X_{t+k}) = \gamma_0$.

Pada analisa deret berkala, γ_k disebut sebagai fungsi autokovarian dan ρ_k disebut sebagai fungsi autokorelasi yang merupakan ukuran keeratan antara X_t dan X_{t+k} dari proses yang sama dan hanya dipisahkan oleh selang waktu ke-*k*. (Wei,1990:10).

Pada dasarnya fungsi autokorelasi tidak mungkin dihitung dari populasi, sehingga fungsi autokorelasi dihitung sesuai dengan sampel pengambilan data dan dirumuskan sebagai berikut (Wei, 1990:21):

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}\left(X_t - \overline{X}\right)\left(X_{t+k} - \overline{X}\right)}{\sum_{t=1}^{n}\left(X_t - \overline{X}\right)^2}, \quad k=0,1,2,\ldots \qquad (2.8)$$

dengan

ρ_k = koefisien autokorelasi pada lag k

X_t = data pengamatan pada waktu ke-t

$\overline{X}$ = rata-rata data pengamatan

dimana $\overline{X} = \sum_{t=1}^{n}\frac{X_t}{n}$ adalah rata-rata sampel.

Nilai ρ_k yang mendekati ± 1 mengindikasikan adanya korelasi tinggi, sedangkan ρ_k yang mendekati nol akan mengindikasikan adanya hubungan yang lemah. ACF plot dapat juga dipakai sebagai alat untuk mengidentifikasi kestasioneran data, jika ACF plot cenderung lambat atau turun secara linier maka dapat disimpulkan data belum stasioner dalam rata-rata.

Menurut Wei(1990:10), menyebutkan bahwa fungsi autokovarian dan autokorelasi dalam kondisi stasioner dengan syarat:

a. $\gamma_0 = \mathrm{var}\left(X_t\right)$ dan $\rho_0 = 1$

b. $|\gamma_k| \le \gamma_0$ dan $|\rho_k| \le 1$

c. $\gamma_k = \gamma_{-k}$ dan $\rho_k = \rho_{-k}$

2.4 Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF)

Plot Autokorelasi Parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara X_t dan X_{t+k} setelah menghilangkan pengaruh dependasi linier dalam variabel $X_{t+1}, X_{t+2}, ..., X_{t+k-1}$, sehingga fungsi PACF dapat dinyatakan sabagai berikut (Wei, 1990:12):

$$\omega_{kk} = corr\left(X_t, X_{t+k}, ..., X_{t+k-1}\right) \tag{2.9}$$

Nilai ω_{kk} dapat ditentukan melalui persamaan Yule Walker sebagai berikut (Box, 1994:65):

$$\rho_i = \omega_{k1}\rho_{j-1} + \omega_{k2}\rho_{j-2} + ... + \omega_{kk}\rho_{j-k}\,, \quad j=1,2,...,k-1 \tag{2.10}$$

Selanjutnya Levinson dan Durbin (Cryer, 1986:109), telah memperkenalkan metode yang lebih efisien untuk menyelesaikan persamaan Yule Walker adalah:

$$\omega_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \omega_{k-1,j}\rho_j}{1 - \sum_{j=1}^{s-1} \omega_{k-1,j}\rho_j} \tag{2.11}$$

dimana $\omega_{kj} = \omega_{k-1,j} - \omega_{kk}\omega_{k-1,k-j}$ untuk $j=1,2,...,k-1$.

Tabel 2.1: Pola ACF dan PACF

Model	ACF	PACF
AR(p)	Berpola aksponensial (Dies down)	Perbedaan nilai antara lag-1 dengan nilai sesudah lag-*p* cukup besar (Cuts off after lag-*p*)
MA(q)	Cuts off after lag *q*	Dies down
ARMA(p,q)	Dies down	Dies down
AR(p) or MA(q)	Cuts off after lag-*q*	Cuts off after lag-*p*

2.5 Proses *White Noise*

White noise dapat didefinisikan sebagai suatu bentuk variabel random yang tidak saling berkorelasi dan mengikuti distribusi tertentu. Proses *White noise* ditetapkan dengan rata-rata yang konstan $E(a_t)=\mu_a$ atau biasanya diasumsikan nol, memiliki ragam konstan $\mathrm{var}(a_t)=\sigma_a^2$ dan kovarian $\gamma_k = \mathrm{cov}(a_t, a_{t-k}) = 0$ untuk semua $k \neq 0$. (Wei, 1990:16)

2.6 Model Deret Waktu Data Ekonomi dan Keuangan

Asumsi bagi ketiga model umum deret waktu; AR(*p*), MA(*q*) dan ARMA(*p*,*q*) adalah ragam bersifat homoskedastik. Pada kenyataannya, terutama pada sebagian besar data di bidang ekonomi dan keuangan, ragam bersifat heteroskedastik (Engle, 2001:157). Oleh karena itu, Lo (2003:12) menganjurkan digunakan model *AutoRegressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) dan model *Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH) dengan tetap mempertahankan sifat heteroskedastisitas data.

Sifat heteroskedastik data dapat ditunjukkan oleh nilai λ yang diperoleh dari transformasi *Box Cox* yaitu untuk menstabilkan ragam, dengan bentuk transformasi sebagai berikut:

$$T(X_t) = X_t^{(\lambda)} = \frac{X_t^{(\lambda)} - 1}{\lambda} \qquad (2.12)$$

dimana λ adalah sebuah parameter transformasi, yaitu:

Tabel 2.2: Transformasi *Box-Cox*

λ	Transformasi X_t
-1	$1/X_t$
-0.5	$1/\sqrt{X_t}$
0	$\ln X_t$
0.5	$\sqrt{X_t}$
1	X_t

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa jika λ=1, maka data tidak perlu ditransformasi. (Wei, 1990: 83-84).

2.6.1 Data *Continously Compounded Return*

Pada analisis data deret waktu ekonomi dan keuangan menggunakan metode ARCH/GARCH, yang menjadi pusat perhatian adalah fluktuasi harga yang terjadi. Menurut Surya dan Situngkir (2004), fluktuasi harga merupakan variabel yang menunjukkan naik turunnya harga sebagai bentuk kausal dan mekanisme pasar yang terjadi. Fluktuasi telah sedemikian menarik perhatian berbagai kalangan sehingga saat ini banyak sekali definisi yang diberikan untuk mempresentasikan fluktuasi harga.

Secara umum, fluktuasi harga didefinikan sebagai:

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} \tag{2.13}$$

dimana perubahan harga pada saat t yang diberi notasi ΔX_t merupakan selisih dari harga saat ini (X_t) dengan harga sebelumnya (X_{t-1}), dengan t merupakan urutan waktu dalam satuan detik, hari, bulan atau tahun. Pendekatan untuk fluktuasi harga adalah perubahan relatif atau *return* yang didefinisikan sebagai *Continously Compounded Return* atau *Log return*, yaitu (Lo, 2003:34):

$$Y_t = \log \frac{X_{t+1}}{X_t} = \log X_{t+1} - \log X_t \tag{2.14}$$

Pada pemodelan ARCH dan GARCH diperlukan suatu kondisi stasioneritas terhadap rata-rata dan ragam. Salah satu cara untuk membuat data menjadi stasioner terhadap rata-rata dan ragam adalah transformasi data menjadi data *return*. Menurut Hariadi (2003), data *return* merupakan data yang stasioner terhadap rata-rata dan ragam. Transformasi data ke dalam bentuk *return series* akan menjamin kestasioneran data dalam pemodelan GARCH. Salah satu keuntungan menggunakan data *return* harga saham adalah peningkatan dan penurunan tersebut akan semakin terlihat jelas jika diamati perbandingan nilai (*t*) dengan (*t-1*). Nilai *return* akan bernilai positif jika terjadi kenaikan harga saham dan bernilai negatif jika terjadi penurunan nilai tersebut, sehingga fluktuasi harga saham akan jelas terlihat jika ditransformasi menjadi data *return* (Surya dan Hariadi, 2002).

2.6.2 Model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH)

Jika $Y_1, Y_2, ..., Y_T$ merupakan data deret waktu dan F_t merupakan himpunan dari Y_t maka model *AutoRegressive Conditional Heteroscedastic* pada order q atau ARCH(q) pada Y_t didefinisikan sebagai:

$$Y_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

dengan

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2 + ... + \alpha_q Y_{t-q}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i Y_{t-i}^2 \tag{2.15}$$

dimana $q > 0$, $\alpha_0 > 0$ dan $\alpha_i \geq 0$ untuk $i = 1, 2, ..., q$. Syarat $\alpha_0 > 0$ dan $\alpha_i \geq 0$ diperlukan untuk menjamin agar $h_t > 0$ (Lo, 2003:12). Model ARCH(q) memberikan informasi bahwa ragam data pada saat ini dipengaruhi oleh data kuadrat pada q periode yang lalu. Model paling sederhana adalah ARCH(1) yaitu:

$$Y_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

dengan

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2 \tag{2.16}$$

Model ARCH(1) memberikan informasi bahwa ragam data dipengaruhi oleh kuadrat data pada satu periode yang lalu.

Menurut Enders (2004), data *return* (Y_t) dapat dimodelkan ke dalam model ARMA(p,q):

$$Y_t = C + \sum_{i=1}^{p} \omega_1 Y_{t-1} + \sum_{j=1}^{q} \theta_j Y_{t-j} + \varepsilon_t \qquad (2.17)$$

Sebagai contoh, Y_t dimodelkan ke dalam model ARMA(1,0) yaitu:

$$Y_t = C + \omega_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \,. \qquad (2.18)$$

Dalam hal ini ε_t akan bersifat *white noise* jika tidak terdapat sifat heteroscedastisitas pada Y_t atau $\varepsilon_t \sim N\left(0, \sigma_a^2\right)$. Jika dilakukan peramalan terhadap Y_{t+1}, maka rata-rata bersyarat dari Y_{t+1} dapat dituliskan:

$$E\left(Y_{t+1} \middle| Y_t\right) = E_t Y_{t+1} = C + \omega_1 Y_t \,.$$

Sedangkan ragam bersyarat dari Y_{t+1} adalah:

$$Var\left(Y_{t+1} \middle| Y_t\right) = Var_t Y_{t+1} = E\left[\left(Y_{t+1} - C - \omega_1 Y_t\right)^2\right] = E_t\left(\varepsilon_{t+1}^2\right) = \sigma_a^2$$

Menurut Enders (2004), jika ragam dari sisaan tidak konstan, maka salah satu cara sederhana untuk meramalkan sisaan yang diperoleh dari permodelan Y_t ke dalam model AR(p)

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = K + A_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + A_2 \hat{\varepsilon}_{t-2}^2 + \ldots + A_p \hat{\varepsilon}_{t-p}^2 + v_t \qquad (2.19)$$

dimana v_t adalah *white noise*. Jika $A_1, A_2, \ldots, A_p$ bernilai nol, maka ragam bersyarat Y_{t+1} adalah *K*. Tetapi jika $A_1, A_2, \ldots, A_p$ tidak bernilai nol, maka ragam bersyarat Y_{t+1} dapat dinyatakan sebagai:

$$E_t\left(\hat{\varepsilon}_{t+1}^2\right) = K + A_1 \hat{\varepsilon}_t^2 + A_2 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + \ldots + A_p \hat{\varepsilon}_{t+1-p}^2 \qquad (2.20)$$

karena $E_t\left(\hat{\varepsilon}_{t+1}^2\right)$ tidak konstan maka persamaan (2.19) dapat dinyatakan sebagai model ARCH (Bollerslev, 1986). Engle (1982) dalam Enders (2004) menyatakan bahwa cara paling mudah dan sederhana untuk melakukan pendugaan $A_1, A_2, \ldots, A_p$ pada persamaan (2.19) adalah menyatakan v_t secara multiplikatif sehingga menjadi

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \left(K + A_1\hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + A_2\hat{\varepsilon}_{t-2}^2 + \ldots + A_R\hat{\varepsilon}_{t-R}^2\right)v_t \qquad (2.21)$$

Sebagai contoh adalah model ARCH(1) pada ε_t yang dinyatakan:

$$\varepsilon_t = v_t\sqrt{K + A_1\varepsilon_{t-1}^2} \qquad (2.22)$$

dengan $v_t \sim N(0,1)$, $K > 0$ dan $0 < A_1 < 1$. Karena v_t adalah *white noise* dan bebas dari ε_{t-1}, maka ragam bersyarat dari ε_t adalah:

$$E\left(\varepsilon_t^2 \middle| \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \ldots\right) = K + A_1\varepsilon_{t-1}^2 \qquad (2.23)$$

oleh karena itu, ada heteroskedastisitas pada sisaan. Hal ini dibuktikan dengan mencari rata-rata bersyarat dari Y_t pada persamaan (2.18) jika ε_t dinyatakan dengan persamaan (2.22), yaitu:

$$E\left(Y_t \middle| Y_{t-1}\right) = E_{t-1}Y_t = C - \omega_1 Y_{t-1}$$

$$\begin{aligned}
Var\left(Y_t \middle| Y_{t-1}, Y_{t-2}, \ldots\right) &= E_{t-1}\left[\left(Y_t - C - \omega_1 Y_{t-1}\right)^2\right] \\
&= E_{t-1}\left(\varepsilon_t\right)^2 \\
&= E_{t-1}\left[v^2\left(K + A_1\varepsilon_{t-1}^2\right)\right] \\
&= E_{t-1}\left(v^2\right)E_{t-1}\left(K + A_1\varepsilon_{t-1}^2\right) \\
&= E_{t-1}\left(K + A_1\varepsilon_{t-1}^2\right) \\
&= K + A_1\varepsilon_{t-1}^2
\end{aligned}$$

sehingga ragam bersyarat dari Y_t sebagai model AR(1) dapat diduga menggunakan ragam bersyarat dari sisaan yang dimodelkan ARCH(1).

Secara umum proses ARCH(q) pada ragam bersyarat sisaan dapat dinyatakan sebagai:

$$\sigma_t^2 = K + \sum_{i=1}^{q} A_i \varepsilon_{t-i}^2 \qquad (2.24)$$

dengan $\varepsilon_t = v_t \sqrt{\sigma_t^2}$. Oleh karena itu, h_t pada persamaan (2.15) dapat diduga menggunakan σ_t^2 pada persamaan (2.24) (Enders, 2004).

Menurut Li (2002:246), terdapat kecenderungan untuk memodelkan Y_t ke dalam bentuk yang paling sederhana, yaitu ARMA(0,0), dengan mengasumsikan Y_t mempunyai rata-rata konstan sehingga persamaan (2.17) menjadi:

$$Y_t = C + \varepsilon_t \, . \qquad (2.24)$$

Persamaan (2.23) membuat model ARCH(q) pada Y_t dapat dinyatakan sebagai:

$$Y_t = C + \varepsilon_t \, , \qquad \varepsilon_t \sim N\left(0, \sigma_t^2\right)$$

$$\sigma_t^2 = K + \sum_{i=1}^{q} A_i \varepsilon_{t-i}^2$$

dengan $\varepsilon_t = v_t \sqrt{\sigma_t^2}$; C = rata-rata dari Y_t dan K = konstanta

Model ARCH(q) memberikan informasi bahwa ragam dari Y_t dipengaruhi oleh kuadrat sisaan pada q periode yang lalu. Besarnya pengaruh yang diberikan oleh kuadrat sisaan dapat dilihat dari besarnya koefisien model ARCH.

2.6.3 Model *Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH)

Model *Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedastic* dengan order p dan q, GARCH (*p*,*q*) pada Y_t didefinisikan sebagai:

$$Y_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

dengan

$$\begin{aligned} h_t &= \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2 + \ldots + \alpha_q Y_{t-q}^2 + \beta_1 h_{t-1} + \ldots + \beta_p h_{t-p} \\ &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i Y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j h_{t-j}^2 \end{aligned} \tag{2.26}$$

Sama halnya dengan model ARCH (*q*), ragam bersyarat Y_t pada persamaan (2.26) dapat diduga menggunakan ragam bersyarat dari sisaan yaitu:

$$\sigma_t^2 = K + \sum_{j=1}^{p} G_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^{q} A_i \varepsilon_{t-i}^2 \tag{2.27}$$

dengan $\varepsilon_t = v_t \sqrt{\sigma_t^2}$.

Secara umum, model GARCH (*p*,*q*) pada Y_t dinyatakan sebagai:

$$Y_t = C + \varepsilon_t , \quad \text{dimana } \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

dengan

$$\sigma_t^2 = K + \sum_{j=1}^{p} G_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^{q} A_i \varepsilon_{t-i}^2 \tag{2.28}$$

Model GARCH pada persamaan (2.28) memberikan informasi bahwa ragam dari Y_t dipengaruhi oleh kuadrat sisaan pada q periode yang lalu dan juga ragam Y_t pada *p* periode yang lalu.

