

Pemodelan Volatilitas Indeks Harga Saham Sektorial di Indonesia

Yasir Maulana

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Kuningan, Indonesia

E-mail: yasir@uniku.ac.id

Abstract

This study aims to determine the volatility model of the ten sectoral stock indexes on the Indonesia Stock Exchange accompanied by analysis of the influence of leverage and forecasting using the best model obtained. The method used is the ARCH model then extended to symmetric GARCH and asymmetric extension to GARCH, namely, GJR-GARCH and EGARCH. The results of the research that we have done on sectoral stock indexes show that the ten sectoral indices can be modeled for volatility. The best model for Consumer Goods, Miscellaneous, Infrastructure, and Property is GARCH(1,1). As for the Manufacturing, Trade, and Basic Industry sectors, the best model is GJR-GARCH(0,1,1) and for the Mining, Agriculture, and Finance sectors the best model is GJR-GARCH(1,1,1). Our analysis of the leverage effect found that several sectors showed a leverage effect, namely the manufacturing, mining, agriculture, trade, finance, and property sectors. This often reflects the fact that in the Indonesian stock market often volatility increases more quickly when there is bad news than volatility changes when there is good news for these sectoral indices.

Keywords: Volatility, Stock Index, GARCH, GJR-GARCH, EGARCH

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model volatilitas dari sepuluh Indeks Saham Sektorial di Bursa Efek Indonesia disertai dengan analisis *leverage effect* dan *forecasting* menggunakan model terbaik yang diperoleh. Metode yang digunakan adalah model ARCH kemudian diperluas ke GARCH simetris dan ekstensi asimetris ke GARCH, yaitu, GJR-GARCH dan EGARCH. Hasil penelitian yang telah kami lakukan terhadap indeks saham sektorial diperoleh bahwa kesepuluh indeks saham sektorial tersebut dapat dimodelkan volatilitasnya. Model terbaik untuk *Consumer Goods*, *Miscellaneous*, *Infrastructure*, dan *Property* adalah GARCH(1,1). Sedangkan untuk sektor *Manufacture*, *Trade*, dan *Basic Industry* model terbaiknya adalah GJR-GARCH(0,1,1) serta untuk sektor *Mining*, *Agriculture*, dan *Finance* model terbaiknya adalah GJR-GARCH(1,1,1). Analisis *leverage effect* yang kami lakukan menemukan bahwa beberapa sektor menunjukkan adanya *leverage effect* yaitu sektor *manufacture*, *mining*, *agriculture*, *trade*, *finance*, dan *property*. Hal ini menunjukkan kecenderungan fakta di pasar saham Indonesia bahwa seringkali volatilitas meningkat lebih cepat ketika muncul *bad news* dibandingkan perubahan volatilitas saat adanya *good news* untuk indeks-indeks sektorial tersebut.

Kata Kunci: Volatilitas, Indeks Saham, GARCH, GJR-GARCH, EGARCH

PENDAHULUAN

Pengukuran resiko dari aset keuangan telah menjadi aspek yang semakin penting dalam beberapa dekade terakhir. Dengan kondisi dunia keuangan yang semakin mengglobal dan tidak pasti, perusahaan-perusahaan, terutama lembaga keuangan, tentunya ingin memiliki kontrol yang baik atas profil resiko mereka. Begitu pula dengan investor yang ingin melakukan investasi, tentunya ingin mengetahui dan memilih aset yang sesuai dengan resiko yang mampu mereka tanggung. Secara umum, perhitungan resiko sangat diperlukan dalam menentukan harga dari derivatif (options), menyeleksi aset dalam portofolio, serta melakukan strategi hedging. Risiko portofolio dapat dihitung, seperti menghitung resiko investasi tunggal, dengan mengambil standar deviasi varians pengembalian aktual portofolio dari waktu ke waktu. Variabilitas pengembalian ini sepadan dengan resiko portofolio, dan resiko ini dapat diukur dengan menghitung standar deviasi dari variabilitas ini. Standar

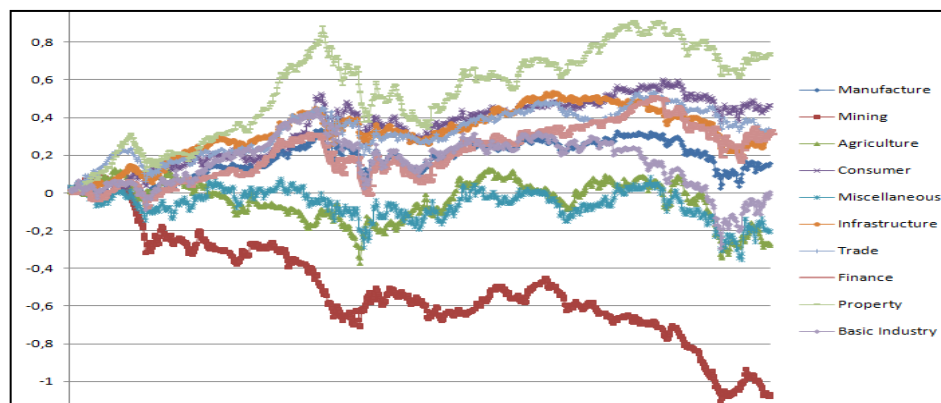
deviasi, sebagaimana diterapkan pada hasil investasi, adalah ukuran statistik kuantitatif dari variasi pengembalian spesifik terhadap rata-rata pengembalian tersebut.

Dalam analisis fundamental *top-down approach* sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1, sebelum melakukan analisis perusahaan dan saham dilakukan pendekatan analisis Industri. Analisis Industri bertujuan untuk menentukan industri manakah yang memiliki prospek dan manakah yang tidak prospek. Pentingnya analisis industri untuk dilakukan dalam menentukan keputusan berinvestasi maka kami tertarik untuk melakukan penelitian dengan menggunakan data indeks saham sektoral.



