

Evaluasi Model *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (EGARCH)

Novianti Dwi PujiAstuti*, Suwanda

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

* noviantidwi50@gmail.com, suwanda@unisba.ac.id

Abstract. In time series data that has a fairly high volatility, it is possible to have an error variance that is not constant (Heteroscedasticity). This is reflected in the square of error that also follows the time series model, for example the autoregressive (AR) model and the expectation of the conditional error square is not constant, the AR model of the square of error is called the Autoregressive Conditional Heteroscedastic (ARCH). The AR model that combines time series data and squared error is called Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic (GARCH). However, the GARCH model ignores the asymmetric effect on the data. So Nelson (1991) developed the GARCH model to overcome the asymmetric problem with the Exponential GARCH model. The purpose of this study was to determine the symptoms of the EGARCH model and apply the EGARCH model in stock price index data at PT. Bank X in Indonesia. The data used is closing price data for the period January 2019 – December 2021. The results show that the Residual from GARCH(2,0) is used to test the effect of asymmetry. The best model used for forecasting based on the comparison results of MAPE, AIC and SIC values from several other models is the EGARCH(2,1) model.

Keywords: *Stocks Price, Heteroscedasticity, GARCH, Effect of Asymmetry, Exponential GARCH.*

Abstrak. Pada data deret waktu yang memiliki volatilitas cukup tinggi dimungkinkan memiliki varian *error* menjadi tidak konstan (Heteroskedastisitas). Hal ini tercermin dari kuadrat *error* yang juga mengikuti model deret waktu, misal model *autoregressive* (AR) dan ekspektasi kuadrat *error* bersyarat tidak konstan, model AR dari kuadrat *error* disebut *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH). Model AR yang menggabungkan data deret waktu dan kuadrat *error* disebut *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH). Namun model GARCH mengabaikan efek asimetris pada data. Sehingga Nelson (1991) mengembangkan model GARCH untuk mengatasi permasalahan asimetris dengan model *Exponential GARCH*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gejala model EGARCH dan menerapkan model EGARCH pada data indeks harga saham di PT. Bank X di Indonesia. Data yang digunakan merupakan data harga penutupan selama periode Januari 2019 – Desember 2021. Hasilnya menunjukkan bahwa *Residual* dari GARCH(2,0) dipakai untuk menguji pengaruh asimetri. Model terbaik yang digunakan untuk peramalan berdasarkan hasil perbandingan nilai MAPE, AIC maupun SIC dari beberapa model lainnya ialah model EGARCH(2,1).

Kata Kunci: *Saham, Heteroskedastisitas, GARCH, Pengaruh Asimetri, Exponential GARCH.*

A. Pendahuluan

Pasar modal merupakan tempat bagi investor untuk mengejar laba (*profit*), baik dalam jangka pendek (*trading*) ataupun untuk investasi jangka panjang [8]. Beberapa saham-saham kelas atas telah terbukti sanggup memberikan *profit* bagi investor dalam kurun waktu 5-10 tahun. Indeks harga saham ialah parameter statistik yang menggambarkan keseluruhan mobilitas harga saham atas gabungan saham yang ditunjuk berlandaskan karakteristik dan metodologi tertentu dalam kurun waktu tertentu [2]. Bursa Efek Indonesia (BEI) mengakumulasi banyak investor pasar modal menembus 7,47 juta hingga akhir Desember 2021. Dari angka yang tercatat, banyak investor saham meningkat sebanyak 3,4 juta orang. Seorang investor merupakan penanggung risiko dalam menginvestasikan modalnya, tingkat risiko akan selalu menjadi sebuah pertimbangan. Informasi yang dibutuhkan oleh para investor diantaranya adalah informasi tentang taraf pengembalian (*return*) serta risiko investasi. Data harga saham yakni salah satu data keuangan yang umumnya condong berfluktuasi secara cepat atau mempunyai volatilitas yang tinggi akibatnya varian *error* tidak tetap (*Heteroskedastisitas*) dan sangat bersifat acak (*random*). Data harga saham umumnya dikaji untuk *return* data saham yang diaplikasikan menggunakan metode tertentu untuk perolehan informasi.

Data deret waktu umumnya dimodelkan dengan menggunakan model AR, MA, ataupun ARMA. Akan tetapi pada kondisi data keuangan ini, umumnya condong berfluktuasi secara cepat dari waktu ke waktu akibatnya variansi dari *error*-nya akan selalu berganti tiap waktu (*heterogen*). Volatilitas dipakai untuk menjelaskan fluktuasi dari satu data, akibatnya menghasilkan peluang data berkarakter *heteroskedastisitas*.