2.7 Fungsi Autokorelasi untuk Kuadrat Sisaan

Menurut Enders (2004), fungsi ACF untuk ε_t^2 digunakan untuk membantu identifikasi order dari model GARCH. Langkah-langkah pembentukan ACF kuadrat sisaan untuk data *return* adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pemodelan data *return* ke dalam bentuk $Y_t = C + \varepsilon_t$ sehingga didapatkan sisaan $\left(\varepsilon_t^2\right)$ untuk Y_t yang diperoleh menggunakan rumus $\varepsilon_t = Y_t - C$, kemudian masing-masing sisaan dikuadratkan $\left(\varepsilon_t^2\right)$.
2. Menghitung fungsi ACF untuk ε_t^2 menggunakan rumus:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{T}\left(\hat{\varepsilon}_t^2 - \hat{\sigma}^2\right)\left(\hat{\varepsilon}_{t-k}^2 - \hat{\sigma}^2\right)}{\sum_{t=1}^{T}\left(\hat{\varepsilon}_t^2 - \hat{\sigma}^2\right)^2} \qquad (2.29)$$

   dengan ragam dari sisaan sebagai berikut:

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_{t=1}^{T}\frac{\hat{\varepsilon}_t^2}{T} \qquad (2.30)$$

   dan *T* adalah banyaknya sisaan.
3. Untuk sampel yang cukup besar, maka untuk menguji proses *white noise* dari $\hat{\rho}_k$ dapat didekati dengan $\pm 2/\sqrt{n}$. Statistik $\hat{\rho}_k$ yang secara individu

mempunyai nilai yang lebih besar dari $\pm 2/\sqrt{n}$ mengindikasikan adanya proses ARCH/GARCH.

Hipotesis yang digunakan untuk menguji keberadaan efek ARCH/GARCH pada ε_t^2 adalah:

H_0: tidak terdapat proses ARCH/GARCH (ε_t^2 *white noise*) ($\rho = 0$)

H_1: terdapat proses ARCH/GARCH (ε_t^2 bukan *white noise*) ($\rho \neq 0$)

Menurut Lo (2003: 41), Statistik uji *Ljung-Box Q* yaitu sebagai berikut:

$$Q = T(T+2)\sum_{k=1}^{n}\frac{\widehat{\rho}_k}{(T-k)} \tag{2.31}$$

dengan k = banyak lag.

H_0 diterima apabila $Q < \chi^2_{(k)}$ atau *p value* $> \alpha$. Penolakan H_0 menunjukkan dalam kuadrat sisaan tersebut terdapat proses ARCH/GARCH.

2.8 Fungsi Autokorelasi untuk Sisaan yang Dibakukan

Menurut Lo (2003: 46), diagnostik model GARCH menggunakan fungsi autokorelasi untuk sisaan yang dibakukan. Sisaan berasal dari model $Y_t = C + \varepsilon_t$ yang dibakukan menggunakan rumus:

$$Z_t = \frac{\varepsilon_t}{\sqrt{\sigma_t^2}}. \tag{2.32}$$

Jika persamaan (2.32) dikuadratkan maka $Z_t^2 = \varepsilon_t^2 / \sigma_t^2$, sehingga dapat dihitung fungsi autokerelasi untuk sisaan yang telah dibakukan sebagai:

$$\widehat{\rho}_j = \frac{\sum_{t=j+1}^{n}\left(Z_t^2 - \bar{Z}\right)\left(Z_{t-j}^2 - \bar{Z}\right)}{\sum_{t=1}^{n}\left(Z_t^2 - \bar{Z}\right)^2} \tag{2.33}$$

dengan

$$\bar{Z} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} Z_t^2 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{\varepsilon_t^{\,2}}{\sigma_t^2} \tag{2.34}$$

jika model GARCH cukup baik dalam memodelkan keragaman data, maka tidak terdapat hubungan antar sisaan yang dibakukan.

2.9 Metode Maximum Likelihood

Menurut Gujarati (2004:112), metode *maksimum likelihood* adalah suatu penaksir titik yang mempunyai sifat teoritis yang lebih kuat dibandingkan dengan metode penaksir kuadrat terkecil. Metode *maksimum likelihood* merupakan salah satu cara untuk mengestimasi parameter yang tidak diketahui. Prosedur estimasi maksimum likelihood menguji apakah estimasi maksimum yang tidak diketahui dari fungsi *likelihood* suatu sampel nilainya sudah memaksimumkan fungsi *likelihood*.

Menurut Greene (2003:468-469) fungsi p.d.f (*probability density function*) dari variable acak y dengan parameter β, dinotasikan $f(y \mid \beta)$. Probabilitas sampel random dari *joint* p.d.f untuk $y_1, y_2, \ldots, y_n$ (dimana n saling bebas dan berdistribusi sama) dapat dihitung:

$$f(y_1, \cdots, y_n \mid \beta) = \prod_{i=1}^{n} f(y_i \mid \beta) = l(\beta \mid y). \tag{2.35}$$

Metode maksimum *likelihood* akan memilih nilai β yang diketahui sedemikian hingga memaksimumkan nilai probabilitas dari gambaran sampel secara acak yang telah diperoleh secara aktual. Fungsi *log likelihood*-nya adalah :

$$L(\beta \mid y) = \ln l(\beta \mid y) = \sum_{i=1}^{n} \ln f(y_i \mid \beta).$$

Menurut Davidson dan Mackinnon (1999:32-33) bila fungsi likelihood terdefernsialkan terhadap β, maka estimasi maksimum *likelihood* dapat diperoleh melalui persamaan berikut:

$$(\beta_1, \beta_2, ..., \beta_n) \rightarrow \frac{\partial l(x_1, x_2, ..., x_n)}{\partial \beta_i} \qquad (2.36)$$

untuk $i = 1, 2, ..., n.$

Dalam banyak kasus, penggunaan deferensiasi akan lebih mudah bekerja pada logaritma natural dari $l(x_1, x_2, ..., x_n \mid \beta)$, yaitu:

$$L(x_1, x_2, ..., x_n \mid \beta) = \ln l(x_1, x_2, ..., x_n \mid \beta). \qquad (2.37)$$

2.10 Pendugaan Parameter ARCH-GARCH

2.10.1 Pendugaan Parameter ARCH

Menurut David dan Rober (2006:281-283), pendugaan parameter K dan A_1 untuk model ARCH (1) menggunakan *Maximum Likelihood*. Fungsi distribusi bersama dari $e_{1,} e_{2,...,} e_T$ adalah:

$$f(e_1,...,e_T) = f(e_1 | e_0, e_1) f(e_2 | e_1, e_2) f(e_3 | e_1, e_2, e_3) .. f(e_T | e_1, e_2, ..., e_{T-1})$$

$$= \prod_{j=1}^{T} f\,(e_j \,|\, e_1, ..., e_{j-1})$$

Misalkan e_j adalah sampel random berukuran n dari populasi berdistribusi normal, $e_j \,|\, e_{j-1} \sim N(0, K + A_1 e_{j-1}^2)$, dengan parameter-parameter yang belum diketahui adalah K dan A_1, sehingga *likelihood function*nya adalah sebagai berikut:

$$l(K, A_1) = \prod_{j=2}^{T} \frac{1}{\sqrt{2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)}} \exp\left\{-\frac{e_j^2}{2(K + A_1 e_{j-1}^2)}\right\}$$

dapat diperoleh *Log Likelihood function*:

$$L(K, A_1) = \ln l(K, A_1)$$

$$L(K, A_1) = \ln\left(\prod_{j=2}^{T} \frac{1}{\sqrt{2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)}} \exp\left\{-\frac{e_j^2}{2(K + A_1 e_{j-1}^2)}\right\}\right)$$

$$= \ln\left(\prod_{j=2}^{T} \frac{1}{[2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)]^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{-\frac{e_j^2}{2(K + A_1 e_{j-1}^2)}\right\}\right)$$

$$= \ln\left\{\begin{array}{l} \left(\frac{1}{[2\pi(K + A_1 e_1^2)]^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{-\frac{e_2^2}{2(K + A_1 e_1^2)}\right\}\right) \\ \left(\frac{1}{[2\pi(K + A_1 e_2^2)]^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{-\frac{e_2^2}{2(K + A_1 e_2^2)}\right\}\right) \ldots \\ \left(\frac{1}{[2\pi(K + A_1 e_{T-1}^2)]^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{-\frac{e_T^2}{2(K + A_1 e_{T-1}^2)}\right\}\right) \end{array}\right\}$$

$$= \ln\left(\frac{1}{[2\pi(K + A_1 e_1^2)]^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{-\frac{e_2^2}{2(K + A_1 e_1^2)}\right\}\right) +$$

$$\ln\left(\frac{1}{[2\pi(K + A_1 e_2^2)]^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{-\frac{e_2^2}{2(K + A_1 e_2^2)}\right\}\right) + \ldots$$

$$+\left(\frac{1}{[2\pi(K + A_1 e_{T-1}^2)]^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{-\frac{e_T^2}{2(K + A_1 e_{T-1}^2)}\right\}\right)$$

$$= \left(\ln \frac{1}{[2\pi(K + A_1 e_1^2)]^{\frac{1}{2}}} + \left\{-\frac{e_2^2}{2(K + A_1 e_1^2)}\right\}\right) +$$

$$\left(\ln \frac{1}{[2\pi(K + A_1 e_2^2)]^{\frac{1}{2}}} + \left\{-\frac{e_2^2}{2(K + A_1 e_2^2)}\right\}\right) +$$

$$\ldots + \left(\ln \frac{1}{[2\pi(K + A_1 e_{T-1}^2)]^{\frac{1}{2}}} + \left\{-\frac{e_T^2}{2(K + A_1 e_{T-1}^2)}\right\}\right)$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \left(\ln \frac{1}{[2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)]^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{2}\frac{e_j^2}{(K + A_1 e_{j-1}^2)}\right)$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \left(\ln[2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)]^{-\frac{1}{2}} - \frac{1}{2}\frac{e_j^2}{(K + A_1 e_{j-1}^2)}\right)$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \left(-\frac{1}{2}\ln\left[2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)\right] - \frac{1}{2}\frac{e_j^2}{(K + A_1 e_{j-1}^2)}\right)$$

$$= -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \ln[2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)] - \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2}{(K + A_1 e_{j-1}^2)}$$

$$= -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \ln[2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)] - \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} e_j^2 (K + A_1 e_{j-1}^2)^{-1}$$

Menurut Lo (2003:13)Pendugaan parameter untuk koefisien ARCH (1) yaitu $\widehat{K}$ dan $\widehat{A}_1$, dapat diperoleh dengan menyelesaikan fungsi $\partial L / \partial K = 0$ dan $\partial L / \partial A_1 = 0$, yaitu sebagai berikut:

$$L(K, A_1) = -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \ln[2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)] - \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} e_j^2 (K + A_1 e_{j-1}^2)^{-1}$$

$$\frac{\partial L}{\partial K} = -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{1}{2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)} 2\pi + \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} e_j^2 (K + A_1 e_{j-1}^2)^{-2} = 0$$

$$\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{1}{K + A_1 e_{j-1}^2} = \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2}{(K + A_1 e_{j-1}^2)^2}$$

$$\frac{\sum_{j=2}^{T} (K + A_1 e_{j-1}^2)^2}{\sum_{j=2}^{T} K + A_1 e_{j-1}^2} = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T} K + A_1 e_{j-1}^2 = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$(T-1)K + \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2 = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$(T-1)K = \sum_{j=2}^{T} e_j^2 - \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2$$

$$K = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2}{T-1}$$

$$= \frac{1}{T-1}\sum_{j=2}^{T} (e_j^2 - A_1 e_{j-1}^2)$$

$$L(K,A_1) = -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\ln[2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)] - \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} e_j^2 (K + A_1 e_{j-1}^2)^{-1}$$

$$\frac{\partial L}{\partial A_1} = -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{1}{2\pi(K + A_1 e_{j-1}^2)} 2\pi e_{j-1}^2 + \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} e_j^2 (K + A_1 e_{j-1}^2)^{-2} e_{j-1}^2 = 0$$

$$= -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_{j-1}^2}{K + A_1 e_{j-1}^2} + \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2 e_{j-1}^2}{(K + A_1 e_{j-1}^2)^2}$$

$$\frac{1}{2}\sum_{j-2}^{T}\frac{e_{j-1}^2}{K + A_1 e_{j-1}^2} = \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2 (e_{j-1}^2)}{(K + A_1 e_{j-1}^2)^2}$$

$$\frac{\sum_{j=2}^{T}(K + A_1 e_{j-1}^2)^2}{\sum_{j=2}^{T} K + A_1 e_{j-1}^2} = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T}(K + A_1 e_{j-1}^2) = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2 = \sum_{j=2}^{T} e_j^2 - (T-1)K$$

$$(T-1)K + \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2 = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$A_1 = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - (T-1)K}{\sum_{j=2}^{T} e_{j-1}^2}$$

$$= \sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2 - (T-1)K}{e_{j-1}^2}$$

Solusi-solusi tunggal yang secara nyata memaksimumkan fungsi log-likelihood dapat diperiksa dengan kondisi turunan kedua untuk maksimum lokal. Turunan kedua dari parameter K dan A_1 adalah sebagai berikut (Aziz,2007:13):

$$\frac{\partial^2 l}{\partial K^2} = \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{1}{(K + A_1 e_{j-1}^2)^2} - \sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2}{(K + A_1 e_{j-1}^2)^3} < 0$$

$$\frac{\partial^2 l}{\partial A_1^2} = \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{(e_{j-1}^2)^2}{(K + A_1 e_{j-1}^2)^2} - \sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2 (e_{j-1}^2)^2}{(K + A_1 e_{j-1}^2)^3} < 0$$

Karena nilai turunan kedua adalah bernilai negatif maka secara nyata memaksimumkan fungsi *log-likelihood*.

2.10.2 Pendugaan Parameter GARCH

Pendugaan parameter $K, A_1,$ dan G_1 untuk model GARCH (1,1) menggunakan *Maximum Likelihood*. Fungsi distribusi bersama dari $e_1, e_2, ..., e_T$ adalah:

$$f(e_1,...,e_T) = f(e_1|e_0,e_1) f(e_2|e_1,e_2) f(e_3|e_1,e_2,e_3)...f(e_T|e_1,e_2,...,e_{T-1})$$

$$= \prod_{j=1}^{T} f(e_j|e_1,...,e_{j-1})$$

Misalkan e_j adalah sampel random berukuran n dari populasi berdistribusi normal, $e_j|e_{j-1} \sim N(0, K + A_1 e_{j-1}^2 + G_1 \sigma_{j-1}^2)$, dengan parameter-parameter yang belum diketahui adalah $K, A_1,$ dan G_1, sehingga *likelihood function*nya adalah sebagai berikut:

$$l(K, A_1, G_1) = \prod_{j=2}^{T}\frac{1}{\sqrt{2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)}}\exp\left\{-\frac{e_j^2}{2(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)}\right\}$$

dapat diperoleh *Log Likelihood function*:

$$L(K,A_1,G_1)=\ln\left(\prod_{j=2}^{T}\frac{1}{\sqrt{2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)}}\exp\left\{-\frac{e_j^2}{2(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)}\right\}\right)$$

$$=\ln\left\{\begin{array}{l}\left(\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_1^2+A_1e_1^2)]^{\frac{1}{2}}}\exp\left\{-\frac{e_2^2}{2(K+G_1\sigma_1^2+A_1e_1^2)}\right\}\right)\\ \left(\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_2^2+A_1e_2^2)]^{\frac{1}{2}}}\exp\left\{-\frac{e_3^2}{2(K+G_1\sigma_2^2+A_1e_2^2)}\right\}\right)\ldots\\ \left(\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_{T-1}^2+A_1e_{T-1}^2)]^{\frac{1}{2}}}\exp\left\{-\frac{e_T^2}{2(K+G_1\sigma_{T-1}^2+A_1e_{T-1}^2)}\right\}\right)\end{array}\right\}$$

$$=\ln\left(\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_1^2+A_1e_1^2)]^{\frac{1}{2}}}\exp\left\{-\frac{e_2^2}{2(K+G_1\sigma_1^2+A_1e_1^2)}\right\}\right)+$$

$$\ln\left(\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_2^2+A_1e_2^2)]^{\frac{1}{2}}}\exp\left\{-\frac{e_3^2}{2(K+G_1\sigma_2^2+A_1e_2^2)}\right\}\right)+\ldots$$

$$+\left(\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_{T-1}^2+A_1e_{T-1}^2)]^{\frac{1}{2}}}\exp\left\{-\frac{e_T^2}{2(K+G_1\sigma_{T-1}^2+A_1e_{T-1}^2)}\right\}\right)$$

$$=\left(\ln\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_1^2+A_1e_1^2)]^{\frac{1}{2}}}+\left\{-\frac{e_2^2}{2(K+G_1\sigma_1^2+A_1e_1^2)}\right\}\right)+$$

$$\left(\ln\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_2^2+A_1e_2^2)]^{\frac{1}{2}}}+\left\{-\frac{e_3^2}{2(K+G_1\sigma_2^2+A_1e_2^2)}\right\}\right)+$$

$$\ldots+\left(\ln\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_{T-1}^2+A_1e_{T-1}^2)]^{\frac{1}{2}}}+\left\{-\frac{e_T^2}{2(K+G_1\sigma_{T-1}^2+A_1e_{T-1}^2)}\right\}\right)$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \left(\ln \frac{1}{[2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)]^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{2} \frac{e_j^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)} \right)$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \left(\ln[2\pi(K + A_1e_{j-1}^2)]^{-\frac{1}{2}} - \frac{1}{2} \frac{e_j^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)} \right)$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \left(-\frac{1}{2} \ln\left[2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)\right] - \frac{1}{2} \frac{e_j^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)} \right)$$

$$= -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \ln\left[2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)\right] - \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} e_j^2(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)^{-1}$$

$$= -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \ln\left[2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)\right] - \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)}$$