Gambar 1. Kerangka analisis fundamental dalam keputusan investasi berdasarkan *Top-down approach*

Ilmu ekonometri keuangan telah berkembang pesat terutama dalam hal pemodelan resiko aset keuangan yang umumnya sangat fluktuatif dengan tingkat volatilitas yang tinggi. Penelitian ini akan memodelkan dan memprediksi volatilitas dari return saham, dimana penelitian ini akan dikhususkan untuk mengenali dan memprediksi volatilitas dari saham-saham berdasarkan sektor bisnisnya.



Gambar 2. Pergerakan harga indeks sektoral di BEI Tahun 2012-2015

Selama jangka waktu tahun 2012-2015 pasar modal Indonesia sangat berfluktuasi. Grafik 1 di atas menunjukkan tren pergerakan indeks sektoral saham di Indonesia yang cukup berbeda

antarsektoral. Peramalan volatilitas banyak diterapkan dalam pemilihan portofolio, penetapan harga opsi, manajemen risiko, dan strategi perdagangan berbasis volatilitas. Model keluarga GARCH banyak digunakan untuk pemodelan dan peramalan volatilitas aset keuangan (Poon dan Granger, 2003). Di samping pergolakan ekonomi yang terjadi selama rentang waktu tersebut hal lain yang diduga mempengaruhi volatilitas tersebut yaitu adanya *leverage effect* (positif atau negative *shocks* memberikan efek perubahan volatilitas yang berbeda). Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis melakukan penelitian mengenai pemodelan volatilitas dan analisis *leverage effect* pada indeks saham sektoral di Indonesia.

Indeks harga saham merupakan ukuran statistik yang mencerminkan pergerakan keseluruhan harga atau sekumpulan harga saham yang dipilih berdasarkan kriteria dan metodologi tertentu dengan dievaluasi secara berkala. Manfaat dari disusunnya indeks saham antara lain untuk mengetahui kondisi pasar; untuk mengukur sentimen pasar; untuk digunakan sebagai proksi dalam mengukur dan membuat model pengembalian investasi (return), risiko sistematis (systematic risk), dan kinerja yang disesuaikan dengan risiko; untuk digunakan sebagai proksi untuk kelas aset pada alokasi aset; sebagai benchmark bagi portofolio aktif; dan juga dapat digunakan turunan produk investasi pasif seperti reksadana, ETF dan lain-lain.

Return merupakan imbalan yang diperoleh dari hasil investasi, sedangkan saham adalah surat berharga yang menunjukkan bukti kepemilikan sah dalam suatu perusahaan. Return saham merupakan hasil yang diterima karena investor atas hak kepemilikannya dalam perusahaan. Dapat disimpulkan bahwa return saham adalah keuntungan dari investasi atau tingkat pengembalian dari sejumlah saham yang dimiliki/ dibeli oleh investor. Karena adanya peluang atau potensi tingkat pengembalian tertentu ini maka tujuan utama dari investasi baik dalam horison waktu jangka pendek maupun jangka panjang adalah mendapatkan keuntungan yang disebut return. Dalam berinvestasi, investor secara rasional akan menjadikan dua faktor penting dalam memilih jenis investasinya, yaitu expected return (tingkat imbal hasil yang diharapkan) dan risk (tingkat risiko) yang mungkin terjadi dalam alternatif pilihan-pilihan investasinya.

Return atau imbal hasil total adalah jumlah dari keuntungan modal dan setiap pembayaran dividen. Dimungkinkan untuk menyesuaikan deret waktu harga sehingga dividen ditambahkan kembali untuk menghasilkan indeks pengembalian total. Jika harga adalah indeks pengembalian total, pengembalian yang dihasilkan memberikan ukuran pengembalian total yang akan diperoleh pemegang aset selama periode waktu tertentu (Brooks, 2014).

Return atau pengembalian memiliki tiga karakteristik. Karakteristik ini disebut fakta bergaya. Pertama, pengembalian tidak mengikuti distribusi normal, dalam banyak kasus distribusinya simetris (Taylor, 2005), namun dalam beberapa kasus, distribusi ditandai dengan bentuk asimetris, biasanya miring ke kiri dan Kurtosis tinggi yang menyiratkan bahwa pengembalian memiliki puncak yang tinggi (Mandelbrot, 1963) dan ekor gemuk (Fama, 1965). Fakta kedua tentang pengembalian adalah bahwa hampir tidak ada korelasi antara pengembalian untuk hari yang berbeda. Fakta bergaya terakhir adalah bahwa ada ketergantungan positif antara pengembalian absolut pada hari-hari terdekat dan dengan demikian untuk pengembalian kuadrat (Taylor, 2005).

Jenis Return saham setidaknya terbagi menjadi beberapa jenis:

- 1) *Expected Return* atau return ekspektasi merupakan hasil perolehan dari investasi yang diharapkan investor untuk diperoleh lagi pada masa mendatang. Dengan kata lain return ekspektasi ini sifatnya belum terjadi. Dihitung dengan menggunakan unsur periode waktu dan bobot dari investasi dalam portofolio.
- 2) *Realized Return* atau return realisasi merupakan hasil perolehan dari investasi yang telah terjadi. Dihitung dengan mengurangi harga awal dari harga akhir untuk menghitung kenaikan atau penurunan nilai investasi. Kemudian, tambahkan pendapatan apa pun yang dibayarkan kepada Anda selama kepemilikan investasi. Jenis return ini dianggap sebagai salah satu ukuran kinerja yang penting dari perusahaan. Return realisasi juga mempunyai fungsi sebagai penentuan return ekspektasi.
- 3) *Historical return* atau return historis merupakan tingkat imbal hasil dari tahun-tahun sebelumnya yang dapat digunakan sebagai dasar penilaian kinerja maupun dasar peramalan.
- 4) *Required rate of return* atau return minimum dimana imbal hasil ini disyaratkan investor secara langsung untuk memilih investasi mana yang paling tepat baginya. Dapat digunakan formula *dividen discount model* atau CAPM.