Maka dibutuhkan metode lain yang mampu menangani masalah keheterogenan variansi tersebut. Suatu metode yang bisa diaplikasikan untuk menyelesaikan kondisi keheterogenan variansi ialah metode *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) yang dipublikasikan Engle di tahun 1982. Transformasi variansi dalam model ARCH dipengaruhi oleh beberapa data acak sebelumnya [7]. Model tersebut dikembangkan oleh [3] untuk membatasi orde yang terlalu tinggi dalam model ARCH yaitu model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH). Model ARCH maupun GARCH memprediksi bahwa *error* yang positif maupun *error* yang negatif hendak menyampaikan kontrol yang sama terhadap volatilitasnya [9]. Akan tetapi sebenarnya asumsi ini masih acapkali dilangkahi, lantaran umumnya data *time series* malah menunjukkan gejala ketidaksimetrisan antara nilai *error* positif serta *error* negatif atas volatilitasnya. Pada data keuangan ini utamanya data harga saham, apabila nilai *error* lebih kecil dari 0, maka taksiran harga saham hasil perkiraan akan lebih besar dibandingkan dengan harga asli, dan ini merupakan keadaan yang *bad news*. Sebaliknya, bila nilai *error* lebih besar daripada 0 yakni taksiran harga saham lebih besar dari harga perkiraannya akibatnya membuat keuntungan yang disebut *good news* [6]. Metode yang bisa dipakai akan menyambangi data yang memiliki pengaruh asimetrik ialah metode *Exponential GARCH* (EGARCH) metode ini dipublikasikan oleh [5]. Model EGARCH membebaskan taksiran ukuran yang *non-negatif* agar membentuk variansi bersyarat *non-negatif* dan variansi *error* saat ini tidak sekadar dipengaruhi oleh *error* periode sebelumnya tetapi juga dipengaruhi oleh variansi *error* tempo dulu. Kelebihan dari model EGARCH ini mampu mengatasi varian yang tidak konstan dan dapat diterapkan untuk mengatasi data yang memiliki nilai *cross correlation* antara *residual* kuadrat dan *lag* galatnya signifikan. Model EGARCH ini telah menunjukkan kelebihanannya dibandingkan dengan model kondisional variansi asimetri lainnya. Selain itu, model variansi bersyarat eksponensial memberikan yang paling cocok untuk *heteroskedastisitas* dalam variansi [1]. Namun, kemungkinan kesalahan spesifikasi model EGARCH dapat dideteksi dengan biaya komputasi yang rendah.

Penelitian ini memilih Bank X sebagai studi kasus dikarenakan Bank X ialah salah satu bank terbesar di Indonesia. Salah satu saham yang sangat banyak digemari oleh para investor yaitu saham PT. Bank X. Salah satu saham yang tercatat di Bursa Efek Indonesia yaitu PT Bank X Tbk ini. Bank terbesar disebut Bank Buku 4, saham Bank X ini diperjualbelikan oleh masyarakat umum. Saham Bank X ialah saham yang kerap dikelompokkan selaku saham *blue chip*. Saham Bank X ialah salah satu dari beberapa saham yang biayanya relatif terus meningkat dalam jangka panjang. Saham ini meningkat lebih dari 7 kali lipat dalam waktu 13 tahun [10].

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui gejala model *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic* (EGARCH) pada data indeks harga saham Bank X periode Januari 2019 - Desember 2021.

B. Metodologi Penelitian

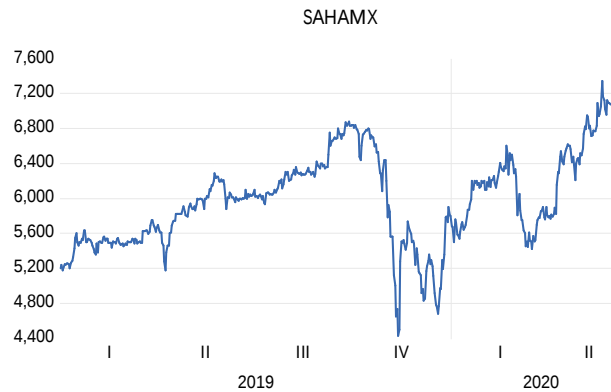
Peneliti menggunakan metode *Exponential GARCH*, dimana data yang digunakan data sekunder yang merupakan data penutupan harga saham PT Bank X Tbk setiap harinya selama periode Januari 2019 – Desember 2021. Data dibagi dua proporsi yakni 70% data *training* dan 30% data *testing*. Dengan jumlah observasi keseluruhan 747 data. Analisis data pada penelitian ini dibantu dengan memakai *software* Eviews 12 SV for Student. Adapun tahapan-tahapan analisis data yang dipergunakan pada penelitian ini ialah sebagai berikut.