Pendugaan parameter untuk koefisien GARCH(1,1) yaitu $\hat{K}, \hat{A}_1$, dan $\hat{G}_1$ dapat diperoleh dengan menyelesaikan fungsi $\partial L / \partial K = 0, \partial L / \partial A_1 = 0$ dan $\partial L / \partial G_1 = 0$, yaitu sebagai berikut:

$$L(K, A_1, G_1) = -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \ln\left[2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)\right] - \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)}$$

$$\frac{\partial l}{\partial K} = -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{1}{2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)} 2\pi + \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} e_j^2(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)^{-2} = 0$$

$$= -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{1}{K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2} + \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)^2}$$

$$\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{1}{K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2} = \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)^2}$$

$$\frac{\sum_{j=2}^{T}(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2)^2}{\sum_{j=2}^{T} K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2} = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T}(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2) = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$(T-1)K + \sum_{j=2}^{T} G_1\sigma_{j-1}^2 + \sum_{j=2}^{T} A_1e_{j-1}^2 = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$(T-1)K=\sum_{j=2}^{T}e_j^2-\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2-\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2$$

$$K=\frac{\sum_{j=2}^{T}e_j^2-\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2-\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2}{(T-1)}$$

$$=\frac{1}{T-1}\sum_{j=2}^{T}e_j^2-G_1\sigma_{j-1}^2-A_1e_{j-1}^2$$

$$L(K,A_1,G_1)=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\ln\left[2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)\right]-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)}$$

$$\frac{\partial L}{\partial A_1}=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{1}{2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)}2\pi e_{j-1}^2+\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}e_j^2(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)^{-2}e_{j-1}^2=0$$

$$=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_{j-1}^2}{K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2}+\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2e_{j-1}^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)^2}$$

$$\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_{j-1}^2}{K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2}=\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2e_{j-1}^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)^2}$$

$$\frac{\sum_{j=2}^{T}(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)^2}{\sum_{j=2}^{T}K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2}=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T}(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$(T-1)K+\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2+\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2=\sum_{j=2}^{T}e_j^2-(T-1)K-\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2$$

$$A_1 = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - (T-1)K - \sum_{j=2}^{T} G_1 \sigma_{j-1}^2}{\sum_{j=2}^{T} e_{j-1}^2}$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2 - (T-1)K - G_1 \sigma_{j-1}^2}{e_{j-1}^2}$$

$$L(K, A_1, G_1) = -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \ln\left[2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)\right] - \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)}$$

$$\frac{\partial L}{\partial G_1} = -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{1}{2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)} 2\pi\sigma_{j-1}^2 + \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} e_j^2 (K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)^{-2} \sigma_{j-1}^2 = 0$$

$$= -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{\sigma_{j-1}^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)} + \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2 \sigma_{j-1}^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)^2}$$

$$\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{\sigma_{j-1}^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)} = \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2 (\sigma_{j-1}^2)}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)^2}$$

$$\frac{\sum_{j=2}^{T} (K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)^2}{\sum_{j=2}^{T} (K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2)} = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T} (K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2) = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$(T-1)K + \sum_{j=2}^{T} G_1\sigma_{j-1}^2 + \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2 = \sum_{j=2}^{T} e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T} G_1\sigma_{j-1}^2 = \sum_{j=2}^{T} e_j^2 - (T-1)K - \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2$$

$$G_1 = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - (T-1)K - \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2}{\sum_{j=2}^{T} \sigma_{j-1}^2}$$

$$=\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2-(T-1)K-A_1e_{j-1}^2}{\sigma_{j-1}^2}$$

Solusi-solusi tunggal yang secara nyata memaksimumkan fungsi log-likelihood dapat diperiksa dengan kondisi turunan kedua untuk maksimum lokal. Turunan kedua dari parameter K, A_1, dan G_1 adalah sebagai berikut (Aziz,2007:13):

$$\frac{\partial^2 l}{\partial K^2}=\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{1}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)^2}-\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)^3}<0$$

$$\frac{\partial^2 l}{\partial A_1^2}=\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{(e_{j-1}^2)^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)^2}-\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2(e_{j-1}^2)^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)^3}<0$$

$$\frac{\partial^2 l}{\partial G_1^2}=\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{(\sigma_{j-1}^2)^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)^2}-\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2(\sigma_{j-1}^2)^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)^3}<0$$

Karena turunan kedua adalah bernilai negatif maka secara nyata memaksimumkan fungsi *log-likelihood.*

2.11 Estimasi Value at Risk (VaR)

VaR merupakan sebuah konsep yang digunakan dalam pengukuran risiko dalam *risk management*. Secara sederhana *VaR* ingin menjawab pertanyaan "seberapa besar (dalam persen atau sejumlah uang tertentu) investor dapat merugi selama waktu investasi *T* dengan tingkat kepercayaan sebesar α ". Dari pertanyaan tersebut, secara sederhana melihat adanya tiga variabel yang penting: besar kerugian, selang waktu, dan besar tingkat kepercayaan (Harper, 2004). Secara spesifik akan melihat pergerakan harga-harga saham melalui perspektif *VaR* ini.

Secara teknis, *VaR* dengan tingkat kepercayaan α, Ψ(α), dinyatakan sebagai bentuk kuantil (1−α) dari distribusi keuntungan dan kerugian *r(t)* untuk *t=1,2,3,…,T* di mana *T* adalah periode investasinya. Jika menuliskan *f* (*r*(*t*)) sebagai fungsi kepadatan peluang dari *r(t)* dan *F*(*r*(*t*)) sebagai fungsi distribusi kumulatifnya, maka secara sederhana dapat menyatakan *VaR* dari *r(t)* tersebut pada tingkat kepercayaan α sebagai

$$F(\psi) = 1 - \alpha \tag{2.38}$$

dan bentuk invers dari fungsi tersebut untuk menghitung nilai *VaR*,

$$\psi = F-1(1-\alpha) \tag{2.39}$$

Dalam hal ini, *VaR* merupakan bentuk invers dari fungsi kepadatan kumulatif (CDF). Mengingat komposisi portofolio dalam sistem perbankan senantiasa tidak tetap melainkan sering terjadi perubahan, maka *VaR* dapat ditulis sebagai:

$$\psi = F-1\left(1-\alpha/\Theta(t)\right) \tag{2.40}$$

di mana Θ(*t*) merupakan besaran yang menunjukkan komposisi portofolio pada waktu *t*.

Dengan memandang pergerakan harga saham *p(t)* sebagai proses stokastik dengan model difusi kontinu (*lih:* Bali, 2003 dan Baxter & Rennie, 1996), dapat menyatakan *return* harga sebagai gerak Brown pada waktu diskrit sebagai:

$$r(t) = \ln\left(\frac{p(t+\Delta t)}{p(t)}\right)$$

$$= \mu\Delta t + \alpha\varepsilon\sqrt{\Delta t} \tag{2.41}$$

Dengan μ dan σ masing-masing sebagai konstanta *drift* dan volatilitas dengan $\varepsilon = \left(\frac{r(t)-\mu}{\sigma}\right)$ saat $\Delta t = 1,\ \varepsilon \sim iid\ N(0,1)$.

Misalkan *VaR* diperkirakan sebesar *X* dengan selang waktu 24 jam (*T*) dan *confidence coefficient* adalah (100 - α)%. Ini artinya terdapat α% peluang terjadinya kerugian yang melebihi *X*, selama 24 jam ke depan. *VaR* biasanya ditulis dalam bentuk *VaR* (α) atau *VaR* (α, T) yang menandakan bahwa *VaR* bergantung pada nilai α dan *T* (Dowd, 2002).

Apabila data diasumsikan berdistribusi normal, α-*quantile* dari distribusi adalah $N(\mu, \sigma^2)$ adalah $\mu + \Phi^{-1}(\alpha)\sigma$ maka estimasi $VaR(\alpha)$ adalah:

$$VaR(\alpha) = -S \times \left\{\mu + \Phi^{-1}(\alpha)\sigma\right\} \tag{2.42}$$

Sedangkan untuk sampel *return* persamaannya menjadi :

$$VaR(\alpha) = -S \times \left\{\bar{R} + \Phi^{-1}(\alpha)S\right\} \tag{2.43}$$

2.12 Harga Saham

2.12.1 Pengertian Harga Saham

Pengertian saham secara umum dan sederhana adalah “surat berharga yang dapat di beli atau di jual oleh perorangan atau lembaga di pasar tempat surat tersebut diperjualbelikan”.

Saham (*stock)* merupakan salah satu instrumen pasar keuangan yang paling populer. Menerbitkan saham merupakan salah satu pilihan perusahaan ketika memutuskan untuk pendanaan perusahaan. Pada sisi yang lain, saham merupakan instrumen investasi yang banyak di pilih para investor karena saham mampu memberikan tingkat keuntungan yang menarik. Saham di bagi menjadi dua jenis, yaitu saham biasa (*common stock)* dan saham preferen (*preferred stock)*. Saham biasa merupakan saham yang menempatkan pemiliknya paling akhir, terhadap pembagian diveden dan hak terhadap harta kekayaan perusahaan apabila perusahaan tersebut dilikuiditas (tidak memiliki hak-hak istimewa). Karakteristik dari saham biasa adalah diveden dibayarkan selama perusahaan memperoleh laba. Sedangkan saham preferen, merupakan saham yang memiliki karakteristik gabungan antara obligasi dan saham biasa, karena dapat menghasilkan pendapatan tetap.

Daya tarik dari investasi saham, yaitu diveden dan capital gain. Dividen merupakan keuntungan yang diberikan perusahaan penerbit saham atas keuntungan yang dihasilkan perusahaan. Biasanya dividen dibagikan setelah adanya persetujuan pemegang saham dan dilakukan setahun sekali. Agar investor berhak mendapatkan dividen, pemodal tersebut harus memegang saham tersebut untuk kurun waktu tertentu hingga kepemilikan saham tersebut diakui sebagai pemegang saham dan berhak mendapatkan dividen. Dividen yang diberikan perusahaan dapat berupa dividen tunai, di mana pemodal atau pemegang saham mendapatkan uang tunai sesuai dengan jumlah saham yang dimiliki dan dividen saham di mana pemegang saham mendapatkan jumlah saham tambahan.

2.12.2 Pandangan Islam Tentang Jual Beli Harga Saham

Dalam ajaran Islam, kegiatan berinvestasi dapat dikategorikan sebagai kegiatan ekonomi sekaligus termasuk kegiatan muamalah yaitu suatu kegiatan yang mengatur hubungan antar manusia. Selain itu berdasarkan kaidah fikih, hukum asal dari kegiatan muamalah adalah mubah (boleh), yaitu semua kegiatan dalam pola hubungan antar manusia adalah mubah (boleh) kecuali jelas ada larangannya (haram). Ini berarti ketika suatu kegiatan muamalah yang kegiatan tersebut baru muncul dan belum dikenal sebelumnya dalam ajaran Islam maka kegiatan tersebut dianggap dapat diterima kecuali dari Al-Qur'an dan Hadits yang melarang secara implisit maupun eksplisit.

Dalam beberapa literatur Islam klasik, tidak ditemukan adanya terminologi investasi maupun pasar modal, akan tetapi sebagai suatu kegiatan ekonomi, kegiatan tersebut dapat dikategorikan sebagai kegiatan jual beli (Tim Studi Investasi Syariah, 2004:10-11). Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat *al-Baqaroh* ayat 275, yang berbunyi:

ٱلَّذِينَ يَأْكُلُونَ ٱلرِّبَوٰاْ لَا يَقُومُونَ إِلَّا كَمَا يَقُومُ ٱلَّذِى يَتَخَبَّطُهُ
ٱلشَّيْطَٰنُ مِنَ ٱلْمَسِّ ۚ ذَٰلِكَ بِأَنَّهُمْ قَالُوٓاْ إِنَّمَا ٱلْبَيْعُ مِثْلُ ٱلرِّبَوٰاْ ۗ وَأَحَلَّ

ٱللَّهُ ٱلْبَيْعَ وَحَرَّمَ ٱلرِّبَوٰا۟ ۚ فَمَن جَآءَهُۥ مَوْعِظَةٌ مِّن رَّبِّهِۦ فَٱنتَهَىٰ فَلَهُۥ مَا
سَلَفَ وَأَمْرُهُۥٓ إِلَى ٱللَّهِ ۖ وَمَنْ عَادَ فَأُو۟لَٰٓئِكَ أَصْحَٰبُ ٱلنَّارِ ۖ هُمْ فِيهَا
خَٰلِدُونَ ﴿٢٧٥﴾

Artinya: " Orang-orang yang makan riba tidak dapat berdiri melainkan seperti berdirinya orang yang kemasukan syaitan karena gila. Yang demikian itu karena berkata bahwa jual beli sama dengan riba. Padahal Allah telah menghalalkan jual beli dan mengharamkan riba. Barangsiapa mendapat peringatan dari Tuhan-Nya, lalu dia berhenti, maka apa yang telah diperolehnya dahulu menjadi miliknya dan urusannya (terserah) kepada Allah. Barangsiapa mengulangi, maka mereka itu penghuni neraka, mereka kekal di dalamnya"

Penyebutan jual beli dari ayat di atas merupaka modal dasar untuk memberikan tata cara melakukan perdagangan. Dalam hadist Rasulallah SAW juga mempertegas:

نَهَارَسُوْلُ ا للهِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ اَنْ اَبِيْعَ مَالَيْسَ عِنْدِى (الطرمذ)

Artinya: " tidak boleh menjual sesuatu hingga kamu memili "(HR. Tirmid-1154).

Atas dasar dua sumber hukum Islam di atas, fikih modern memandang saham sebagai penyertaan perdagangan dalam kepemilikan perusahaan, bukan saham pribadi. Kepemilikan perusahaan ini kemudian disamakan dengan kepemilikan terhadap aset perusahaan. Dengan kata lain, pemegang saham suatu perusahaan adalah pemilik dari perusahaan yang bersangkutan, dimana mereka berhak memperoleh pembagian keuntungan perusahaan.

2.13 Kajian Al-Qur'an tentang Resiko, Estimasi, dan Peramalan

Resiko adalah bagian tak terpisahkan dari kehidupan manusia. Resiko tidak dapat dan tidak perlu dihindari, tetapi dapat dikelola dengan mempelajari dan berhati-hati pada masa sekarang sehingga bisa menjadi suatu peluang untuk mendapatkan hasil yang diinginkan untuk masa yang akan datang.

Sebagaiman firman Allah SWT di dalam kitab Al-Qur'an, surat *Al-Hasyr* ayat 18:

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ ٱتَّقُواْ ٱللَّهَ وَلۡتَنظُرۡ نَفۡسٞ مَّا قَدَّمَتۡ لِغَدٖۖ وَٱتَّقُواْ ٱللَّهَۚ إِنَّ ٱللَّهَ خَبِيرُۢ بِمَا تَعۡمَلُونَ ١٨

Artinya: "*Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah Setiap diri memperhatikan (merenungkan) apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah, Sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan*".

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah memerintahkan semua makhluknya untuk melaksanakan segala perintahNya dan menjahui laranganNya. Karena segala perbuatan yang dilakukan oleh makhlukNya pada akhirnya akan dipertanggungjawabkan diakhirat. Apabila yang diperbuat adalah segala perintahNya maka resiko kebaikan (surga) dan sebaliknya apabila segala laranganNya yang diperbuat maka neraka adalah resiko yang akan didapatkan pada hari akhir nanti.

Dalam kegiatan jual beli sahampun para investor harus lebih berhati-hati dalam berinvestasi, supaya resiko kerugian yang didapat semakin kecil.

Para investor harus pandai-pandai mengelola keuangan, dengan demikian maka akan dapat dengan mudah memperkirakan keuntungan yang mungkin dapat diraih oleh para investor.