Volatilitas adalah ukuran statistik dari dispersi pengembalian untuk keamanan atau indeks pasar tertentu. Dalam kebanyakan kasus, semakin tinggi volatilitas, semakin berisiko keamanannya. Volatilitas sering diukur sebagai standar deviasi atau varians antara pengembalian dari sekuritas atau indeks pasar yang sama. Peramalan volatilitas merupakan alat analisis yang sangat penting dalam manajemen keuangan seperti manajemen risiko, alokasi aset, dan penetapan harga opsi karena pemahaman tentang volatilitas di masa depan dapat membantu investor baik institusional maupun individual dalam meminimalisir kerugian mereka. Volatilitas tidak dapat diamati secara langsung dalam praktiknya dan karenanya perlu diperkirakan dari harga dasar suatu aset.

Bagian yang menarik dari memperkirakan volatilitas dengan pengembalian aset sebagai seri yang mendasari adalah bahwa volatilitas memiliki empat karakteristik yang umum terlihat (Tsay, 2013) yaitu :

- 1) Varians dari seri berbeda antara tinggi dan rendah pada periode yang berbeda, menciptakan "kluster volatilitas".
- 2) Lonjakan volatilitas jarang terjadi karena volatilitas berkembang secara terus menerus.
- 3) Volatilitas bervariasi dalam beberapa rentang tetap dan tidak menyimpang hingga tak terhingga.
- 4) Penurunan harga yang besar tampaknya memiliki dampak yang lebih besar terhadap volatilitas daripada kenaikan harga yang sama besarnya, yaitu dampak asimetris.

Yang mana keempat karakteristik dikenal sebagai efek leverage (*leverage effect*) dan sering ditemui dalam rangkaian waktu keuangan (Mandelbrot, 1963; Black, 1976).

Untuk lebih mendalami bagaimana karakteristik volatilitas dalam model, Engle (1982) mengusulkan model Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH). Berbeda dengan model tradisional varians konstan, proses ARCH memperhitungkan varians kondisional waktu-variabel deret waktu keuangan menggunakan gangguan tertinggal. Kerugian dari ARCH adalah bahwa ia harus menggunakan banyak parameter untuk menangkap dinamika varians bersyarat. Karena ini, Bollerslev (1986) mengusulkan perluasan umum ke ARCH, Generalized ARCH (GARCH), yang memungkinkan struktur lag yang lebih

fleksibel yang dapat mengurangi jumlah parameter dalam model. Baik ARCH dan GARCH dapat menangkap karakteristik yang umum terlihat dari pengelompokan volatilitas dan leptokurtosis. Kerugian dari model ini adalah bahwa mereka gagal menangkap efek leverage karena model simetris. Banyak ekstensi asimetris ke GARCH setelah itu telah diusulkan untuk mengatasi masalah bahwa guncangan negatif dalam pengembalian aset akan memiliki dampak yang lebih besar pada volatilitas seri daripada guncangan positif yang sama besarnya (Tsay, 2013).

Ada banyak makalah sebelumnya tentang kinerja peramalan model GARCH. GJR telah ditemukan menjadi model yang unggul ketika peramalan volatilitas indeks Australia (Brailsford dan Faff, 1996), sulit untuk memilih satu spesifikasi GARCH untuk indeks komposit DJ (Brooks, 1998). Hasilnya, seperti yang terlihat, kontradiktif. Kesimpulannya sering kali bahwa ekstensi asimetris GARCH untuk menangkap efek leverage meningkatkan kinerja peramalan dan bahwa model yang ditemukan optimal dalam penelitian ini adalah yang "paling menjanjikan", bukan model yang berkinerja terbaik terlepas dari itu.

Angabini dan Wasiuzzaman (2011) mengevaluasi kinerja peramalan GARCH, EGARCH dan GJR di pasar Saham Malaysia, khususnya Kuala Lumpur Composite Index (KLCI), pada krisis keuangan 2008. Semua pasar keuangan terpengaruh oleh krisis keuangan global dan yang menjadi perhatian adalah bagaimana hal ini mengubah volatilitas di pasar keuangan. pasar saham. Temuannya adalah bahwa KLCI menunjukkan karakteristik bergaya asimetri, efek leverage dan leptokurtosis. Selain itu, terdapat peningkatan yang signifikan dalam volatilitas dan efek leverage akibat krisis, meskipun berumur pendek. Dalam perbandingan bagaimana GJR dan EGARCH memperkirakan perubahan volatilitas, kedua model menghasilkan hasil yang sama yaitu volatilitas meningkat dari 11,5 menjadi 18,5% untuk indeks.

Prateek Sharma dan Vipul (2015) menggunakan pengamatan harga harian dari 21 indeks saham dunia, makalah mereka memperkirakan varians bersyarat satu langkah di depan dengan masing-masing model peramalan, untuk periode 1 Januari 2000 hingga 30 November 2013. Prakiraan tersebut kemudian dibandingkan dengan menggunakan beberapa uji statistik. Ditemukan bahwa model GARCH standar mengungguli model GARCH yang lebih maju, dan memberikan prakiraan satu langkah ke depan terbaik dari varians bersyarat harian. Hasilnya kuat untuk pilihan kriteria evaluasi kinerja, kondisi pasar yang berbeda, dan bias pengintaian data. Berdasarkan Latar belakang masalah diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penulisan ini adalah sebagai berikut: 1) bagaimana model yang paling optimal untuk menggambarkan volatilitas return saham-saham di Indonesia berdasarkan sektor bisnisnya? sektor apa saja yang memiliki *leverage effect*? bagaimana prediksi (*forecasting*) terhadap volatilitas return saham sektoral dan perbandingannya dengan data aktual?