1. Menyiapkan data yang akan dipakai dan diteliti yaitu dengan menggunakan data *training* sebanyak 70% dari 747 data yaitu 523 data.
2. Melakukan *plotting* dari data *training* indek harga saham.
3. Melakukan pemeriksaan stasioneritas data Indeks Harga Saham PT. Bank X dengan memakai Uji *Augmented Dickey-Fuller*.
4. Bila data tidak stasioner dalam rata-rata maupun varian sehingga perlu melakukan *differencing* dan transformasi logaritma yaitu menjadi data *return*.
5. Menganalisis model ARMA dengan menggunakan data *training return* indeks harga saham PT. Bank X.
 - a. Membuat grafik *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) untuk identifikasi awal model ARMA yang sesuai untuk dipergunakan memodelkan rata-rata bersyarat dari data mengacu pada Tabel 2.1.
 - b. Mengestimasi parameter model ARMA.
 - c. Menetapkan model ARMA terbaik berlandaskan tolak ukur nilai *Akaike Information Criteria* (AIC) ataupun *Schwartz Information Criterion* (SIC) terkecil.
6. Pengujian pengaruh *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) dengan memakai uji *Lagrange Multiplier* (LM-Test).
7. Melakukan pendugaan parameter *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH).
8. Penentuan model GARCH terbaik sesuai dengan kriteria nilai AIC ataupun SIC terkecil.
9. Pengujian efek *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) pada model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH).
10. Pengujian efek *asymmetric* menggunakan uji *Sign Bias* dari model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH).
11. Jika terdapat pengaruh *asymmetric* maka dilakukan pemodelan menggunakan *Exponential GARCH*.
12. Estimasi parameter model *Exponential GARCH*.
13. Pemilihan model terbaik berdasarkan nilai *Akaike Information Criteria* (AIC) ataupun *Schwartz Information Criterion* (SIC) minimum.
14. Melakukan percobaan diagnostik model *Exponential GARCH* untuk menguji kelayakan model dengan memakai metode *Q-Ljung Box*. Model disimpulkan baik bila *error* memiliki karakteristik *white noise*.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data indeks harga saham dari PT Bank X Tbk di Indonesia yang digunakan pada penelitian ini yaitu selama 3 tahun pada saat harga penutupan setiap harinya. Dengan jumlah observasi secara keseluruhan yaitu 747 hari. Namun dalam penganalisisannya data dibagi menjadi dua, data *training* sebesar 70% yang digunakan untuk melatih algoritma dalam mencari model yang sesuai, dengan jumlah observasi sebanyak 70% dari 747 data keseluruhan yaitu sebesar 523 data, dan untuk data *testing* sebesar 30% yang digunakan untuk menguji dan mengetahui

kualitas model yang diperoleh pada saat percobaan, dengan jumlah observasi sebanyak 30% dari 747 data keseluruhan adalah 224 data. *Plot* data indeks harga saham dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



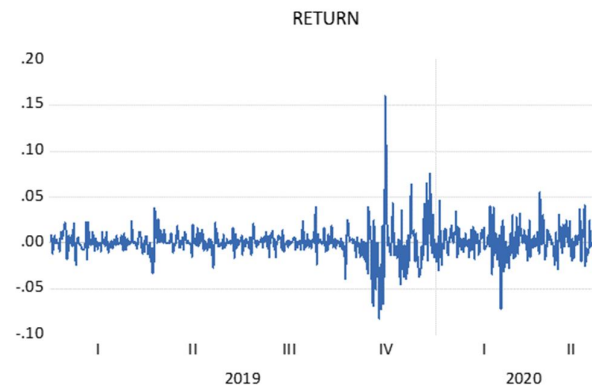
Gambar 1. *Plot Time Series Data Indeks Harga Saham PT Bank X*