Dengan bersikap berhati-hati dan mau belajar dari masa lalu manusia bisa memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Ini adalah usaha manusia. Nasib manusia tidak ada yang mengetahuinya kecuali Allah. Karena nasib manusia adalah sesuatu yang tidak dapat dipastikan dan tidak ada yang tahu apa yang akan terjadi di masa datang, tetapi tidak ada satupun yang dapat memastikan apa yang akan terjadi di kemudian hari. Sebagaimana firman Allah di dalam surat *Az-Zumar* ayat 47:

وَلَوْ أَنَّ لِلَّذِينَ ظَلَمُوا۟ مَا فِى ٱلْأَرْضِ جَمِيعًا وَمِثْلَهُۥ مَعَهُۥ لَٱفْتَدَوْا۟ بِهِۦ
مِن سُوٓءِ ٱلْعَذَابِ يَوْمَ ٱلْقِيَـٰمَةِ ۚ وَبَدَا لَهُم مِّنَ ٱللَّهِ مَا لَمْ يَكُونُوا۟
يَحْتَسِبُونَ ﴿٤٧﴾

Artinya: "Dan Sekiranya orang-orang yang zalim mempunyai apa yang ada di bumi semuanya dan (ada pula) sebanyak itu besertanya, niscaya mereka akan menebus dirinya dengan itu dari siksa yang buruk pada hari kiamat. dan jelaslah bagi mereka azab dari Allah yang belum pernah mereka perkirakan"

Ayat di atas menjelaskan bahwa, adzab dan siksa hari akhir dari Allah SWT kepada makhlukNya adalah sesuatu yang tidak pernah terlintas dalam pikiran dan perkiraan atau penaksiran mereka. Mereka mendapatkan azab dan siksa hari akhir . Karena perbuatan mereka yang zalim di dunia seperti menginvestasikan pada hal-hal yang dilarang oleh syariat Islam, misalnya menginvestasikan pada perusahaan minuman keras dan lain sebagainya.

Jika menkaji lebih jauh lagi pada ayat di atas, terdapat unsur ketidakpastian. Ketidakpastian secara etimologi berarti kekwatiran atau resiko(suatu yang tidak pasti). Hal ini sesuai dengan sabda Rasulallah SWT *"Janganlah kalian membeli ikan di dalam air (laut) karena perbuatan semacam itu termasuk tidak pasti"* (HR. Ahmad). Hadist tersebut menjelaskan bahwa transaksi jual beli sesuatu yang tidak pasti dilarang dalam Islam. Seperti memprediksi harga saham yang diperbolehkan dengan tujuan untuk membagun perekonomian yang lebih baik lagi, akan tetapi apabila investor melakukan transaksi jual beli saham yang tidak pasti maka itu tidak diperboleh.

Memprediksi adalah cara untuk menghitung atau menilai sesuatu pada kejadian-kejadian sebelumnya, sebagaimana firman Allah dalam surat Yusuf ayat 47-48, dimana di dalamnya tersirat makna bahwa Nabi Yusuf diperintah oleh Allah untuk merencanakan ekonomi pertanian untuk masa lima belas tahun, hal ini dilakukan untuk menghadapi terjadinya krisis pangan menyeluruh atau musim paceklik.

Akan tetapi, tidak semua peramalan itu menyimpang dari ajaran Islam karena ramalan atau prediksi dalam Islam hukumnya ada yang boleh dan ada yang tidak, salah satu contoh ramalan yang diperbolehkan adalah ramalan yang terdapat dalam Al-Qur'an yaitu masalah perekonomian yang tersurat dalam surat Yusuf.

Al-Qur'an adalah sumber dari segala macam ilmu. Salah satu contoh peramalan yang ada di dalam Al-Qur'an adalah masalah perekonomian yang tersurat dalam surat *Yusuf* ayat 47- 48, yaitu :

قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأَبًا فَمَا حَصَدتُّمْ فَذَرُوهُ فِي سُنۢبُلِهِۦٓ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَأْكُلُونَ ﴿٤٧﴾ ثُمَّ يَأْتِي مِنۢ بَعْدِ ذَٰلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تُحْصِنُونَ ﴿٤٨﴾

Artinya : *Yusuf berkata: "Supaya kamu bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa; Maka apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan dibulirnya kecuali sedikit untuk kamu makan. Kemudian sesudah itu akan datang tujuh tahun yang Amat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari (bibit gandum) yang kamu simpan.(* Q.S Yusuf : 47- 48)

Di dalam ayat di atas menjelaskan bahwa Nabi Yusuf diperintah oleh Allah untuk merencanakan ekonomi pertanian untuk masa lima belas tahun, hal ini dilakukan untuk menghadapi terjadinya krisis pangan menyeluruh atau musim paceklik. Menghadapi masalah ini Nabi Yusuf memberikan usul diadakannya perencanaan pembangunan pertanian yang akhirnya praktik pelaksanaannya diserahkan kepada Nabi Yusuf, berkat perencanaan yang matang itulah Mesir dan daerah-daerah sekelilingnya turut mendapat berkahnya (Qardhawi, 1998:137).

Peramalan yang dilakukan manusia adalah upaya untuk mencari pegangan dalam pengambilan suatu keputusan, akan tetapi hasil dari rencana manusia dapat berubah bergantung pada upaya-upaya yang mereka lakukan untuk menjadi yang lebih baik, sebagai mana firman Allah dalam surat *Ar – Ra'd* ayat 11, yaitu:

لَهُۥ مُعَقِّبَٰتٌ مِّنۢ بَيۡنِ يَدَيۡهِ وَمِنۡ خَلۡفِهِۦ يَحۡفَظُونَهُۥ مِنۡ أَمۡرِ ٱللَّهِۗ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوۡمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُواْ مَا بِأَنفُسِهِمۡۗ وَإِذَآ أَرَادَ ٱللَّهُ بِقَوۡمٍ سُوٓءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُۥۚ وَمَا لَهُم مِّن دُونِهِۦ مِن وَالٍ ١١

Artinya :*"Bagi manusia ada malaikat-malaikat yang selalu mengikutinya bergiliran, di muka dan di belakangnya, mereka menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak merobah Keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merobah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap sesuatu kaum, Maka tak ada yang dapat menolaknya; dan sekali-kali tak ada pelindung bagi mereka selain Dia"*

Di dalam ayat di atas dijelaskan bahwa Allah SWT memiliki malaikat-malaikat yang memantau manusia dari depan dan belakang secara bergiliran. Malaikat-malaikatNya ini menjaganya berdasarkan perintah Allah SWT, menghitung amal perbuatannya yang baik maupun yang buruk.

Sesungguhnya Allah SWT tidak mengubah nikmat yang telah Dia berikan kepada suatu kaum sampai mereka mengubah ketaatan kepadaNya menjadi kemaksiatan. Dia pun mengubah kesenangan menjadi kesengsaraan, mengganti nikmat dengan cobaan.

Apabila Allah SWT menghendaki bala' atau bencana atas suatu kaum maka tidak ada yang bisa mencegahnya. Tidak ada tempat untuk menghindar dari ketetapanNya. Mereka tidak mempunyai penolong yang dapat membantu menangani persoalan mereka untuk mendapatkan apa yang mereka suka dan menghalangi apa yang mereka benci. Hanya Allah SWT semata yang mendalilkan segala urusan hamba-hambaNya.(Qardhawi, 1998:344).

BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Model GARCH-M

Jika terdapat variansi bersyarat di dalam persamaan *mean* maka akan mendapatkan model GARCH *in Mean* (GARCH-M) (Engle, Liliens dan Robins, 1987). Model GARCH(p, q)-M dapat didefinisikan sebagai mana:

$$Y_t \mid F_{t-1} \sim N\left(0, h_t\right), t = 1, 2, ..T$$

dengan

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \sigma_1 \sigma_t^2 + \varepsilon_t$$

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 \sigma_{t-1}^2 + \ldots + \alpha_q \sigma_{t-q}^2 + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \ldots + \beta_p \varepsilon_{t-p} + \sigma_t \\ &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_1 \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sigma_t \end{aligned} \quad (3.1)$$

di mana β_1 dan σ_1 adalah konstan. Perumusan dari model GARCH-M pada (3.1) menyatakan bahwa ada serial korelasi dalam deret return Y_t.

3.2 Estimasi Parameter Model GARCH-M

Pendugaan parameter $K, A_1,$ dan G_1 untuk model GARCH-M (1,1) menggunakan *Maximum Likelihood*. Fungsi distribusi bersama dari $e_1, e_2, ..., e_T$ adalah:

$$f(e_1,...,e_T) = f(e_1 | e_0, e_1) f(e_2 | e_1, e_2) f(e_3 | e_1, e_2, e_3)..f(e_T | e_1, e_2, ..., e_{T-1})$$

$$= \prod_{j=1}^{T} f(e_j | e_1, \ldots, e_{j-1})$$

Misalkan e_j adalah sampel random berukuran n dari populasi berdistribusi normal, $e_j | e_{j-1} \sim N(0, K + A_1 e_{j-1}^2 + G_1 \sigma_{j-1}^2 + \sigma_t)$, dengan parameter-parameter yang belum diketahui adalah K, A_1, dan G_1, sehingga *likelihood function*nya adalah sebagai berikut:

$$l(K, A_1, G_1) = \prod_{j=2}^{T} \frac{1}{\sqrt{2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2 + \sigma_j)}} \exp\left\{ -\frac{e_j^2}{2(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2 + \sigma_j)} \right\}$$

dapat diperoleh *Log Likelihood function*:

$$L(K, A_1, G_1) = \ln\left(\prod_{j=2}^{T} \frac{1}{\sqrt{2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2 + \sigma_j)}} \exp\left\{ -\frac{e_j^2}{2(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1 e_{j-1}^2 + \sigma_j)} \right\} \right)$$

$$= \ln \left\{ \begin{array}{l} \left(\dfrac{1}{[2\pi(K + G_1\sigma_1^2 + A_1 e_1^2 + \sigma_2)]^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{ -\dfrac{e_2^2}{2(K + G_1\sigma_1^2 + A_1 e_1^2 + \sigma_2)} \right\} \right) \\ \left(\dfrac{1}{[2\pi(K + G_1\sigma_2^2 + A_1 e_2^2 + \sigma_3)]^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{ -\dfrac{e_3^2}{2(K + G_1\sigma_2^2 + A_1 e_2^2 + \sigma_3)} \right\} \right) \ldots \\ \left(\dfrac{1}{[2\pi(K + G_1\sigma_{T-1}^2 + A_1 e_{T-1}^2 + \sigma_T)]^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{ -\dfrac{e_T^2}{2(K + G_1\sigma_{T-1}^2 + A_1 e_{T-1}^2 + \sigma_T)} \right\} \right) \end{array} \right\}$$

$$
\begin{aligned}
&= \ln\left(\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_1^2+A_1e_1^2+\sigma_2)]^{\frac{1}{2}}}\exp\left\{-\frac{e_2^2}{2(K+G_1\sigma_1^2+A_1e_1^2+\sigma_2)}\right\}\right)+\\
&\ln\left(\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_2^2+A_1e_2^2+\sigma_3)]^{\frac{1}{2}}}\exp\left\{-\frac{e_3^2}{2(K+G_1\sigma_2^2+A_1e_2^2+\sigma_3)}\right\}\right)+\dots\\
&+\left(\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_{T-1}^2+A_1e_{T-1}^2+\sigma_T)]^{\frac{1}{2}}}\exp\left\{-\frac{e_T^2}{2(K+G_1\sigma_{T-1}^2+A_1e_{T-1}^2+\sigma_T)}\right\}\right)\\
&=\left(\ln\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_1^2+A_1e_1^2+\sigma_2)]^{\frac{1}{2}}}+\left\{-\frac{e_2^2}{2(K+G_1\sigma_1^2+A_1e_1^2+\sigma_2)}\right\}\right)+\\
&\left(\ln\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_2^2+A_1e_2^2+\sigma_3)]^{\frac{1}{2}}}+\left\{-\frac{e_3^2}{2(K+G_1\sigma_2^2+A_1e_2^2+\sigma_3)}\right\}\right)+\\
&\dots+\left(\ln\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_{T-1}^2+A_1e_{T-1}^2+\sigma_T)]^{\frac{1}{2}}}+\left\{-\frac{e_T^2}{2(K+G_1\sigma_{T-1}^2+A_1e_{T-1}^2+\sigma_T)}\right\}\right)\\
&=\sum_{j=2}^{T}\left(\ln\frac{1}{[2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)]^{\frac{1}{2}}}-\frac{1}{2}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}\right)\\
&=\sum_{j=2}^{T}\left(\ln[2\pi(K+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)]^{-\frac{1}{2}}-\frac{1}{2}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}\right)\\
&=\sum_{j=2}^{T}\left(-\frac{1}{2}\ln\left[2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)\right]-\frac{1}{2}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}\right)\\
&=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\ln\left[2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)\right]-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}e_j^2(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^{-1}\\
&=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\ln\left[2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)\right]-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}
\end{aligned}
$$

Pendugaan parameter untuk koefisien GARCH-M(1,1) yaitu $\widehat{K},\widehat{A}_1,$ dan $\widehat{G}_1$ dapat diperoleh dengan menyelesaikan fungsi $\partial L/\partial K=0, \partial L/\partial A_1=0$ dan $\partial L/\partial G_1=0$, yaitu sebagai berikut:

$$L(K,A_1,G_1)=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\ln\left[2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)\right]-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}$$

$$\frac{\partial l}{\partial K}=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{1}{2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}2\pi+\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}e_j^2(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^{-2}=0$$

$$=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{1}{K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j}+\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^2}$$

$$\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{1}{K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j}=\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2)^2+\sigma_j}$$

$$\frac{\sum_{j=2}^{T}(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^2}{\sum_{j=2}^{T}K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j}=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T}(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$(T-1)K+\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2+\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2+\sigma_j=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$(T-1)K=\sum_{j=2}^{T}e_j^2-\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2-\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2-\sigma_j$$

$$K=\frac{\sum_{j=2}^{T}e_j^2-\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2-\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2-\sigma_j}{(T-1)}$$

$$=\frac{1}{T-1}\sum_{j=2}^{T}e_j^2-G_1\sigma_{j-1}^2-A_1e_{j-1}^2-\sigma_j$$

$$L(K,A_1,G_1)=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\ln\left[2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)\right]-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}$$

$$\frac{\partial L}{\partial A_1}=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{1}{2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}2\pi e_{j-1}^2+\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}e_j^2(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^{-2}e_{j-1}^2=0$$

$$=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_{j-1}^2}{K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j}+\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2e_{j-1}^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^2}$$

$$\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_{j-1}^2}{K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j}=\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2e_{j-1}^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^2}$$

$$\frac{\sum_{j=2}^{T}(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^2}{\sum_{j=2}^{T}K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j}=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T}(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$(T-1)K+\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2+\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2+\sigma_j=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2=\sum_{j=2}^{T}e_j^2-(T-1)K-\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2-\sigma_j$$

$$A_1=\frac{\sum_{j=2}^{T}e_j^2-(T-1)K-\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2-\sigma_j}{\sum_{j=2}^{T}e_{j-1}^2}$$

$$=\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2-(T-1)K-G_1\sigma_{j-1}^2-\sigma_j}{e_{j-1}^2}$$

$$L(K,A_1,G_1)=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\ln\left[2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)\right]-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}$$

$$\frac{\partial L}{\partial G_1}=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{1}{2\pi(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}2\pi\sigma_{j-1}^2+\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}e_j^2(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^{-2}\sigma_{j-1}^2=0$$

$$=-\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{\sigma_{j-1}^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}+\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2\sigma_{j-1}^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^2}$$

$$\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{\sigma_{j-1}^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}=\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2(\sigma_{j-1}^2)}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^2}$$

$$\frac{\sum_{j=2}^{T}(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^2}{\sum_{j=2}^{T}(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)}=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T}(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$(T-1)K+\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2+\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2+\sigma_j=\sum_{j=2}^{T}e_j^2$$

$$\sum_{j=2}^{T}G_1\sigma_{j-1}^2=\sum_{j=2}^{T}e_j^2-(T-1)K-\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2-\sigma_j$$

$$G_1=\frac{\sum_{j=2}^{T}e_j^2-(T-1)K-\sum_{j=2}^{T}A_1e_{j-1}^2-\sigma_j}{\sum_{j=2}^{T}\sigma_{j-1}^2}$$

$$=\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2-(T-1)K-A_1e_{j-1}^2-\sigma_j}{\sigma_{j-1}^2}$$

Solusi-solusi tunggal yang secara nyata memaksimumkan fungsi *log-likelihood* dapat diperiksa dengan kondisi turunan kedua untuk maksimum lokal. Turunan kedua dari parameter $K, A_1,$ dan G_1 adalah sebagai berikut (Aziz,2007:13):

$$\frac{\partial^2 l}{\partial K^2}=\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{1}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^2}-\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^3}<0$$

$$\frac{\partial^2 l}{\partial A_1^2}=\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{(e_{j-1}^2)^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^2}-\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2(e_{j-1}^2)^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^3}<0$$

$$\frac{\partial^2 l}{\partial G_1^2}=\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T}\frac{(\sigma_{j-1}^2)^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^2}-\sum_{j=2}^{T}\frac{e_j^2(\sigma_{j-1}^2)^2}{(K+G_1\sigma_{j-1}^2+A_1e_{j-1}^2+\sigma_j)^3}<0$$

Karena turunan kedua adalah bernilai negatif maka secara nyata memaksimumkan fungsi *log-likelihood*

3.3. Identifikasi Model

a. Analisis Statistik Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk menyajikan data dalam bentuk yang lebih mudah dimengerti misalnya dalam bentuk tabel atau grafik. Analisis deskriptif merupakan langkah awal yang sangat penting sebelum melakukan analisis data.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan data harga saham penutupan Bank Mandiri Tbk mingguan, yang diambil mulai tanggal 2 mei 2005 sampai tanggal 20 september 2010, yang diperoleh dari *http://finance.yahoo.com/q/hp?s=BMRI.JK+Historical+Prices*