METODE PENELITIAN

a. Data

Data yang digunakan dalam pemodelan adalah data indeks saham sektoral di Indonesia. Untuk melakukan analisis, terlebih dahulu dikumpulkan data return indeks saham sektoral di Indonesia selama 4 tahun terakhir (2012-2015). Data indeks saham sektoral yang dikumpulkan adalah sektor pertanian (*agriculture*), industri dasar (*basic industry*),

konsumsi (*consumer goods*), keuangan (*finance*), infrastruktur, manufaktur, pertambangan (*mining*), properti, perdagangan (*trade*), dan aneka industri (*miscellaneous*).

b. Modelan Volatilitas

Model GARCH yang diulas dalam makalah ini didasarkan pada *model Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) oleh Engle (1982). ARCH pertama-tama akan disajikan dan kemudian diperluas ke GARCH simetris dan ekstensi asimetris ke GARCH, yaitu, GJR-GARCH dan EGARCH. Setelah leverage effect dan forecasting disajikan. Untuk menggambarkan volatilitas data, model-model yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) GARCH (*Generalised Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*)

Model ARCH/GARCH merupakan model volatilitas yang dipakai secara luas dalam riset keuangan. Secara umum, model ini menyatakan bahwa volatilitas di masa depan dapat dimodelkan dari residual dan volatilitas di periode sebelumnya. Model GARCH merupakan pengembangan dari model ARCH yang dikembangkan oleh Bollerslev (1986) untuk mengatasi masalah dalam model ARCH sebelumnya, yaitu sulitnya menentukan besar lag residual (q) yang sebaiknya dimasukkan ke dalam model, serta terjadinya pelanggaran terhadap *non-negativity constraints*. Bentuk umum model kondisional varians GARCH (1,1) adalah sebagai berikut (Brooks, 2008):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + a_1 u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

2) Model GJR-GARCH (Glosten, Jagannathan, and Runkle GARCH)

Keterbatasan dari model GARCH adalah model ini menyatakan bahwa positif maupun negative shocks (*good news* ataupun *bad news*) akan memberikan efek perubahan volatilitas yang sama besarnya (simetris). Padahal, fakta di pasar menunjukkan bahwa seringkali volatilitas meningkat lebih cepat ketika muncul *bad news* dibandingkan perubahan volatilitas saat adanya *good news*. Respons asimetrik dari volatilitas ini disebut juga sebagai *leverage effect*.

Salah satu model yang dikembangkan untuk mengakomodir *leverage effect* adalah GJR-GARCH yang dikembangkan oleh Glosten, Jagannathan, dan Runkle (1993). Bentuk model kondisional varians GJR-GARCH adalah sebagai berikut (Brooks, 2008):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + a_1 u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 + \gamma u_{t-1}^2 I_{t-1}$$

Dimana $I_{t-1} = 1$ jika $u_{t-1} < 0$, dan $I_{t-1} = 0$ jika lainnya. Jika γ secara signifikan berbeda dari nol, maka hal ini menunjukkan adanya *leverage effect*.

3) Model EGARCH (Exponential GARCH)

Model ini juga merupakan model GARCH yang asimetris dimana model ini dapat digunakan untuk menguji adanya leverage effect. Model ini dikembangkan oleh Nelson (1991) dengan bentuk sebagai berikut (Brooks, 2008):

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \beta \ln(\sigma_{t-1}^2) + \gamma \frac{u_{t-1}^2}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + \alpha \left[\frac{|u_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right]$$

c. Kriteria Informasi Untuk Pemilihan Model Terbaik

Tiga kriteria informasi yang paling populer adalah Akaike (1974) information criterion (AIC), Schwarz (1978) Bayesian Information Criterion (SBIC), dan Hannan - kriteria

Quinn (HQIC). Ekspresi aljabar dari masing-masing kriteria informasi adalah (Brooks, 2008):

$$AIC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{2k}{T}$$

$$SC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{k}{T} \ln T$$

$$HQ = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{2k}{T} \ln(\ln(T))$$

dimana $\hat{\sigma}^2$ adalah varians residual (atau jumlah kuadrat residual dibagi dengan jumlah pengamatan, T), $k=p+q+1$ adalah jumlah parameter yang diestimasi dan T adalah ukuran sampel.

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1) Pemodelan volatilitas return saham

Pemodelan dilakukan dengan menggunakan model GARCH (1,1), EGARCH (1,1,1), dan GJR GARCH (1,1,1) dimana estimasi parameter dilakukan dengan bantuan aplikasi statistik, yaitu OxMetrics.

2) Pengujian leverage effect

Setelah dilakukan estimasi pada model GJR-GARCH dan EGARCH, dapat diketahui ada tidaknya leverage effect pada indeks saham sektoral tersebut. Leverage effect ditunjukkan dengan koefisien gamma (*) yang signifikan pada GJR GARCH ataupun koefisien tetra 1 (*) pada EGARCH. Jika ditemukan leverage effect, untuk memperjelas besarnya tingkat asimetris, maka digambarkan dengan GJR model. GJR model merupakan hasil plot residual dan conditional variance dari GJR-GARCH dan membandingkannya dengan plot GARCH.

3) Pemilihan Model Optimal

Setelah diperoleh model yang signifikan, selanjutnya ditentukan model yang paling optimal dalam menggambarkan volatilitas data. Pemilihan dilakukan dengan memperhatikan nilai Schwarz Bayesian Info Criterion (SBIC/SC), HQIC (Hannan Quinn Info Criterion/HQ), dan Akaike Info Criterion (AIC) yang terkecil.