Dari Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa pola data masih sangat bersifat fluktuatif. Ini menimbulkan dugaan awal bahwa data Indeks Harga saham PT Bank X tersebut belum stasioner dalam rata-rata maupun variansnya. Untuk memastikan nya dapat dilakukan pengujian formal menggunakan *Augmented Dickey Fuller*, hasil pengujian disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) Data Indeks Harga Saham PT Bank X

SahamX As A Unit Root	<i>t</i> -Statistics	Probability
<i>Augmented Dickey-Fuller</i>	-2.177586	0.2149
<i>Test Critical Values: 5% Level</i>	-2.866857	

Berdasarkan hasil Uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) pada Tabel 1 di atas, dapat diketahui bahwa nilai probabilitas ADF sebesar 0.2149, dimana nilai tersebut lebih besar dari taraf signifikansi yang digunakan yaitu sebesar 5%. Karena nilai probabilitas lebih besar dari taraf signifikansi 5% maka H_0 diterima, yang artinya bahwa ada masalah unit *root* dalam model *autoregressive* atau dapat dikatakan data tidak stasioner. Karena data indeks harga saham PT Bank X tersebut tidak stasioner maka perlu dilakukan transformasi logaritma untuk menstasionerkan ragamnya dan *differencing* orde pertama untuk menstasionerkan rata-rata data indeks harga saham yang disebut dengan data *return* indeks harga saham PT Bank X. Diperoleh hasil grafik sebagai berikut:



Gambar 2. *Plot Time Series Data Return Indeks Harga Saham PT Bank X*

Gambar di atas menunjukkan pola data yang sudah lebih baik dibandingkan *plot* deret waktu dari data Indeks Harga Saham PT Bank X pada Gambar 1 di atas sebelumnya. Ini menimbulkan dugaan awal bahwa data *return* Indeks Harga Saham PT Bank X tersebut bisa jadi sudah lebih stasioner dalam rata-rata maupun ragamnya. Nilai *return* merupakan besar perubahan nilai indeks yang terjadi pada waktu t dengan nilai indeks pada waktu $t-1$. Untuk memvalidasi dugaan awal tersebut dapat dilakukan pengujian kestasioneran data *return* indeks harga saham PT Bank X dengan menggunakan metode uji akar-akar unit yaitu metode *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), hasil pengujian disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) Data *Return* Harga Saham PT Bank X

<i>Return As A Unit Root</i>	<i>t-Statistics</i>	<i>Probability</i>
<i>Augmented Dickey-Fuller</i>	-22.38152	0.0000
<i>Test Critical Values: 5% Level</i>	-2.866868	

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa nilai probabilitas ADF sebesar 0.0000, dimana nilai tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 5% maka H_0 ditolak, yang artinya bahwa data sudah stasioner. Setelah diketahui bahwa data sudah stasioner artinya asumsi untuk pemodelan ARMA sudah terpenuhi maka selanjutnya diperlukan pengidentifikasian model ARMA sementara dari grafik *correlogram* dengan melihat pergerakan nilai ACF dan PACF. Model terpilih sesuai dengan kriteria pemilihan model yaitu koefisien yang signifikan dan nilai AIC dan SIC yang terkecil yaitu terdapat pada model ARMA(4,4) tanpa konstanta.

Model ARMA(4,4) tanpa konstanta memiliki kondisi bahwa varian yang bersifat acak atau tidak konstan, artinya memiliki masalah heteroskedastisitas maka dari itu bisa dilanjutkan untuk pengujian pengaruh dari model ARCH, dimana syarat untuk model tersebut yaitu data harus bersifat heteroskedastis. Dalam pengujian model ARCH dilihat varians *residual* nya dengan menggunakan uji ARCH *Lagrange Multiplier*. Adapun hasil pengujiannya terlampir pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Uji Pengaruh ARCH Dalam Model ARMA

<i>Heteroskedasticity Test: ARCH</i>	
<i>F-Statistic</i>	6.250096
<i>Probability. F(1,519)</i>	0.0127