Analisis statistik desktriptif dari data harga saham penutupan Bank Mandiri Tbk tersebut adalah sebagai berikut:

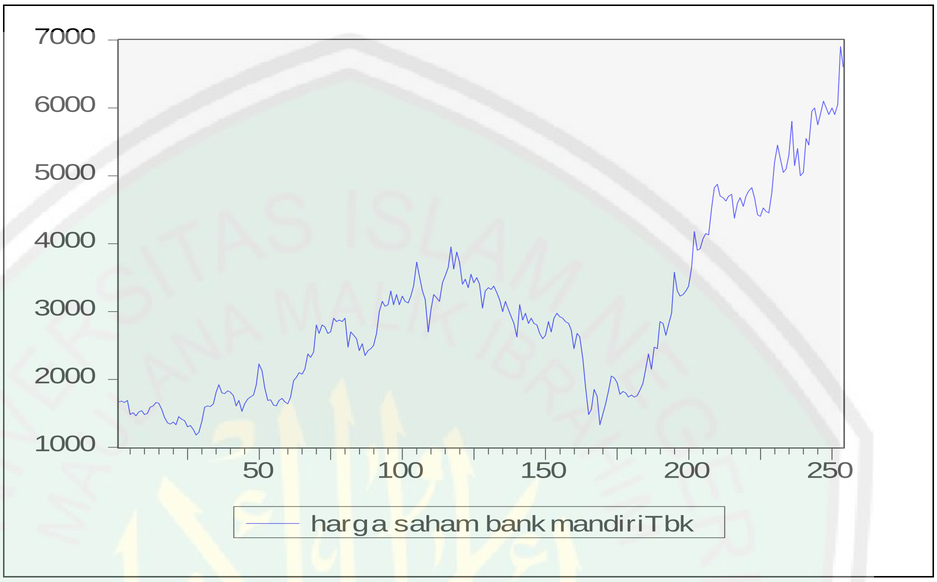
Tabel 3.1: Statistik Deskriptif dengan Bantuan MINITAB 14

Descriptive Statistics: Harga saham Penutupan

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1
Close	254	0	2964.2	81.3	1295.7	1180.0	1797.5

Variable	Median	Q3	Maximum
Close	2825.0	3525.0	6900.0

Dari tabel 3.1 dapat disimpulkan bahwa terdapat 254 data harga saham, tidak ada missing data. Pada konsentrasi peubah standart minimum harga saham penutupan Bank Mandiri Tbk sebesar Rp.1180.0 Dan nilai terbesar dari peubah standart maxsimum sebesar Rp.6900.0. Kemudian, rata-rata harga saham penutupan Bank Mandiri Tbk dalam kurun waktu lima tahun sebesar Rp.2964.2. Mengindikasikan mulai awal bahwa data harga saham memiliki pergerakan acak. Untuk mengetahui perubahan harga saham tersebut, dengan bantuan EVIEWS dapat diperoleh gambar *list of series*, sebagai berikut:

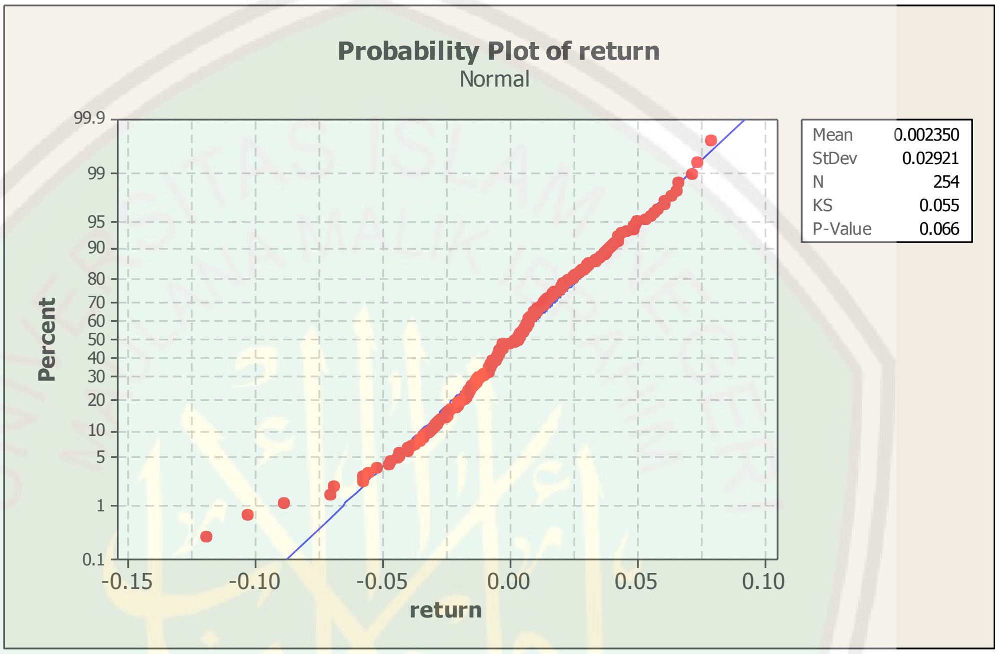


Gambar 3.1: Plot data harga saham penutupan Bank Mandiri Tbk dengan Bantuan Evies

Pada gambar 3.1 menunjukkan bahwa proses *time series* tersebut tidak stasioner, karena pergerakan harga saham untuk periode 2 mei 2005 sampai 20 september 2010 mengalami penurunan atau peningkatan setiap minggunya, dengan kata lain fluktuasi data tidak berada di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Untuk itu perlu dilakukan return pada data sehingga data tersebut stasioner, setelah dicapai data yang stasioner, baru dilakukan uji stasioneritas.

b. Uji Normalitas Data

Uji normalitas dilakukan sebelum data dianalisis dengan teknik statistik parametrik. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau data tidak berdistribusi normal. Untuk mengetahui kepastian sebaran return tersebut, dengan bantuan MITITAB 14 dapat diperoleh *probability plot of return saham penutupan Bank Mandiri Tbk*, sebagai berikut:



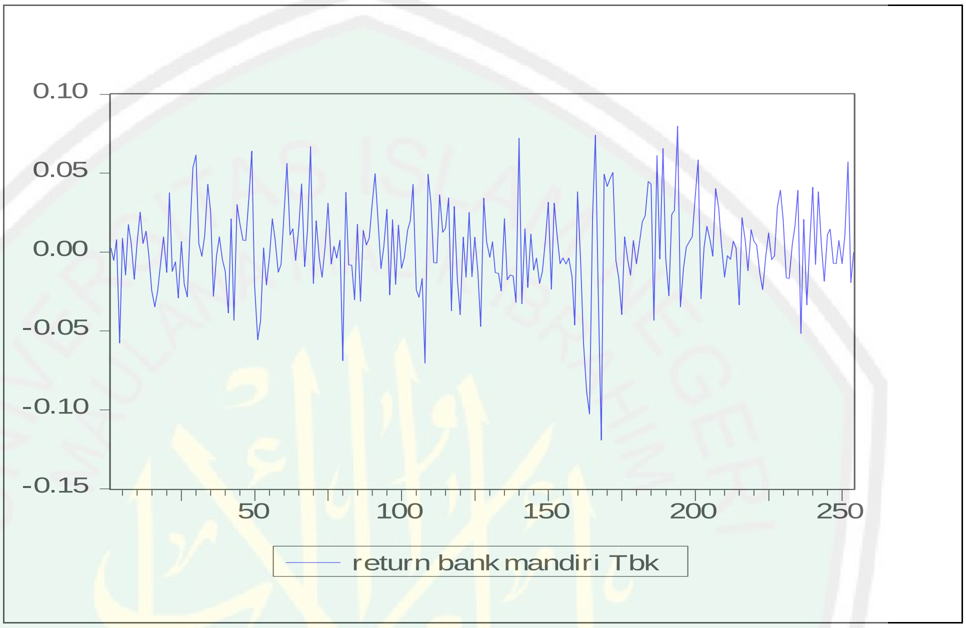
Gambar 3.2: *Normality Test* data return harga saham penutupan Bank Mandiri Tbk dengan bantuan MINITAB 14

Pada gambar 3.2 terlihat bahwa nilai Kolmogorov-Smirnov sebesar 0.055, dengan nilai p-value sebesar 0.66 > 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa return saham Bank Mandiri Tbk berdistribusi normal.

c. Uji Stasioneritas Data

Untuk mengubah data nonstasioner menjadi data yang stasioner dapat dilakukan dengan mentranformasikan data ke dalam bentuk *continously compounded return*. Dari persamaan

$Y_t = \log \frac{X_{t+1}}{X_t} = \log X_{t+1} - \log X_t$ menunjukkan regresi stasioner di bawah ini.

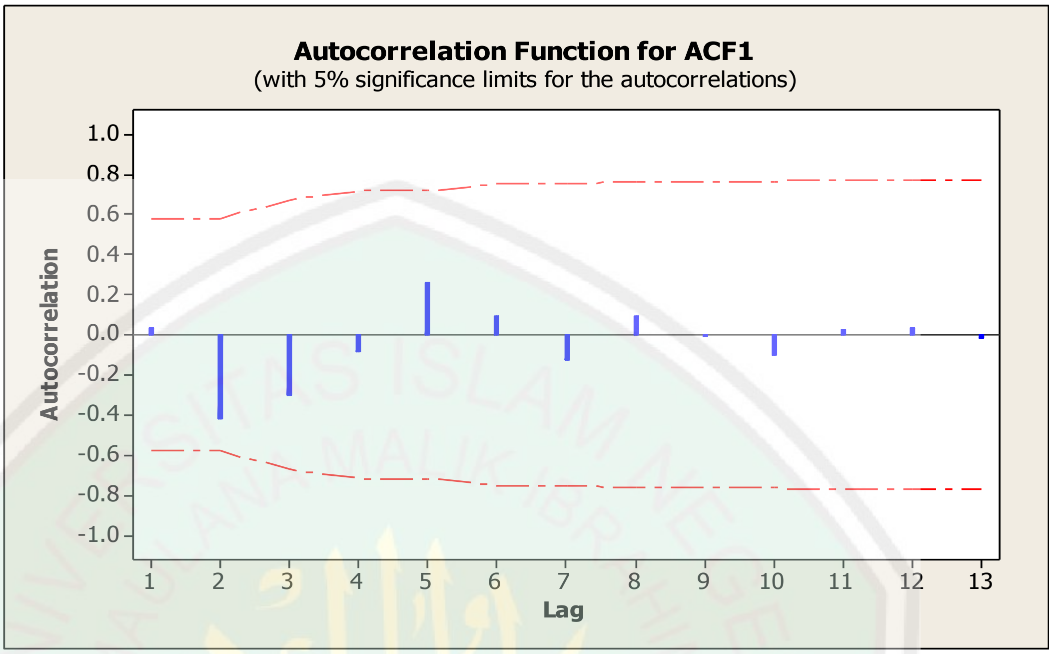


Gambar 3.3: Plot data *Continously Compounded Returns* dengan Bantuan Evies

Plot data return harga saham penutupan Bank Mandiri Tbk pada gambar 3.3 menunjukkan bahwa data return tersebut stasioner karena rata-rata data berada pada satu nilai konstan yaitu nol. Nilai *return* bertanda positif jika terjadi kenaikan harga saham dan bernilai negatif jika mengalami penurunan.

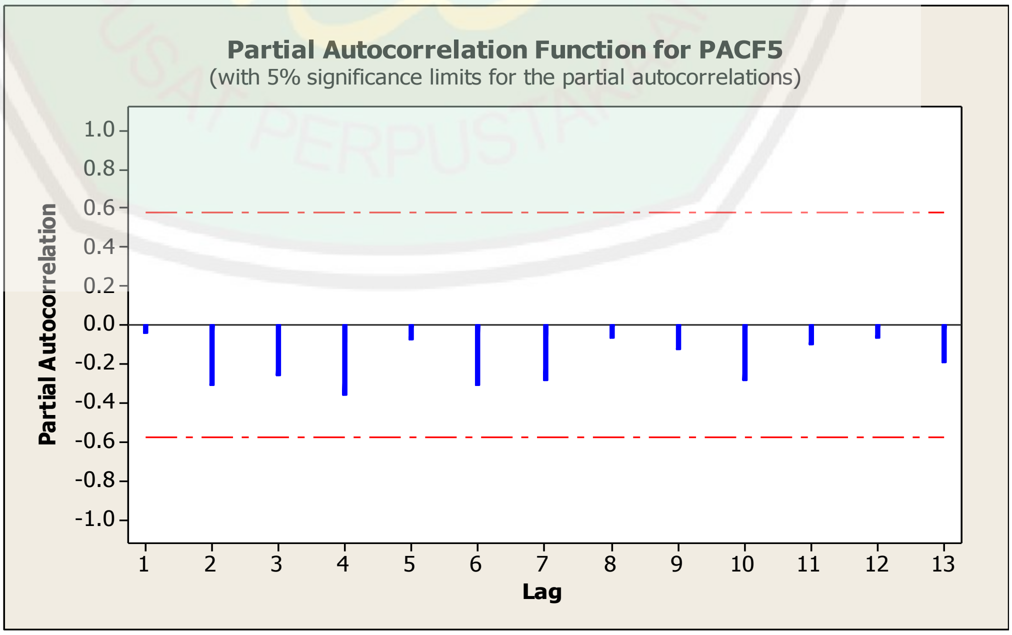
d. Identifikasi Model dengan ACF dan PACF

Untuk identifikasi model dengan memplotkan data *return* tersebut ke dalam plot ACF dan PACF adalah sebagai berikut:



Gambar 3.4: Fungsi Autokorelasi Data *Return* dengan Bantuan MINITAB 14

Pada gambar 3.4 dapat disimpulkan tidak terdapat nilai autokorelasi pada lag ke-1 sampai lag ke-13 sehingga data *return* harga saham penutupan Bank Mandiri Tbk stasioner terhadap rata-rata dan bersifat *white noise*.



Gambar 3.5: Fungsi Autokorelasi Parsial Data *Return* dengan Bantuan MINITAB 14

Dari gambar 3.4 dan gambar 3.5 tidak menunjukkan *cuts off* maupun *dies down* sehingga kurang sesuai jika menggunakan model AR, MA ataupun ARMA. Sehingga penulis mencoba menggunakan model ARCH/GARCH-M, karena dari gambar 3.3 menunjukkan bahwa data *return* tersebut memiliki nilai variansi yang stasioner.

e. Pengujian Efek ARCH/GARCH

Pengujian keberadaan efek ARCH/GARCH terhadap sisaan data *return* yang dimodelkan ke dalam model $Y_t = C + \varepsilon_t$ dengan menggunakan uji *Ljung Box Q* untuk sisaan kuadrat pada data *return* harga saham penutupan Bank Mandiri Tbk, yang dimodelkan ke dalam $Y_t = C + \varepsilon_t$, dengan hipotesis yang digunakan untuk menguji keberadaan efek ARCH/GARCH pada ε_t^2 adalah sebagai berikut:

H₀: tidak terdapat proses ARCH/GARCH (ε_t^2 *white noise*) ($\widehat{\rho}_k = 0$)

H₁: terdapat proses ARCH/GARCH (ε_t^2 bukan *white noise*) ($\widehat{\rho}_k \neq 0$)

Tabel 3.2: ACF pada Sisaan Kuadrat dengan Bantuan EVIEWS dan MINITAB 14

Autocorrelation Function: sisaan kuadrat

Lag	ACF	T	LBQ	$\chi^2_{(k)}(\alpha = 0.05)$	p
1	0.621884	2.33	6.66	3.841	0.003
2	0.548186	1.54	12.27	5.991	0.000
3	0.338441	0.82	14.61	7.818	0.000
4	0.061953	0.14	14.69	9.488	0.000
5	-0.106619	-0.25	14.97	11.070	0.000
6	-0.281564	-0.65	17.19	12.592	0.000
7	-0.303539	-0.68	20.14	14.067	0.000
8	-0.329392	-0.71	24.19	15.507	0.000
9	-0.345758	-0.72	29.55	16.919	0.000
10	-0.254748	-0.51	33.18	18.307	0.000
11	-0.243110	-0.48	37.60	19.675	0.000
12	-0.096621	-0.19	38.64	21.026	0.000
13	-0.109112	-0.21	41.31	22.362	0.000

Karena $Q > \chi^2_{(k)}$ dan $\alpha > p$ *value*, maka menolak H_0 yang berarti terdapat proses ARCH/GARCH pada ε_t^2.