4) *Forecasting*

Agar dapat membandingkan hasil prediksi dengan data aktual, maka forecasting dilakukan dengan evaluasi out-of-sample. Jumlah prediksi yang dilakukan adalah untuk 20 periode ke depan sehingga data *out-of-sample* yang digunakan untuk evaluasi adalah 20 data terakhir. Dengan bantuan grafik yang ditampilkan dengan OxMetrics, dapat dilakukan evaluasi secara visual apakah prediksi yang dilakukan sesuai dengan data aktual atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pemodelan

Data return untuk sepuluh indeks saham sektoral masing-masing digambarkan volatilitasnya dengan model GARCH (1,1), GJR-GARCH (1,1,1), dan EGARCH (1,1,1). Hasil dari estimasi tiap sektor adalah sebagai berikut (diolah dengan *software* G@RCH OxMetrics):

Tabel 1. Hasil (*output*) model GARCH, GJR, dan EGARCH Sektor *Manufacture*

Panel A : Sektor <i>Manufacture</i>						
	GARCH		GJR		E-GARCH	
	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob
Cst (V)	0.039	0.099*	0.038	0.080*	-88468.080	0.000***
ARCH (Alpha1)	0.097	0.002***	0.048	0.102	0.240	0.529
GARCH (Beta1)	0.879	0.000***	0.890	0.000***	0.888	0.000***
GJR (Gamma1)	-	-	0.074	0.027**	-	-
EGARCH (Theta1)	-	-	-	-	-0.069	0.044**
EGARCH (Theta2)	-	-	-	-	0.254	0.005***
SC	-6.0662 <		-6.0655		-5.9949	
HQ	-6.0791		-6.0816 <		-6.0142	
AIC	-6.0870		-6.0915 <		-6.0261	

*, **, *** masing-masing menunjukkan signifikan pada 10%, 5%, dan 1%

Tabel 2. Hasil (*output*) model GARCH, GJR, dan EGARCH Sektor *Mining*

Panel B: Sektor <i>Mining</i>						
	GARCH		GJR		E-GARCH	
	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob
Cst (V)	0.074	0.010**	0.067	0.029**	-87289.779	0.000***
ARCH (Alpha1)	0.087	0.001***	0.048	0.075***	1.981	0.394
GARCH (Beta1)	0.870	0.000***	0.881	0.000***	0.785	0.000***
GJR (Gamma1)	-	-	0.065	0.067*	-	-
EGARCH (Theta1)	-	-	-	-	-0.017	0.472
EGARCH (Theta2)	-	-	-	-	0.104	0.250
SC	-5.9387 <		-5.9387		-5.8859	
HQ	-5.9516		-5.9548 <		-5.9049	
AIC	-5.9595		-5.9647 <		-5.9166	

*, **, *** masing-masing menunjukkan signifikan pada 10%, 5%, dan 1%

Tabel 3. Hasil (*output*) model GARCH, GJR, dan EGARCH Sektor *Agriculture*

Panel C: Sektor <i>Agriculture</i>						
	GARCH		GJR		E-GARCH	
	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob
Cst (V)	0.105	0.053*	0.092	0.053*	- 85667.170	0.000***
ARCH (Alpha1)	0.111	0.000***	0.051	0.062*	0.260	0.612
GARCH (Beta1)	0.838	0.000***	0.853	0.000***	0.712	0.116
GJR (Gamma1)	-	-	0.107	0.005***	-	-
EGARCH (Theta1)	-	-	-	-	-0.074	0.082*
EGARCH (Theta2)	-	-	-	-	0.289	0.003***
SC	-5.8096		-5.8168 <		-5.7454	
HQ	-5.8225		-5.8329 <		-5.7645	
AIC	-5.8305		-5.8428 <		-5.7761	

*, **, *** masing-masing menunjukkan signifikan pada 10%, 5%, dan 1%

Tabel 4. Hasil (*output*) model GARCH, GJR, dan EGARCH Sektor *Consumer Goods*

Panel D: Sektor <i>Consumer Goods</i>						
	GARCH		GJR		E-GARCH	
	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob
Cst (V)	0.057	0.209	0.064	0.259	- 87277.465	0.000***
ARCH (Alpha1)	0.899	0.039**	0.083	0.017**	0.001	0.997
GARCH (Beta1)	0.876	0.000***	0.868	0.000***	0.810	0.000***
GJR (Gamma1)	-	-	0.021	0.708	-	-
EGARCH (Theta1)	-	-	-	-	-0.053	0.194
EGARCH (Theta2)	-	-	-	-	0.403	0.000***
SC	-5.9494 <		-5.9425		-5.8919	
HQ	-5.9623 <		-5.9586		-5.9112	
AIC	-5.9703 <		-5.9685		-5.9231	

*, **, *** masing-masing menunjukkan signifikan pada 10%, 5%, dan 1%

Tabel 5. Hasil (*output*) model GARCH, GJR, dan EGARCH Sektor *Miscellaneous*

Panel E: Sektor <i>Miscellaneous</i>						
	GARCH		GJR		E-GARCH	
	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob
Cst (V)	0.098	0.131	0.085	0.263	-	-
ARCH (Alpha1)	0.066	0.003***	0.054	0.222	-	-
GARCH (Beta1)	0.904	0.000***	0.912	0.000***	-	-
GJR (Gamma1)	-	-	0.015	0.696	-	-
EGARCH (Theta1)	-	-	-	-	-	-
EGARCH (Theta2)	-	-	-	-	-	-
SC	-5.2865 <		-5.2794		-	
HQ	-5.2993 <		-5.2955		-	
AIC	-5.3073 <		-5.3054		-	

*, **, *** masing-masing menunjukkan signifikan pada 10%, 5%, dan 1%

Tabel 6. Hasil (*output*) model GARCH, GJR, dan EGARCH Sektor *Infrastructure*

Panel F: Sektor <i>Infrastructure</i>						
	GARCH		GJR		E-GARCH	
	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob
Cst (V)	0.036	0.307	0.033	0.239	-90113.218	0.000***
ARCH (Alpha1)	0.065	0.069*	0.028	0.276	0.001	0.995
GARCH (Beta1)	0.906	0.000***	0.918	0.000***	0.069	0.000***
GJR (Gamma1)	-	-	0.051	0.208	-	-
EGARCH (Theta1)	-	-	-	-	-0.100	0.062*
EGARCH (Theta2)	-	-	-	-	0.361	0.000***
SC	-6.2206 <		-6.2074		-6.1537	
HQ	-6.2335 <		-6.2264		-6.1730	
AIC	-6.2414 <		-6.2382		-6.1849	