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai probabilitas ADF sebesar 0.0127, dimana nilai tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 5% maka H_0 ditolak, yang artinya bahwa terdapat efek ARCH pada model. Model terpilih sebelumnya yaitu data *return* mengandung efek ARCH yang berarti model dapat diatasi dengan pengujian GARCH. Estimasi model GARCH dapat dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation*. Untuk penentuan orde model GARCH yaitu berdasarkan grafik *correlogram* dari *residual* kuadrat data *return*. Pendugaan parameter model GARCH dipilih sesuai dengan kriteria pemilihan model yaitu koefisien yang signifikan dan nilai AIC dan SIC yang terkecil. Terpilih model GARCH(2,0) yang sesuai untuk dijadikan model terbaik, persamaan nya seperti berikut:

$$\sigma_t^2 = 0.000225 + 0.150000\varepsilon_{t-1}^2 + 0.050000\varepsilon_{t-2}^2.$$

Dari model GARCH terpilih dan hasil verifikasi model GARCH dilanjutkan untuk melihat masalah heteroskedastis pada data dengan menggunakan uji efek ARCH LM.

Tabel 4. Uji Pengaruh ARCH Dalam Model ARMA-GARCH

<i>Heteroskedasticity Test: ARCH</i>	
<i>F-Statistic</i>	0.686066
<i>Probability. F(1,519)</i>	0.4079

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai probabilitas ADF sebesar 0.4079, dimana nilai tersebut lebih besar dari taraf signifikansi 5% maka H_0 diterima, yang artinya bahwa sudah tidak terdapat efek ARCH dalam model. Hal ini membuktikan bahwa pengujian dapat dilanjutkan pada tahap selanjutnya yaitu metode GARCH Asimetris. Data ini merupakan data keuangan dimana akan adanya pengaruh berita baik (*good news*) dan berita buruk (*bad news*) maka dari itu harus dilakukan pengujian keasimetrisan pada data. Untuk melihat keberadaan efek asimetris pada model terpilih yaitu dilakukan pengujian regresi menggunakan uji *sign bias* terhadap model GARCH(2,0).

Tabel 5. Uji *Sign Bias* Dalam Model GARCH

<i>Sign Bias Test GARCH(2) Model</i>	
<i>F-Statistic</i>	2.664094
<i>Probability F-Statistic</i>	0.047303

Berdasarkan hasil pengujian diatas, nilai probabilitas 0.047303 lebih kecil dari taraf signifikansi 5% maka H_0 ditolak yang berarti *residual* bersifat asimetris. Sesuai dengan pengujian *sign bias* GARCH(2,0) terbukti bahwa model terindikasi efek asimetris dan dapat dilanjutkan pemodelan untuk pendugaan model GARCH Asimetris. Pendugaan parameter akan dilakukan pada model EGARCH dari model yang terpilih yaitu GARCH(2,0). Estimasi model EGARCH dapat dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation*. Pendugaan parameter model EGARCH dipilih sesuai dengan kriteria pemilihan model yaitu koefisien yang signifikan dan nilai AIC dan SIC yang terkecil. Terpilih model EGARCH(2,1) yang sesuai untuk dijadikan model terbaik, persamaan nya seperti berikut:

$$\log(\sigma_t^2) = -0.259863 + 0.451613 \left| \frac{e_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| - 0.306091 \left| \frac{e_{t-2}}{\sigma_{t-2}} \right| + 0.981110 \frac{e_{t-1}}{\sigma_{t-1}} - 0.152320 \ln(\sigma_{t-1}^2).$$

Berdasarkan hasil model EGARCH(2,1), dapat dijelaskan untuk volatilitas harga saham PT Bank X pada periode Januari 2019 sampai dengan Desember 2021 bahwa model tersebut mengandung efek asimetris yang dapat dilihat dari nilai parameter γ_i yang tidak sama dengan nol yaitu sebesar 0.981110. Tetapi dalam pemodelan tersebut, volatilitas untuk *leverage effect* harga saham PT Bank X tidak berpengaruh karena nilai parameter γ_i dari model EGARCH sebesar 0.0981110 yang berarti memiliki nilai yang lebih besar dari nol. Hal ini menjelaskan bahwa pengaruh dari *good news* yang diterima dalam volatilitas harga saham lebih besar dibandingkan *bad news*. Sehingga ketika terjadi guncangan tidak akan berpengaruh signifikan terhadap volatilitas harga saham PT Bank X. Pada keadaan *good news* dalam volatilitas maka akan berdampak pada volatilitas harga saham PT Bank X sebesar 0.145522.