3.4 Penaksiran Parameter Model GARCH-M

a. Identifikasi Model GARCH-M

Karena dalam identifikasi model yang pertama kurang sesuai maka dilakukan identifikasi model yang kedua, yaitu dengan menggunakan model GARCH. Dalam hal ini akan dilakukan model GARCH yang paling sederhana yaitu GARCH-M.

b. Taksiran Parameter dengan Menggunakan Maximum Likelihood

Pendugaan parameter model *GARCH-M*, menggunakan metode *Maximum Likelihood* dengan bantuan *e-Views* diperoleh data sebagaiberikut:

Tabel 3.3: Hasil Analisis GARCH(1,1)-M dengan Bantuan *e-Views*

Dependent Variable: RETURN
Method: ML – ARCH
Date: 12/29/10 Time: 13:55
Sample(adjusted): 2 254
Included observations: 253 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 100 iterations
Backcast: 1

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
SQR(GARCH)	0.340250	0.140323	2.424767	0.0153
C	-0.006320	0.003360	-1.880823	0.0600
AR(1)	0.106759	0.425493	0.250906	0.8019
MA(1)	-0.023831	0.407840	-0.058433	0.9534
		Variance Equation		
C	0.002927	0.000683	4.282557	0.0000
ARCH(1)	0.760594	0.191022	3.981710	0.0001
GARCH(1)	0.659278	0.137667	4.788945	0.0000
GARCH	-0.114277	0.028237	-4.047011	0.0001

R-squared	-0.003043	Mean dependent var	0.002349
Adjusted R-squared	-0.031701	S.D. dependent var	0.029263
S.E. of regression	0.029724	Akaike info criterion	-4.291981
Sum squared resid	0.216454	Schwarz criterion	-4.180253
Log likelihood	550.9356	Durbin-Watson stat	2.063240

Dari tabel 3.5 di atas terlihat bahwa:

a. Nilai koefisien α_0 sebesar 0.760594 dengan nilai statistik *z*-nya signifikan yaitu sebesar 3.981710. Demikian juga dengan nilai probabilitasnya yang sangat kecil (0.0001).

b. Nilai koefisien ARCH(1) (α_i) sebesar 0.659278, nilai statistik *z*-nya signifikan yaitu sebesar 2.724715 dengan nilai probabilitas 0,0064 (di bawah $\alpha = 5\%$)

c. Nilai koefisien GARCH(1) (β_j) sebesar 0.356941, nilai statistik *z*-nya signifikan yaitu sebesar 4.788945 dengan nilai probabilitas 0,000 (di bawah $\alpha = 5\%$)

Dari table diatas diasumsikan bahwa volatilitas data log *return* saham mandiri mengikuti model GARCH-M. Hal ini dapat dilihat dari nilai probabilitasnya yang lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$, sehingga didapatkan model AR(1)MA(1)-GARCH(1,1)-M adalah sebagai berikut :

$$Y_t = \text{-}0.006320 + 0.106759\mathrm{Y}_{t-1} - 0.023831\sigma_{t-1}^2 + 0.340250\sigma_t + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

$$\sigma_t^2 = 0.002927 + 0.760594\sigma_{\mathrm{t\text{-}1}}^2 - 0.114277\sigma_{\mathrm{t\text{-}1}}^2 + 0.659278\varepsilon_{\mathrm{t\text{-}1}}^2 + \sigma_t \quad (3.4)$$

3.5 Uji Model

Uji kesesuaian model GARCH-M diperlukan untuk mengetahui apakah model GARCH-M sudah sesuai untuk memodelkan data *return* harga saham penutup Bank Mandiri Tbk.

a. Pemeriksaan Hubungan antar Sisaan yang Dibakukan

Pada plot ACF untuk data return harga saham, menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi yang berbeda nyata untuk sisaan model GARCH-M yang dibakukan, sehingga dapat dikatakan model GARCH-M sesuai memodelkan data return.

b. Pengujian Sisaan yang Dibakukan

Kesesuaian model GARCH-M ditunjukkan dengan uji Ljung Box Q untuk sisaan model GARCH-M yang dibakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.4 Hasil Uji Ljung Box Q untuk Sisaan yang Dibakukan Data Return dengan Bantuan EVIEWS dan MINITAB 14

Autocorrelation Function: sisaan yang dibakukan

Lag	ACF	T	LBQ	$\chi^2_{(k)}(\alpha = 0.05)$	p
1	-0.033503	-0.13	0.02	3.841	0.713
2	-0.504175	-1.88	4.76	5.991	0.716
3	-0.175186	-0.53	5.39	7.818	0.416
4	0.024039	0.07	5.40	9.488	0.575
5	0.303986	0.91	7.70	11.070	0.353
6	0.029143	0.08	7.73	12.592	0.540
7	-0.248784	-0.70	9.71	14.067	0.306
8	0.124849	0.34	10.29	15.507	0.306
9	0.048787	0.13	10.40	16.919	0.389
10	-0.111786	-0.30	11.09	18.307	0.440
11	0.021281	0.06	11.13	19.675	0.450
12	0.043066	0.12	11.34	21.026	0.232
13	-0.021716	-0.06	11.44	22.362	0.292

Dari hasil tabel di atas ditunjukan nilai statistik Q lebih kecil dibandingkan $\chi^2_{(k)}(\alpha = 0.05)$ serta nilai p value yang lebih besar dari $(\alpha = 0.05)$, maka tidak terdapat hubungan antar sisaan yang dibakukan sehingga model GARCH-M sesuai untuk data return harga saham penutupan Bank Mandiri Tbk.

3.6 Peramalan Model GARCH-M

Untuk menghitung nilai saham mandiri di masa yang akan datang maka dapat menggunakan model GARCH, yaitu dengan rumus di bawah ini

$$Y_t = -0.006320 + 0.106759\text{Y}_{t-1} - 0.023831\sigma_{t-1}^2 + 0.340250\sigma_t + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t \sim N\left(0, \sigma_t^2\right)$$

$$\sigma_t^2 = 0.002927 + 0.760594\sigma_{\text{t-1}}^2 - 0.114277\sigma_{\text{t-2}}^2 + 0.659278\varepsilon_{\text{t-1}}^2 + \sigma_t$$

Karena data yang digunakan adalah data return yaitu $Y_t = \log\left(X_{t+1}/X_t\right)$ maka untuk menghitung harga saham Bank Mandiri Tbk di masa yang akan datang menggunakan sifat algoritma menjadi,

$$10^{Y_t} = \frac{X_{t+1}}{X_t}$$

sehingga diproleh,

$$X_{t+1} = 10^{Y_t} X_t$$

Misalkan menghitung nilai harga saham Bank Mandiri Tbk pada tanggal 27 september 2010:

$$\begin{aligned} X_{t+1(\min)} &= 10^{Y_t(\min)} X_t \\ &= 10^{(\text{-0,089054188})}(6850) \\ &= 8409 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} X_{t+1(\max)} &= 10^{Y_t(\max)} X_t \\ &= 10^{(\text{-0,076414188})}(6850) \\ &= 5744 \end{aligned}$$

Dengan demikian, kemungkinan harga saham pada tanggal 27 september 2010 adalah sebesar 8409 untuk harga saham yang minimum dan 5744 untuk harga saham yang maksimum.

3.7 Estimasi VaR (VALUE AT RISK)

Untuk perhitungan besarnya nilai VaR, di asumsikan dana yang akan diinvestasikan sebesar Rp. 150.000.000,00. Untuk diinvestasikan pada Bank Mandiri Tbk, maka besarnya VaR dihitung dengan cara sebagai berikut :

Misalkan ε_t berdistribusi normal dengan model GARCH-M seperti pada persamaan (3.3) dan (3.4). Akan dihitung Y_{255} dan σ_{255}, yaitu:

$$Y_t = -0.006320 + 0.106759\mathrm{Y}_{t-1} - 0.023831\sigma_{t-1}^2 + 0.340250\sigma_t + \varepsilon_t$$

=-0.00632+0.106759*0-0.023831*0.0000399424+0.34025*0.061731125 +0.061731125

=0,076414

$$\sigma_t^2 = 0.002927 + 0.760594\sigma_{t-1}^2 - 0.114277\sigma_{t-2}^2 + 0.659278\varepsilon_{t-1}^2 + \sigma_t$$

=0,002927+0,760594*(0,0000399424)+0,659278*(0,000000727534)-0,114277*(0,000000733281)+0,000852956

=0,003810732

Jadi nilai variansi ke-255 adalah 0.003248733, sehingga untuk nilai volatilitasnya $\sigma_{255} = \sqrt{0{,}003810732} =$ 0.001905366

Untuk menghitung besarnya quantile, dicari dari Y_{255} dan σ_{255} yang telah diketahui diatas. Biasanya tingkat kepercayaan yang digunakan untuk menghitung besarnya quantile antara 90% sampai dengan 99%. Beberapa tingkat kepercayaan yang umum digunakan serta confidence factornya adalah

confidence level	90%	95%	99%
confidence factor	1,56	1,65	2,33

Maka akan dihitung besarnya quantile dengan α = 5% (tingkat kepercayaan 95%), yaitu :

Quantile (0.05) = Y_{255} - Z^{α} σ_{255}

= 0,076414-(1.645) 0.001905366

= -0,073275673

di mana tanda negatif ditulis sebagai *left tail* dari distribusi normal bersyarat. Dengan menggunakan persamaan (2.42) diperoleh VaR untuk saham penutupan dari Bank Mandiri Tbk sebagai berikut:

VaR = -0,073275673*(-Rp. 150.000.000,00)

= Rp. 10.991.350,95

Untuk besarnya quantile dengan α =10%(tingkat kepercayaan 90%), yaitu :

Quantile (0.010) = Y_{255} - Z^{α} σ_{255}

= 0,076414-(1.56) 0.001905366

=-0,073437629

VaR = -0.073437629*(-Rp. 150.000.000,00)

= Rp. 11.015.644,35

Dan untuk besarnya quantile dengan α =1%(tingkat kepercayaan 99%), yaitu

Quantile (0.01) = Y_{255} - Z^{α} σ_{255}

= 0,076414-(2.33) 0.001905366

= -0,071970497

VaR = -0,071970497*(-Rp 150.000.000,00)

= Rp. 10795574,55

Jadi dapat disimpulkan bahwa dengan tingkat kepercayaan 95% yang berarti peluang terjadinya kerugian adalah hanya 5% dengan kemungkinan kerugian maksimum dari dana yang telah diinvestasikan pada saham mandiri adalah sebesar Rp. 10.991.350,95. Sedangkan untuk tingkat kepercayaan 90% dan 99% yang berarti peluang terjadinya kerugian adalah hanya 10% dan 1% dengan masing-masing kemungkinan kerugian maksimum dari dana yang telah diinvestasikan pada saham Bank Mandiri Tbk adalah sebesar Rp. 11.015.644,35dan Rp. 10795574,55.

3.8 Jual Beli Saham dalam Kaidah Islam

Saham merupakan surat bukti kepemilikan atas aset-aset perusahaan yang menerbitkan saham. Dalam kepemilikan saham suatu perusahaan maka investor akan mempunyai hak terhadap pendapatan, setelah dikurangi dengan pembayaran semua kewajiban perusahaan.

Dalam ajaran Islam terdapat teori pencampuran tentang saham. Islam mengenalkan akad syirkah atau musyarakah yaitu kerjasama antara dua atau lebih pihak untuk melakukan usaha dimana masing-masing pihak menyetorkan sejumlah dana, barang atau jasa. Usaha yang dianjurkan oleh Islam adalah usaha yang mendatangkan rezeki (keuntungan) yang halal tanpa mengakibatkan kerugian untuk orang lain.

Salah satu yang diperbolehkan dalam Islam adalah jual beli, sebagaimana firman Allah dalam Al-Qur'an dalam Surat Al-Baqoroh ayat 275, Allah SWT menegaskan bahwa: ...وَأَحَلَّ ٱللَّهُ ٱلۡبَيۡعَ وَحَرَّمَ ٱلرِّبَوٰاْۚ ...

Yang artinya : *"...Allah menghalalkan jual beli dan mengharamkan riba...".*

Dalam ayat tersebut Allah menegaskan tentang larangan riba yang didahului oleh penghalalan jual beli. Jual beli adalah bentuk dasar dari kegiatan ekonomi. Adanya pasar karena adanya transaksi jual beli. Pasar dapat timbul manakala terdapat penjual yang menawarkan barang maupun jasa untuk dijual kepada pembeli. Dari konsep sederhana tersebut terbentuklah sebuah aktivitas ekonomi yang kemudian berkembang menjadi suatu sistem perekonomian.

Akan tetapi, tidak semua jual beli saham diperbolehkan oleh ajaran Islam karena dalam Islam jual beli saham terdapat beberapa perbedaan antaranya ada yang memperbolehkan hukum ada yang memperbolehkan dan ada yang tidak memperbolehkan jual beli saham, salah satu contoh jual beli saham yang diperbolehkan adalah pada perusahaan yang tidak melakukan praktik riba, baik pada penyimpanan harta, atau lainnya. Apabila suatu perusahaan dalam penyimpanan hartanya menggunakan konsep riba, maka tidak dibenarkan untuk membeli saham perusahaan tersebut.

Penjelasan di atas dapat diketahui bahwa jual beli saham dalam kaidah Islam mempunyai banyak perdebatan, untuk membedakan jual beli saham yang dilarang dan yang diperbolehkan, sebagai berikut:

1. Para fuqaha yang tidak membolehkan transaksi jual beli saham memberikan beberapa argumentasi di antaranya adalah harta atau modal perusahaan penerbit saham tercampur dan mengandung unsur haram sehingga menjadi haram semuanya dan adanya unsur ketidaktahuan dalam jua beli saham dikarenakan pembeli tidak mengetahui secara persis perincian barang yang akan dibeli dalam lembaran saham, sedangkan salah satu syarat syahnya jual-beli adalah diketahuinya barangnya (ma'luumu al mabi').
2. Lembaga pengkajian fiqih Rabithah al-Alam al-Islamy memperbolehkan transaksi jual beli saham dengan beberapa argumentasi di antaranya adalah transaksi jual beli saham kepemilikan penjual, boleh dilakukan selama usaha jual beli saham tidak haram, jual beli saham yang diharamkan seperti bank riba, minuman keras dan sejenisnya, maka transaksi jual beli saham menjadi haram.
3. Dewan syariah nasional Indonesia No.40/DSN-MUI/2003 telah memutuskan akan bolehnya jual-beli saham . Terkait saham-saham yang

dapat dibeli investor terdapat dalam Jakarta Islamic Index (JII) yang dilakukan evaluasi setiap enam bulan sekali yaitu periode Januari-Juni dan Juli-Desember. Adapun proses seleksinya mencakup seleksi syariah, kegiatan perusahaan yang bertentangan dengan prinsip hukum syariah Islam tidak diperkenankan masuk dalam JII seperti : (a) Usaha perjudian dan permainan yang tergolong judi atau perdagangan yang dilarang. (b) Usaha lembaga keuangan konvensional (ribawi) termasuk perbankan dan asuransi konvensional.(c) Usaha yang memproduksi, mendistribusi serta memperdagangkan makanan dan minuman yang tergolong haram.

Dari pendapat beberapa diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa jual beli saham akan diperbolehkan apabila sesuai dengan prinsip syariah, yaitu: bebas bunga, sektor investasi yang halal dan tidak mengambil keuntungan yang berlebihan dari harga sebelumnya. Sedangkan transaksi jual beli saham yang dilarang apabila melakukan penawaran yang dilakukan pada saat transaksi jual beli saham tidak sesuai dengan kesepakatan, melakukan penjualan atas barang yang belum dimiliki dan sebagainya.

Sebagaimana Rasullah SAW bersabda: “Tidaklah seorang di antara kamu makan suatu makanan lebih baik daripada memakan hasil keringatnya sendiri”(HR Baihaqi)

Hadits diatas menjelaskan bahwa sesungguhnya Allah mencintai orang yang bekerja dengan tangannya sendiri, tidak hanya duduk-duduk dan mengandalkan nafkah dari orang lain. Dalam hadist lain ditegaskan bahwa

Rasulallah begitu menghargai orang-orang yang mau bekerja keras dalam mencari nafkah.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Penjelasan model GARCH-M dimulai dari model ARCH/GARCH. Karena model GARCH-M merupakan perkembangan dari model ARCH/GARCH, dengan menggunakan variansi sisaan, yang membedakan model GARCH-M dengan model ARCH/GARCH adalah pada standar devisiasi sebagai variable independen pada GARCH-M dan memasukkan variansi bersyarat ke dalam persamaan *mean*.