*, **, *** masing-masing menunjukkan signifikan pada 10%, 5%, dan 1%

Tabel 7. Hasil (*output*) model GARCH, GJR, dan EGARCH Sektor *Trade*

Panel G: Sektor <i>Trade</i>						
	GARCH		GJR		E-GARCH	
	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob
Cst (V)	0.069	0.030**	0.072	0.025**	-92346.502	0.000***
ARCH (Alpha1)	0.121	0.006***	0.050	0.204	0.064	0.826
GARCH (Beta1)	0.811	0.000***	0.829	0.000***	0.820	0.000***
GJR (Gamma1)	-	-	0.087	0.095*	-	-
EGARCH (Theta1)	-	-	-	-	-0.092	0.126
EGARCH (Theta2)	-	-	-	-	0.306	0.002***
SC	-6.4465 <		-6.4443		-6.3828	
HQ	-6.4594		-6.4604 <		-6.4021	
AIC	-6.4673		-6.4703 <		-6.4140	

*, **, *** masing-masing menunjukkan signifikan pada 10%, 5%, dan 1%

Tabel 8. Hasil (*output*) model GARCH, GJR, dan EGARCH Sektor *Finance*

Panel H: Sektor <i>Finance</i>						
	GARCH		GJR		E-GARCH	
	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob
Cst (V)	0.124	0.039**	0.092	0.151	-86313.447	0.000***
ARCH (Alpha1)	0.156	0.004***	0.056	0.338	-0.068	0.728
GARCH (Beta1)	0.782	0.000***	0.836	0.000***	0.833	0.000***
GJR (Gamma1)	-	-	0.116	0.015**	-	-
EGARCH (Theta1)	-	-	-	-	-0.080	0.116
EGARCH (Theta2)	-	-	-	-	0.415	0.001***
SC	-5.9327		-5.9353 <		-5.8772	
HQ	-5.9455		-5.9513 <		-5.8965	
AIC	-5.9535		-5.9613 <		-5.9084	

*, **, *** masing-masing menunjukkan signifikan pada 10%, 5%, dan 1%

Tabel 9. Hasil (*output*) model GARCH, GJR, dan EGARCH Sektor *Property*

Panel I: Sektor <i>Property</i>						
	GARCH		GJR		E-GARCH	
	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob
Cst (V)	0.052	0.301	0.057	0.218	-84377.074	0.000***
ARCH (Alpha1)	0.088	0.037**	0.067	0.032**	0.533	0.441
GARCH (Beta1)	0.892	0.000***	0.893	0.000***	0.773	0.000***
GJR (Gamma1)	-	-	0.033	0.282	-	-
EGARCH (Theta1)	-	-	-	-	-0.048	0.376
EGARCH (Theta2)	-	-	-	-	0.232	0.063*
SC	-5.6913 <		-5.6861		-5.6087	
HQ	-5.7042 <		-5.7022		-5.6280	
AIC	-5.7121 <		-5.7121		-5.6399	

*, **, *** masing-masing menunjukkan signifikan pada 10%, 5%, dan 1%

Tabel 10. Hasil (*output*) model GARCH, GJR, dan EGARCH Sektor *Basic Industry*

Panel J: Sektor <i>Basic Industry</i>						
	GARCH		GJR		E-GARCH	
	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob	Coeff.	t-prob
Cst (V)	0.071	0.253	0.060	0.159	-84129.233	0.000***
ARCH (Alpha1)	0.087	0.031**	0.025	0.342	-0.097	0.708
GARCH (Beta1)	0.885	0.000***	0.901	0.000***	0.879	0.000***
GJR (Gamma1)	-	-	0.094	0.012**	-	-
EGARCH (Theta1)	-	-	-	-	-0.138	0.030**
EGARCH (Theta2)	-	-	-	-	0.315	0.003***
SC	-5.6689		-5.6788 <		-5.6141	
HQ	-5.6818		-5.6949 <		-5.6334	
AIC	-5.6897		-5.7048 <		-5.6453	

*, **, *** masing-masing menunjukkan signifikan pada 10%, 5%, dan 1%

B. Pembahasan Estimasi Model dan Pemilihan Model Terbaik

Pada tabel sebelumnya menunjukkan bahwa analisis model volatilitas baik GARCH, GJR, dan EGARCH untuk sektor *manufacture* parameternya signifikan setidaknya pada

tingkat 5%. Berdasarkan kriteria informasi terkecil dipilih model terbaik adalah GJR(0,1,1). Begitupun untuk sektor *mining*, model terbaik yang dipilih adalah GJR(1,1,1) dengan tingkat signifikansi 10%. Untuk sektor *agriculture* dipilih model terbaiknya adalah GJR(1,1,1).

Sektor *Consumer Goods* model GJR dan EGARCH parameternya tidak signifikan dan menunjukkan model terbaik adalah GARCH(1,1). Untuk *miscellaneous*, EGARCH tidak ditemukan model yang konvergen, sehingga dipilih di antara GARCH dan GJR yang terbaik adalah GARCH(1,1). Begitupun untuk sektor *infrastructure*, model terbaiknya adalah GARCH(1,1). Sedangkan untuk sektor *trade* dengan tingkat 10% dipilih model terbaik adalah GJR(0,1,1). Sektor *finance* menunjukkan model terbaik GJR(0,1,1) dengan tingkat 5%. Untuk sektor *property* signifikan dengan model terbaik GARCH(1,1). Sektor *basic industry* model terbaiknya adalah GJR(0,1,1). Secara ringkas berikut kami sampaikan dalam Tabel 2.