Model terpilih yaitu EGARCH(2,1) akan dilakukan verifikasi model untuk melihat sifat *residual* nya dengan menggunakan pengujian *white noise* dan uji normalitas. Pengujian *white noise* menggunakan *Ljung-Box* dipilih untuk melihat keacakan datanya dengan menggunakan grafik *correlogram*. Karena nilai LB sebesar 25.10285 lebih kecil dari χ_{tabel}^2 yaitu 41.3371, artinya terima H_0 yang berarti *residual* bersifat acak atau *white noise*. Pengujian sifat *residual* selanjutnya yaitu uji normalitas menggunakan Uji *Jarque Bera* yang akan dibandingkan dengan nilai χ_{2}^2 diperoleh nilai *Jarque Bera* yaitu 63.88312 dimana hasil *Jarque Bera* tersebut lebih besar dari $\chi_{2}^2 = 4.6052$. Artinya tolak H_0 atau *residual* tidak berdistribusi normal. *Residual* yang tidak normal dari pengujian *Jarque Bera* tersebut dimanfaatkan oleh model GARCH untuk pengujian selanjutnya, karena menurut [4] model GARCH terindikasi memiliki *fat tails*, sehingga memang benar bahwa model GARCH memiliki masalah asimetri sehingga lebih cocok dilakukan pemodelan dengan GARCH Asimetri.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

Pada data indeks harga saham PT Bank X diketahui bahwa terdapat pelanggaran asumsi asimetris berdasarkan dari hasil *plot cross correlation* antara *residual* kuadrat dengan *lag residual* juga berdasarkan pengujian formal menggunakan pengujian *sign bias*, hal tersebut merupakan indikasi atau gejala awal bahwa model mengalami ketidaksimetrisan, sehingga data perlu dimodelkan dengan model yang dapat mengatasi masalah asimetris seperti *Exponential GARCH*. Bahwa model yang cocok dan baik untuk menganalisis data saham PT Bank X adalah model EGARCH(2,1).

Acknowledge

Saya ingin berterimakasih kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat, rezeki, dan karunianya yang diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik, lancar, dan tepat waktu. Tak lupa juga saya ucapkan kepada orang tua, kakak, dan keluarga, teman-teman yang telah memberikan dukungan lebih. Juga kepada bapak dosen pembimbing yang sudah membantu dan mengarahkan juga memberikan ilmunya untuk membantu penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Andersson, O. &. (2014). Financial Econometrics : A Comparison of GARCH type Model Performances when Forecasting VaR. 1–27.
- [2] Bobby. (2021). *Pengertian Indeks Harga Saham dan Daftar Index Saham di BEI*. Diambil kembali dari <https://lifepal.co.id/media/apa-itu-indeks-harga-saham-ini-pengertiannya-dan-daftarnya/>
- [3] Bollerslev, T. (2008). *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*. *IEEE Transactions on Neural Networks*. doi:<https://doi.org/10.1109/TNN.2007.902962>
- [4] N, A. (2019). Diambil kembali dari <https://www.cruncheconometrix.com.ng>.
- [5] Nelson, D. B. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns : A New Approach Author. *Econometrica Society*, 347–370. Dipetik 2022, dari <http://www.jstor.org/stable/2938260> . CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY IN ASSET RETURNS : A NEW APPROACH.
- [6] R, A. (2016). Analisis Data Time Series Menggunakan Model Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedascity (EGARCH)(1,1). Dipetik 2022
- [7] Sanchia, N. G. (2020). *Implementasi Model ARMA-GARCH Menggunakan Metode Maximum Likelihood*.
- [8] Sidiq, S. (2021). *Ini Dia Saham-saham Paling Cuan 5 Tahun Terakhir!* Dipetik Februari Senin, 2022, dari <https://www.cnbcindonesia.com/investment/20211116105927-21-291844/ini-dia-saham-saham-paling-cuan-5-tahun-terakhir>
- [9] Wibowo, N. M. (2016). *emodelan Return Saham Perbankan Menggunakan Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (EGARCH)*. *Jurnal Gaussian*,. Dipetik 2022, dari <http://repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/download/160/157>
- [10] Y, H. (t.thn.). *Saham BCA: Harga, Cara Beli, Sejarah*. Dipetik 2022, dari <https://bigalpha.id/news/saham-bca-harga-cara-beli-sejarah>
- [11] Prancisca, Devila Mustika. (2021). *Prediksi Sisa Umur Bearing Menggunakan Regresi Eksponensial*, *Jurnal Riset Statistika*, 1(2), 107-116.