2. Pendugaan parameter untuk koefisien GARCH-M(1,1) yaitu $\widehat{K}, \widehat{A}_1,$ dan $\widehat{G}_1$ dapat diperoleh dengan menyelesaikan fungsi $\partial L / \partial K = 0, \partial L / \partial A_1 = 0$ dan $\partial L / \partial G_1 = 0$, dan menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$L(K, A_1, G_1) = -\frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \ln\left[2\pi(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2 + \sigma_j)\right] - \frac{1}{2}\sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2}{(K + G_1\sigma_{j-1}^2 + A_1e_{j-1}^2 + \sigma_j)}$$

Sehingga hasil dari fungsi $\partial L / \partial K = 0, \partial L / \partial A_1 = 0$ dan $\partial L / \partial G_1 = 0$

$$K = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - \sum_{j=2}^{T} G_1\sigma_{j-1}^2 - \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2 - \sigma_j}{(T-1)}$$

$$= \frac{1}{T-1}\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - G_1\sigma_{j-1}^2 - A_1e_{j-1}^2 - \sigma_j$$

$$A_1 = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - (T-1)K - \sum_{j=2}^{T} G_1 \sigma_{j-1}^2 - \sigma_j}{\sum_{j=2}^{T} e_{j-1}^2}$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2 - (T-1)K - G_1 \sigma_{j-1}^2 - \sigma_j}{e_{j-1}^2}$$

$$G_1 = \frac{\sum_{j=2}^{T} e_j^2 - (T-1)K - \sum_{j=2}^{T} A_1 e_{j-1}^2 - \sigma_j}{\sum_{j=2}^{T} \sigma_{j-1}^2}$$

$$= \sum_{j=2}^{T} \frac{e_j^2 - (T-1)K - A_1 e_{j-1}^2 - \sigma_j}{\sigma_{j-1}^2}$$

3. Hasil perolehan perkiraan kerugian dari uang yang diinvestasikan investor sebesar Rp. 150.000.000,00 ke Bank Mandiri Tbk dengan menggunakan estimasi VaR dengan tingkat kepercayaan 95% yang berarti peluang terjadinya kerugian adalah hanya 5% dengan kemungkinan kerugian maksimum adalah sebesar Rp. 10.991.350,95. Sedangkan untuk tingkat kepercayaan 90% dan 99% yang berarti peluang terjadinya kerugian adalah hanya 10% dan 1% dengan masing-masing kemungkinan kerugian maksimum adalah sebesar Rp. 11.015.644,35dan Rp. 10.795.574,55.

4.2 Saran

Penulis menerapkan model GARCH-M pada kemungkinan kerugian maksimum dari dana yang diinvestasikan pada saham mandiri. Penulis juga menyarankan untuk melalukan penelitian yang serupa dengan menerapkan GARCH-M lebih riil dengan mengeluarkan asumsi yang linearitas.

DAFTAR PUSTAKA

Bollerslev, T. 1986. *Generalized AutoRegressive Heteroscedastic Model.* Journal of Econometric. 31:307-327

Box, G. E. P., Jenkins, G. M and Reinsel, G. C. 1994. *Time Series Analysis Forecasting and Control. Edisi Revisi*. Englowood Clifts: Prentice Hall

Budi Santosa, Purbayu. 2005. *Statistika Deskriptif dalam Bidang Ekonomi dan Niaga.* Jakarta: Erlangga

Cryer, J. D. 1986. *Time Series Analysis*. Boston: PWS-Kent Publishing Company

Enders, W. 2004. *Applied Econometric Time Series Second Edition.* John Willey. New York. 103-151

Engle, R. 2001. *GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Ecoonometric.* Journal of Economic Prespective. 15:157-168

Hariadi, Y. 2003. *Kulminasi Prediksi Data Deret Waktu Keuangan: Volalitas dalam GARCH(1,1).* Working Paper WPF 2003. Bandung FE Institute

Li, W.K., S. Ling dan M. McAleer. 2002. Recent Theoretical Result for Time Series Models with GARCH Errors. Journal of Economic Surveys Volume 16. p 285-269

Lo, M.S, 2003. *Generalized AutoRegressive Conditional Hetroscedastic Time Series Moel.* A project submitted in partial fulfillment of requirements for degree of master of science. Simon Fraser University.

Makridakis. S, Mcgee E dan Wheel, Wright. S. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan. Jilid 1*. Jakarta: Binarupa Aksara

Mulyono, Sri. 2006. *STATISTIKA Untuk Ekonomi dan Bisnis*. Jakarta: Fakultas UI

Sudiyono, Anas. 2001. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: PT RajaGrafindo

Surya, Y. dan H. Situngkir. 2004. *Sifat Statistika Data Ekonomi Keuangan (Studi Empirik Beberapa Indeks Saham Indonesia)*. Bandung FE Institute

Surya, Y. dan Y. Hariadi. 2002. *Kulminasi Prediksi Data Daret Waktu Keuangan Volatilitas dalam GARCH(1,1)*. Working Papers WPF. Bandung FE Institute

Wei, W. W. S. 1990. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methodes*. California: Addison Wesley Publishing

Winarno Wing, wahyu. 2009. *Analisis Ekonometri dan Statistik dengan EVIEWS*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN

http:*//finance.yahoo.com/q/hp?s=BMRI.JK+Historical+Prices*
(diakses pada tanggal 20 September 2010)

Situngkir, Hokky. 2006. Value at Risk yang Memperhatikan Sifat Statistika Distribusi Return.
http://mpra.ub.uni-muenchen.de/895/
(diakses pada tanggal 20 September 2010)

Lampiran 1

Tanggal	Penutupan	return	sisaan	sisaan kuadrat	variansi kuadrat	variansi sisaan	dibakukan
02/05/2005	1670	0,002593	0,008913	7,94382E-05	0	0	0
09/05/2005	1680	-0,0052	0,001119	1,25173E-06	9,22534E-10	3,03733E-05	36,83525038
16/05/2005	1660	0,007779	0,014099	0,000198771	1,82207E-09	4,26858E-05	330,288521
23/05/2005	1690	-0,05762	-0,0513	0,002632202	8,26309E-07	0,000909015	-56,4401804
30/05/2005	1480	0,008715	0,015035	0,000226058	6,03825E-07	0,000777062	19,3488225
06/06/2005	1510	-0,01462	-0,0083	6,89579E-05	3,93636E-07	0,000627404	13,23562817
13/06/2005	1460	0,017491	0,023811	0,000566951	3,95224E-07	0,000628668	37,87486831
20/06/2005	1520	0,005677	0,011997	0,000143931	3,08509E-07	0,000555436	21,5994785
27/06/2005	1540	-0,01726	-0,01094	0,000119662	2,544E-07	0,000504381	21,68798563
04/07/2005	1480	0,00583	0,01215	0,000147611	2,13379E-07	0,000461929	26,30174916
11/07/2005	1500	0,025306	0,031626	0,001000195	2,47389E-07	0,000497382	63,58465508
18/07/2005	1590	0,005429	0,011749	0,000138033	2,08564E-07	0,000456688	25,72598848
25/07/2005	1610	0,013282	0,019602	0,000384247	1,89262E-07	0,000435042	45,05819712
01/08/2005	1660	-0,00262	0,003696	1,36594E-05	1,61601E-07	0,000401997	9,193744485
08/08/2005	1650	-0,02436	-0,01804	0,000325418	1,69445E-07	0,000411637	43,82346461
15/08/2005	1560	-0,03476	-0,02844	0,000808953	2,03753E-07	0,00045139	63,00998807
22/08/2005	1440	-0,02482	-0,0185	0,000342383	2,0127E-07	0,000448632	-41,244502
29/08/2005	1360	-0,00643	-0,00011	1,30211E-08	1,78354E-07	0,00042232	0,270198037
05/09/2005	1340	0,009616	0,015936	0,000253949	1,68581E-07	0,000410586	38,81229093
12/09/2005	1370	-0,01287	-0,00655	4,28884E-05	1,54022E-07	0,000392456	16,68703317
19/09/2005	1330	0,037516	0,043836	0,001921627	2,10389E-07	0,000458682	95,57033708
03/10/2005	1450	-0,01215	-0,00583	3,3976E-05	1,94225E-07	0,00044071	13,22613367

10/10/2005	1410	-0,0062	0,000116	1,33836E-08	1,7727E-07	0,000421034	0,27477004
17/10/2005	1390	-0,02907	-0,02275	0,000517628	1,84941E-07	0,000430048	52,90441115
24/10/2005	1300	0,006631	0,012951	0,000167717	1,73984E-07	0,000417114	31,04806635
31/10/2005	1320	-0,0202	-0,01388	0,000192748	1,68445E-07	0,000410421	33,82719593
07/11/2005	1260	-0,02849	-0,02217	0,000491444	1,72711E-07	0,000415585	53,34302188
14/11/2005	1180	0,014478	0,020798	0,000432549	1,71869E-07	0,00041457	50,16718551
21/11/2005	1220	0,053519	0,059839	0,003580737	2,67626E-07	0,000517326	115,6703157
28/11/2005	1380	0,061518	0,067838	0,004601999	4,06563E-07	0,000637623	106,3920819
05/12/2005	1590	0,005429	0,011749	0,000138033	3,81411E-07	0,000617585	19,02370692
12/12/2005	1610	-0,00271	0,003614	1,30618E-05	3,5738E-07	0,000597813	6,045546935
19/12/2005	1600	0,010724	0,017044	0,000290493	3,39894E-07	0,000583004	29,23455101
26/12/2005	1640	0,042835	0,049155	0,002416187	3,84283E-07	0,000619905	79,29393157
02/01/2006	1810	0,025623	0,031943	0,001020333	3,83105E-07	0,000618955	51,60738241
09/01/2006	1920	-0,02803	-0,02171	0,000471269	3,91716E-07	0,000625872	-34,6855741
16/01/2006	1800	-0,00242	0,003901	1,52141E-05	3,70619E-07	0,000608785	6,407065462
23/01/2006	1790	0,009598	0,015918	0,000253385	3,53266E-07	0,000594362	26,78176987
30/01/2006	1830	-0,00477	0,001547	2,39471E-06	3,35923E-07	0,000579589	2,669971688
06/02/2006	1810	-0,01217	-0,00585	3,41746E-05	3,23753E-07	0,000568993	-10,2741284
13/02/2006	1760	-0,03869	-0,03237	0,001047609	3,50885E-07	0,000592356	-54,6408059
20/02/2006	1610	0,021061	0,027381	0,00074971	3,46757E-07	0,000588861	46,4979351
27/02/2006	1690	-0,0432	-0,03688	0,001359786	3,82517E-07	0,00061848	-59,6224408
06/03/2006	1530	0,030152	0,036472	0,001330237	3,91862E-07	0,000625989	58,26365191
13/03/2006	1640	0,018152	0,024472	0,000598892	3,83445E-07	0,00061923	39,52050052
20/03/2006	1710	0,007553	0,013873	0,000192464	3,68006E-07	0,000606635	22,86899439

03/04/2006	1740	0,007424	0,013744	0,000188898	3,53431E-07	0,000594501	23,11858146
10/04/2006	1770	0,035328	0,041648	0,001734553	3,68532E-07	0,000607068	68,60506652
24/04/2006	1920	0,064029	0,070349	0,004948952	4,55385E-07	0,000674822	104,2479133
01/05/2006	2225	-0,01997	-0,01365	0,000186352	4,50493E-07	0,000671188	-20,3386865
08/05/2006	2125	-0,05552	-0,0492	0,002420377	5,225E-07	0,000722841	-68,0610379
15/05/2006	1870	-0,04395	-0,03763	0,001416386	5,58709E-07	0,000747469	-50,3498046
22/05/2006	1690	0,002562	0,008882	7,88938E-05	5,37595E-07	0,000733209	12,11417229
29/05/2006	1700	-0,02093	-0,01461	0,000213566	5,29407E-07	0,000727603	-20,0849884
05/06/2006	1620	-0,00269	0,003631	1,31832E-05	5,10136E-07	0,000714238	5,083545875
12/06/2006	1610	0,021061	0,027381	0,00074971	5,03236E-07	0,000709391	38,59763681
19/06/2006	1690	0,007642	0,013962	0,00019493	4,86818E-07	0,000697724	20,01042264
03/07/2006	1720	-0,01281	-0,00649	4,21457E-05	4,73913E-07	0,000688413	-9,43034985
10/07/2006	1670	-0,00787	-0,00155	2,41064E-06	4,59134E-07	0,000677594	-2,29137560
17/07/2006	1640	0,025705	0,032025	0,001025626	4,5865E-07	0,000677237	47,28831372
24/07/2006	1740	0,056116	0,062436	0,003898247	5,14128E-07	0,000717027	87,07609426
31/07/2006	1980	0,010831	0,017151	0,000294152	4,99517E-07	0,000706765	24,26668994
07/08/2006	2030	0,014723	0,021043	0,000442819	4,87479E-07	0,000698197	30,13942634
14/08/2006	2100	-0,0052	0,001119	1,25173E-06	4,73114E-07	0,000687833	1,626567062
22/08/2006	2075	0,01542	0,02174	0,000472643	4,62506E-07	0,000680078	31,96744687
11/09/2006	2150	0,043225	0,049545	0,002454722	4,84077E-07	0,000695757	71,21045787
18/09/2006	2375	-0,00924	-0,00292	8,53024E-06	4,72256E-07	0,000687209	-4,25002814
25/09/2006	2325	0,013788	0,020108	0,000404343	4,60967E-07	0,000678946	29,61692971
02/10/2006	2400	0,066947	0,073267	0,005368022	5,32169E-07	0,000729499	100,434369
09/10/2006	2800	-0,01983	-0,01351	0,000182635	5,27862E-07	0,000726541	-18,6007974

16/10/2006	2675	0,019834	0,026154	0,000684045	5,18674E-07	0,00072019	36,3157543
30/10/2006	2800	-0,0039	0,002425	5,88041E-06	5,05149E-07	0,000710738	3,411884443
06/11/2006	2775	-0,01594	-0,00962	9,2529E-05	4,98172E-07	0,000705813	-13,6285382
13/11/2006	2675	0,00404	0,01036	0,000107329	4,84646E-07	0,000696165	14,88149483
20/11/2006	2700	0,031034	0,037354	0,001395339	4,86327E-07	0,000697372	53,56430718
27/11/2006	2900	-0,00755	-0,00123	1,52063E-06	4,75539E-07	0,000689594	-1,78820936
04/12/2006	2850	0,003793	0,010113	0,000102273	4,63117E-07	0,000680527	14,86052196
11/12/2006	2875	-0,00379	0,002527	6,38578E-06	4,51976E-07	0,000672292	3,758800044
18/12/2006	2850	0,007553	0,013873	0,000192464	4,40814E-07	0,000663938	20,8952308
02/01/2007	2900	-0,06882	-0,0625	0,003906599	5,1851E-07	0,000720076	-86,8002611
08/01/2007	2475	0,037789	0,044109	0,001945565	5,28192E-07	0,000726768	60,69138677
15/01/2007	2700	-0,00812	-0,0018	3,23241E-06	5,17235E-07	0,00071919	-2,49988141
22/01/2007	2650	-0,00827	-0,00195	3,81236E-06	5,06664E-07	0,000711804	-2,74306826
29/01/2007	2600	-0,03026	-0,02394	0,0005732	5,12459E-07	0,000715862	-33,4444191
05/02/2007	2425	0,01755	0,02387	0,00056976	5,044E-07	0,000710211	33,60921627
20/02/2007	2525	-0,03119	-0,02487	0,000618692	5,10874E-07	0,000714754	-34,8000997
26/02/2007	2350	0,013644	0,019964	0,000398557	5,01372E-07	0,000708076	28,19454312
05/03/2007	2425	0,004454	0,010774	0,000116086	4,90019E-07	0,000700014	15,3916171
12/03/2007	2450	0,008774	0,015094	0,000227827	4,79682E-07	0,000692591	21,79341253
26/03/2007	2500	0,029384	0,035704	0,00127476	4,80471E-07	0,00069316	51,50870225
02/04/2007	2675	0,049797	0,056117	0,00314917	5,04494E-07	0,000710277	79,00781872
09/04/2007	3000	0,021189	0,027509	0,000756762	4,98647E-07	0,00070615	38,95675717
23/04/2007	3150	-0,01047	-0,00415	1,71846E-05	4,90592E-07	0,000700422	-5,91847628
30/04/2007	3075	0,003517	0,009837	9,67582E-05	4,80105E-07	0,000692896	14,1963258

07/05/2007	3100	0,027152	0,033472	0,001120391	4,785E-07	0,000691737	48,38866795
14/05/2007	3300	-0,02715	-0,02083	0,000433982	4,81633E-07	0,000693998	-30,017742
21/05/2007	3100	0,020522	0,026842	0,000720475	4,7611E-07	0,000690007	38,90057658
28/05/2007	3250	-0,02052	-0,0142	0,000201687	4,74074E-07	0,00068853	-20,6260693
04/06/2007	3100	0,017168	0,023488	0,000551687	4,67318E-07	0,000683606	34,35898453
11/06/2007	3225	-0,01022	-0,0039	1,52035E-05	4,60252E-07	0,000678419	-5,74742837
18/06/2007	3150	-0,00346	0,002859	8,17656E-06	4,51608E-07	0,000672018	4,255049568
25/06/2007	3125	0,01368	0,02	0,000399988	4,44285E-07	0,000666547	30,004932
02/07/2007	3225	0,019744	0,026064	0,000679335	4,39302E-07	0,000662799	39,32423135
09/07/2007	3375	0,042852	0,049172	0,002417935	4,51128E-07	0,000671661	73,210298
17/07/2007	3725	-0,02397	-0,01765	0,000311422	4,52E-07	0,00067231	-26,2485527
23/07/2007	3525	-0,02865	-0,02233	0,000498414	4,56176E-07	0,000675408	-33,0543719
31/07/2007	3300	-0,01677	-0,01045	0,000109207	4,52407E-07	0,000672612	-15,5367593
06/08/2007	3175	-0,07038	-0,06406	0,004103679	5,12158E-07	0,000715652	-89,5127521
14/08/2007	2700	0,049362	0,055682	0,003100442	5,32409E-07	0,000729664	76,3113357
20/08/2007	3025	0,031158	0,037478	0,001404599	5,33638E-07	0,000730505	51,30419647
27/08/2007	3250	-0,00673	-0,00041	1,70885E-07	5,25123E-07	0,000724654	-0,57045531
03/09/2007	3200	-0,00684	-0,00052	2,69802E-07	5,16834E-07	0,000718912	-0,72251507
10/09/2007	3150	0,03635	0,04267	0,001820731	5,22232E-07	0,000722656	59,04606798
17/09/2007	3425	0,012499	0,018819	0,000354138	5,14222E-07	0,000717093	26,24282088
24/09/2007	3525	0,015134	0,021454	0,000460263	5,07109E-07	0,000712116	30,12676414
01/10/2007	3650	0,034304	0,040624	0,001650328	5,10363E-07	0,000714397	56,86508028
08/10/2007	3950	-0,03729	-0,03097	0,000959084	5,21668E-07	0,000722266	-42,8776794
17/10/2007	3625	0,028964	0,035284	0,001244939	5,21082E-07	0,00072186	48,87887554