Tabel 11. Pemilihan Model Volatilitas Terbaik

Indeks Sektoral	Model Optimal
<i>Manufacture</i>	GJR-GARCH (0,1,1)
<i>Mining</i>	GJR-GARCH (1,1,1)
<i>Agriculture</i>	GJR-GARCH (1,1,1)
<i>Consumer Goods</i>	GARCH (1,1)
<i>Miscellaneous</i>	GARCH (1,1)
<i>Infrastructure</i>	GARCH (1,1)
<i>Trade</i>	GJR-GARCH (0,1,1)
<i>Finance</i>	GJR-GARCH (1,1,1)
<i>Property</i>	GARCH (1,1)
<i>Basic Industry</i>	GJR-GARCH (0,1,1)

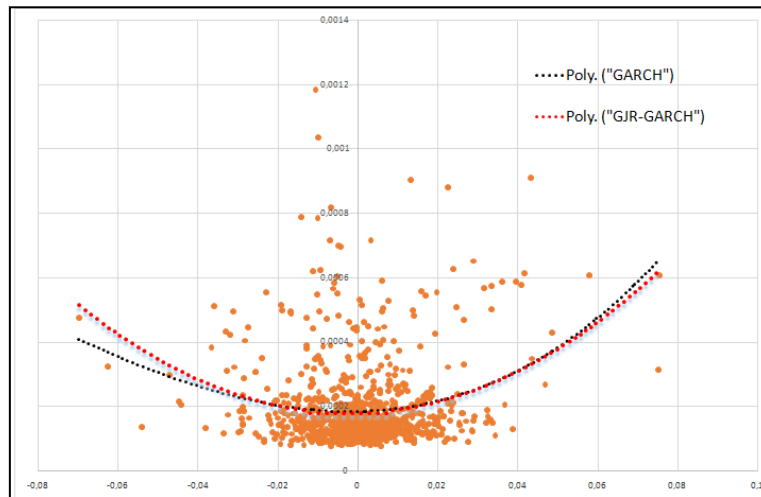
C. Analisis Leverage Effect

Dari pemilihan model terbaik yang telah dilakukan ada sebanyak 6 sektor yang menunjukkan signifikansi parameter *leverage effect* dengan modelnya adalah GJR-GARCH. Keenam sektor itu adalah *manufacture*, *mining*, *agriculture*, *trade*, *finance*, dan *property*. Pada Tabel 3 merupakan ringkasan dari analisis *leverage effect* untuk sektor-sektor tersebut.

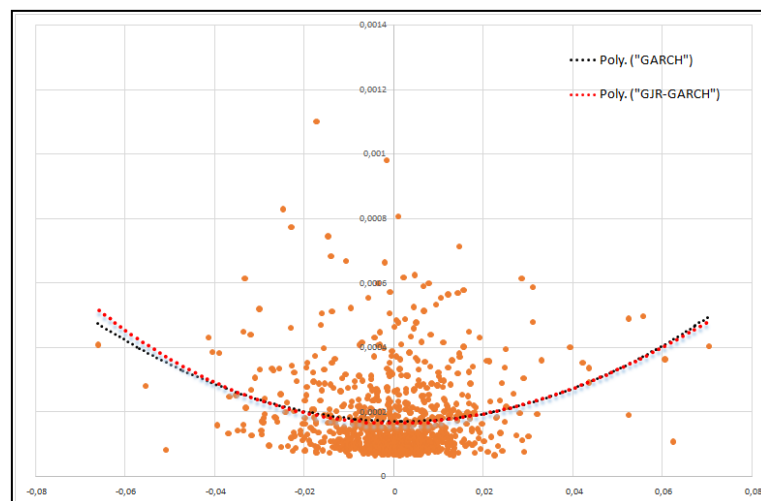
Tabel 12. Analisis *Leverage Effect* Pada Indeks Sektoral

Indeks Sektoral	<i>Leverage Effect</i> (Parameter γ_{11})
<i>Manufacture</i>	Signifikan pada $\alpha : 5\%$
<i>Mining</i>	Signifikan pada $\alpha : 10\%$
<i>Agriculture</i>	Signifikan pada $\alpha : 5\%$
<i>Consumer Goods</i>	Tidak Signifikan
<i>Miscellaneous</i>	Tidak Signifikan
<i>Infrastructure</i>	Tidak Signifikan
<i>Trade</i>	Signifikan pada $\alpha : 10\%$
<i>Finance</i>	Signifikan pada $\alpha : 5\%$
<i>Property</i>	Tidak Signifikan
<i>Basic Industry</i>	Signifikan pada $\alpha : 5\%$

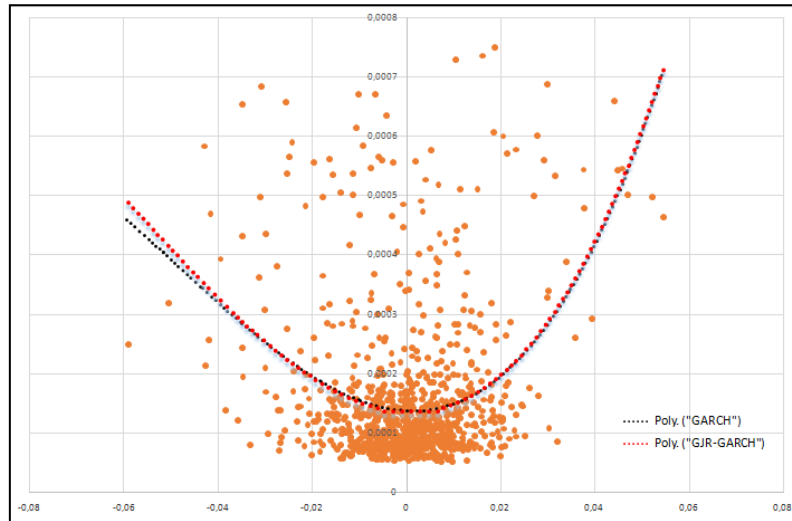
Berikut ini kami mencoba menampilkan *leverage effect* dalam bentuk grafik dari *residual* dan *conditional variance* dan membandingkan antara GARCH dengan GJR-GARCH untuk sektor *agriculture*. Sebagaimana terlihat pada Grafik 2 bahwa adanya bentuk asimetris.