22/10/2007	3875	-0,01715	-0,01083	0,00011719	5,17229E-07	0,000719186	-15,0523366
29/10/2007	3725	-0,03965	-0,03333	0,001110713	5,30345E-07	0,000728248	-45,7637636
05/11/2007	3400	0,009476	0,015796	0,00024951	5,22112E-07	0,000722573	21,86062149
12/11/2007	3475	-0,01591	-0,00959	9,19681E-05	5,17563E-07	0,000719419	-13,3302097
19/11/2007	3350	0,025184	0,031504	0,000992473	5,15112E-07	0,000717713	43,89434036
03/12/2007	3550	-0,01557	-0,00925	8,55214E-05	5,10594E-07	0,000714558	-12,9419484
10/12/2007	3425	0,009407	0,015727	0,000247353	5,0293E-07	0,000709176	22,17710984
17/12/2007	3500	-0,01259	-0,00627	3,9302E-05	4,97485E-07	0,000705326	-8,8882648
07/01/2008	3400	-0,04718	-0,04086	0,001669464	5,17138E-07	0,000719123	-56,8179295
14/01/2008	3050	0,034214	0,040534	0,001643013	5,20617E-07	0,000721538	56,17736423
21/01/2008	3300	0,006531	0,012851	0,000165145	5,12712E-07	0,000716039	17,94716126
28/01/2008	3350	-0,00325	0,003067	9,40552E-06	5,05136E-07	0,000710729	4,315064561
11/02/2008	3325	0,006482	0,012802	0,000163894	4,97583E-07	0,000705396	18,14886273
18/02/2008	3375	-0,01306	-0,00674	4,54609E-05	4,92532E-07	0,000701806	-9,60731207
25/02/2008	3275	-0,01347	-0,00715	5,10878E-05	4,87677E-07	0,000698339	-10,2351065
03/03/2008	3175	-0,02462	-0,0183	0,000334981	4,87786E-07	0,000698417	-26,2056696
18/03/2008	3000	0,021189	0,027509	0,000756762	4,84362E-07	0,000695961	39,527065
25/03/2008	3150	-0,01759	-0,01127	0,000126904	4,81134E-07	0,000693638	-16,2407070
31/03/2008	3025	-0,0146	-0,00828	6,85503E-05	4,76824E-07	0,000690524	-11,9901763
07/04/2008	2925	-0,01511	-0,00879	7,72187E-05	4,72725E-07	0,00068755	-12,7807741
14/04/2008	2825	-0,03189	-0,02557	0,000653781	4,77014E-07	0,000690662	-37,0211990
21/04/2008	2625	0,072232	0,078552	0,006170477	5,20588E-07	0,000721518	108,8710617
28/04/2008	3100	-0,03272	-0,0264	0,000697163	5,25444E-07	0,000724875	-36,4253575
05/05/2008	2875	0,014849	0,021169	0,000448132	5,19779E-07	0,000720957	29,36252981

12/05/2008	2975	-0,02247	-0,01615	0,000260775	5,18381E-07	0,000719987	-22,4289052
19/05/2008	2825	0,01138	0,0177	0,000313274	5,12107E-07	0,000715617	24,7332779
26/05/2008	2900	-0,01138	-0,00506	2,5599E-05	5,06688E-07	0,000711821	-7,10789530
02/06/2008	2825	-0,00386	0,00246	6,04953E-06	5,0001E-07	0,000707114	3,478336055
10/06/2008	2800	-0,01983	-0,01351	0,000182635	4,97558E-07	0,000705378	-19,158881
16/06/2008	2675	-0,01235	-0,00603	3,63662E-05	4,92601E-07	0,000701855	-8,59214145
23/06/2008	2600	0,008273	0,014593	0,000212942	4,86421E-07	0,000697439	20,92300745
30/06/2008	2650	0,031599	0,037919	0,00143785	4,88405E-07	0,00069886	54,25833544
07/07/2008	2850	-0,02348	-0,01716	0,000294503	4,87692E-07	0,00069835	-24,5737894
14/07/2008	2700	0,031034	0,037354	0,001395339	4,89313E-07	0,000699509	53,40061546
21/07/2008	2900	0,011089	0,017409	0,000303072	4,83719E-07	0,000695499	25,0309175
28/07/2008	2975	-0,00736	-0,00104	1,08389E-06	4,78143E-07	0,000691479	-1,50561280
04/08/2008	2925	-0,00373	0,002592	6,71912E-06	4,72204E-07	0,000687171	3,772174108
11/08/2008	2900	-0,00755	-0,00123	1,52063E-06	4,66855E-07	0,000683268	-1,80476432
19/08/2008	2850	-0,00383	0,002494	6,218E-06	4,61133E-07	0,000679068	3,672079812
25/08/2008	2825	-0,01565	-0,00933	8,70852E-05	4,57781E-07	0,000676595	-13,7925171
01/09/2008	2725	-0,0462	-0,03988	0,001590448	4,71324E-07	0,00068653	- 58,08980417
08/09/2008	2450	0,038158	0,044478	0,001978266	4,77233E-07	0,00069082	64,38389626
15/09/2008	2675	-0,00819	-0,00187	3,51367E-06	4,72052E-07	0,00068706	-2,72826014
22/09/2008	2625	-0,0574	-0,05108	0,002609317	4,95624E-07	0,000704005	-72,5583512
29/09/2008	2300	-0,08873	-0,08241	0,006790842	5,60844E-07	0,000748895	-110,037489
14/10/2008	1875	-0,10274	-0,09642	0,009296731	6,54562E-07	0,00080905	-119,176221
20/10/2008	1480	0,022863	0,029183	0,000851641	6,51853E-07	0,000807374	36,14542124
27/10/2008	1560	0,074047	0,080367	0,006458876	6,98346E-07	0,000835671	96,17074705

03/11/2008	1850	-0,02413	-0,01781	0,000317327	6,95894E-07	0,000834203	-21,3541416
10/11/2008	1750	-0,11919	-0,11287	0,012738826	8,35279E-07	0,000913936	-123,494865
17/11/2008	1330	0,049335	0,055655	0,003097438	8,52378E-07	0,000923243	60,28164258
24/11/2008	1490	0,041658	0,047978	0,002301848	8,6143E-07	0,000928133	51,69259707
01/12/2008	1640	0,046419	0,052739	0,002781404	8,74784E-07	0,000935299	56,3873505
09/12/2008	1825	0,050491	0,056811	0,003227489	8,92116E-07	0,000944519	60,14807323
15/12/2008	2050	-0,00533	0,000991	9,82411E-07	8,82144E-07	0,000939225	1,055302396
30/12/2008	2025	-0,01639	-0,01007	0,000101413	8,75034E-07	0,000935432	-10,7655188
12/01/2009	1950	-0,03961	-0,03329	0,001108531	8,82097E-07	0,0009392	-35,4499675
19/01/2009	1780	0,009651	0,015971	0,000255085	8,73001E-07	0,000934345	17,09366757
27/01/2009	1820	-0,0048	0,001521	2,3138E-06	8,63372E-07	0,000929178	1,637056294
02/02/2009	1800	-0,01472	-0,0084	7,06147E-05	8,55953E-07	0,000925177	-9,08286281
09/02/2009	1740	0,007424	0,013744	0,000188898	8,46914E-07	0,000920279	14,93461859
16/02/2009	1770	-0,00742	-0,0011	1,21886E-06	8,38059E-07	0,000915456	-1,20597629
23/02/2009	1740	0,004963	0,011283	0,000127316	8,29012E-07	0,000910501	12,392543
02/03/2009	1760	0,019305	0,025625	0,000656649	8,23541E-07	0,000907491	28,23735146
10/03/2009	1840	0,022984	0,029304	0,000858719	8,1963E-07	0,000905334	32,3680586
16/03/2009	1940	0,044637	0,050957	0,002596588	8,3E-07	0,000911044	55,93226854
23/03/2009	2150	0,043225	0,049545	0,002454722	8,389E-07	0,000915915	54,09361683
30/03/2009	2375	-0,04323	-0,03691	0,00136199	8,48973E-07	0,000921397	-40,0534662
06/04/2009	2150	0,061137	0,067457	0,004550412	8,76185E-07	0,000936047	72,06552389
13/04/2009	2475	-0,00441	0,001911	3,65147E-06	8,67119E-07	0,000931192	2,052079643
20/04/2009	2450	0,065679	0,071999	0,005183824	8,99561E-07	0,000948452	75,91188677
27/04/2009	2850	-0,00383	0,002494	6,218E-06	8,90321E-07	0,000943568	2,642726108

04/05/2009	2825	-0,02777	-0,02145	0,000460213	8,89244E-07	0,000942997	-22,7493530
11/05/2009	2650	0,023912	0,030232	0,000913983	8,85072E-07	0,000940782	32,13512093
18/05/2009	2800	0,026329	0,032649	0,001065953	8,82026E-07	0,000939162	34,76388862
25/05/2009	2975	0,079789	0,086109	0,007414773	9,33257E-07	0,000966052	89,13501377
01/06/2009	3575	-0,03476	-0,02844	0,000808953	9,36815E-07	0,000967892	-29,3856232
08/06/2009	3300	-0,00998	-0,00366	1,34265E-05	9,28531E-07	0,000963603	-3,80262420
15/06/2009	3225	0,003354	0,009674	9,35793E-05	9,19115E-07	0,000958705	10,0903207
29/06/2009	3250	0,006631	0,012951	0,000167717	9,10065E-07	0,000953973	13,57541165
06/07/2009	3300	0,00976	0,01608	0,000258561	9,01547E-07	0,000949498	16,93508451
13/07/2009	3375	0,034019	0,040339	0,001627242	9,02506E-07	0,000950003	42,46205963
21/07/2009	3650	0,058364	0,064684	0,00418397	9,2396E-07	0,000961228	67,29267259
27/07/2009	4175	-0,02959	-0,02327	0,00054158	9,24252E-07	0,00096138	-24,2067246
03/08/2009	3900	0,002775	0,009095	8,272E-05	9,15133E-07	0,000956626	9,50743286
10/08/2009	3925	0,016288	0,022608	0,000511119	9,08091E-07	0,000952938	23,72447006
18/08/2009	4075	0,00792	0,01424	0,000202791	8,99545E-07	0,000948444	15,01457944
24/08/2009	4150	-0,00262	0,003696	1,36594E-05	8,90981E-07	0,000943918	3,915442899
31/08/2009	4125	0,040195	0,046515	0,002163611	8,95707E-07	0,000946418	49,14809642
14/09/2009	4525	0,027879	0,034199	0,001169553	8,93106E-07	0,000945043	36,18749952
28/09/2009	4825	0,004477	0,010797	0,000116582	8,84585E-07	0,000940524	11,48009527
12/10/2009	4875	-0,01588	-0,00956	9,13317E-05	8,79064E-07	0,000937584	-10,1929642
19/10/2009	4700	-0,00232	0,004004	1,60301E-05	8,70888E-07	0,000933214	4,290290258
26/10/2009	4675	-0,00467	0,00165	2,7229E-06	8,63056E-07	0,000929008	1,776218865
02/11/2009	4625	0,006986	0,013306	0,000177053	8,55142E-07	0,000924739	14,38905922
09/11/2009	4700	0,002304	0,008624	7,43726E-05	8,47131E-07	0,000920397	9,369816217

16/11/2009	4725	-0,03342	-0,0271	0,000734614	8,50028E-07	0,00092197	-29,3976695
23/11/2009	4375	0,02178	0,0281	0,000789597	8,45485E-07	0,000919503	30,55975502
30/11/2009	4600	0,007024	0,013344	0,000178057	8,37884E-07	0,00091536	14,57763075
07/12/2009	4675	-0,01177	-0,00545	2,97049E-05	8,31779E-07	0,000912019	-5,97598957
21/12/2009	4550	0,014086	0,020406	0,000416424	8,25378E-07	0,000908503	22,46162726
28/12/2009	4700	0,006876	0,013196	0,000174122	8,18049E-07	0,000904461	14,58937866
04/01/2010	4775	0,004524	0,010844	0,000117591	8,10678E-07	0,000900377	12,04378501
11/01/2010	4825	-0,01372	-0,0074	5,46964E-05	8,05375E-07	0,000897427	-8,24100673
25/01/2010	4675	-0,02387	-0,01755	0,000307944	8,03512E-07	0,000896389	-19,5767112
01/02/2010	4425	-0,00246	0,003859	1,4895E-05	7,96474E-07	0,000892454	4,324483717
08/02/2010	4400	0,012166	0,018486	0,000341729	7,90214E-07	0,00088894	20,79545202
15/02/2010	4525	-0,00483	0,001494	2,2334E-06	7,83562E-07	0,000885191	1,688287306
22/02/2010	4475	-0,00243	0,003887	1,51085E-05	7,76789E-07	0,000881356	4,410215391
01/03/2010	4450	0,028334	0,034654	0,001200872	7,75358E-07	0,000880544	39,35475521
08/03/2010	4750	0,03931	0,04563	0,002082073	7,79272E-07	0,000882764	51,68963809
15/03/2010	5200	0,020393	0,026713	0,000713593	7,75025E-07	0,000880355	30,34361574
22/03/2010	5450	-0,01624	-0,00992	9,83508E-05	7,70892E-07	0,000878004	-11,2951582
29/03/2010	5250	-0,01687	-0,01055	0,000111259	7,66961E-07	0,000875763	-12,0442681
05/04/2010	5050	0,004279	0,010599	0,000112335	7,604E-07	0,000872009	12,1544574
12/04/2010	5100	0,016706	0,023026	0,000530183	7,55475E-07	0,000869181	26,49126339
19/04/2010	5300	0,039152	0,045472	0,002067714	7,59154E-07	0,000871294	52,18915674
26/04/2010	5800	-0,05162	-0,0453	0,002052159	7,74236E-07	0,000879907	-51,4835853
03/05/2010	5150	0,020587	0,026907	0,000723961	7,70225E-07	0,000877625	30,65835189
10/05/2010	5400	-0,03342	-0,0271	0,000734614	7,73061E-07	0,000879239	-30,8263756

17/05/2010	5000	0,004321	0,010641	0,000113239	7,66618E-07	0,000875567	12,15368934
24/05/2010	5050	0,041002	0,047322	0,002239334	7,71303E-07	0,000878238	53,88241233
31/05/2010	5550	-0,0079	-0,00158	2,48529E-06	7,65625E-07	0,000875	-1,80169271
07/06/2010	5450	0,03812	0,04444	0,001974955	7,6864E-07	0,000876721	50,68938833
14/06/2010	5950	0,003634	0,009954	9,90878E-05	7,62314E-07	0,000873106	11,40100397
21/06/2010	6000	-0,01848	-0,01216	0,000147948	7,5913E-07	0,000871281	-13,9603738
28/06/2010	5750	0,011184	0,017504	0,000306396	7,53492E-07	0,000868039	20,16517602
05/07/2010	5900	0,014478	0,020798	0,000432549	7,48407E-07	0,000865105	24,04079616
19/07/2010	6100	-0,00718	-0,00086	7,37168E-07	7,4296E-07	0,000861951	-0,99609390
02/08/2010	6000	-0,0073	-0,00098	9,58909E-07	7,37588E-07	0,000858829	-1,14020169
09/08/2010	5900	0,007299	0,013619	0,000185484	7,3183E-07	0,00085547	15,92017551
16/08/2010	6000	-0,0073	-0,00098	9,58909E-07	7,26582E-07	0,000852398	-1,14880454
23/08/2010	5900	0,010903	0,017223	0,000296644	7,21295E-07	0,000849291	20,27970155
30/08/2010	6050	0,057094	0,063414	0,004021299	7,35912E-07	0,000857853	73,92143547
06/09/2010	6900	-0,01931	-0,01299	0,000168614	7,33281E-07	0,000856319	-15,1639310
20/09/2010	6600	0	0,00632	3,99424E-05	7,27534E-07	0,000852956	7,40952828