Gambar 3. Visualisasi *Leverage Effect* GJR vs GARCH Sektor *Agriculture*



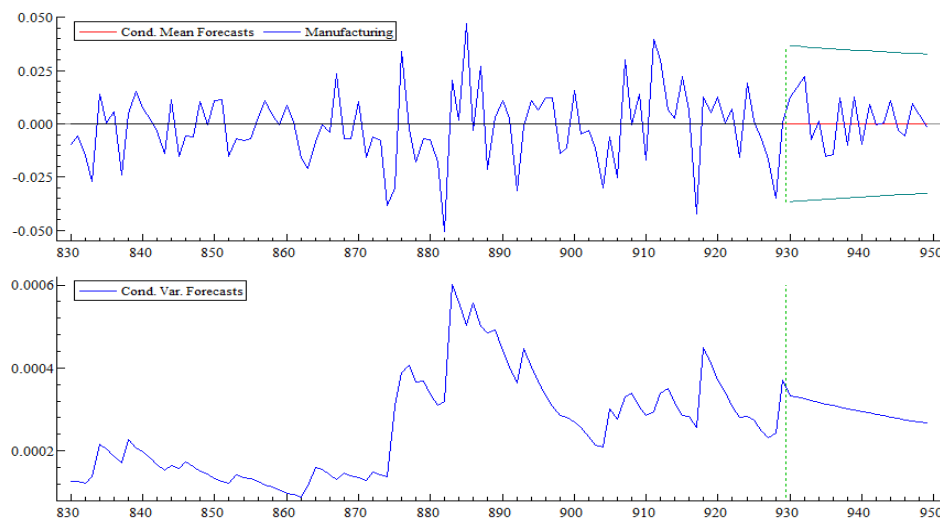
Gambar 4. Visualisasi *Leverage Effect* GJR vs GARCH Sektor *Finance*



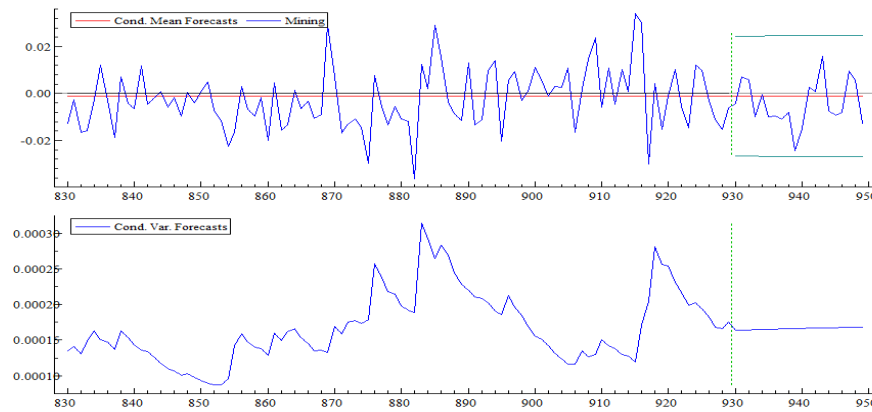
Gambar 5. Visualisasi *Leverage Effect* GJR vs GARCH Sektor *manufacture*

D. Forecasting

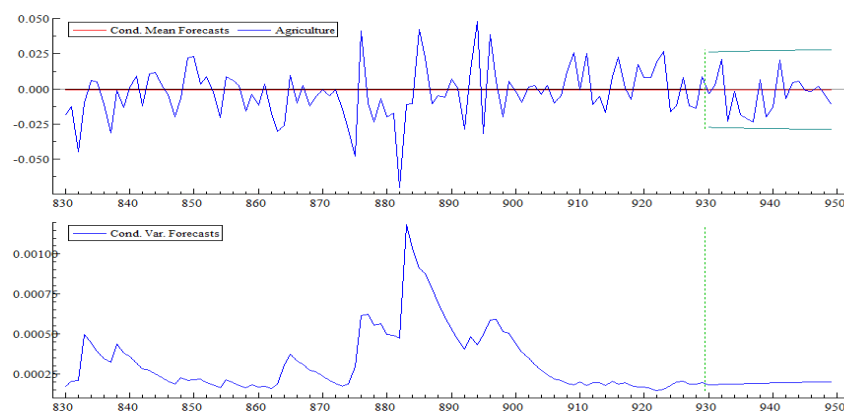
Prediksi (*forecasting*) terhadap volatilitas return saham sektoral dilakukan dengan menggunakan model optimal yang telah dipilih. Dalam hal ini *forecasting* dilakukan terhadap data *out-of-sample* sebanyak 20 periode terakhir. Berikut ini hasil (*output*) *forecasting* yang menggunakan *OxMetrics*:



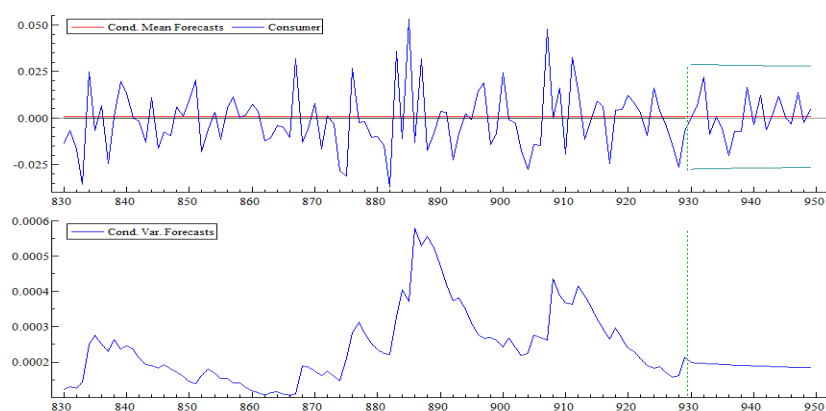
Gambar 6. Hasil *Forecasting* pada sektor *Manufacture*



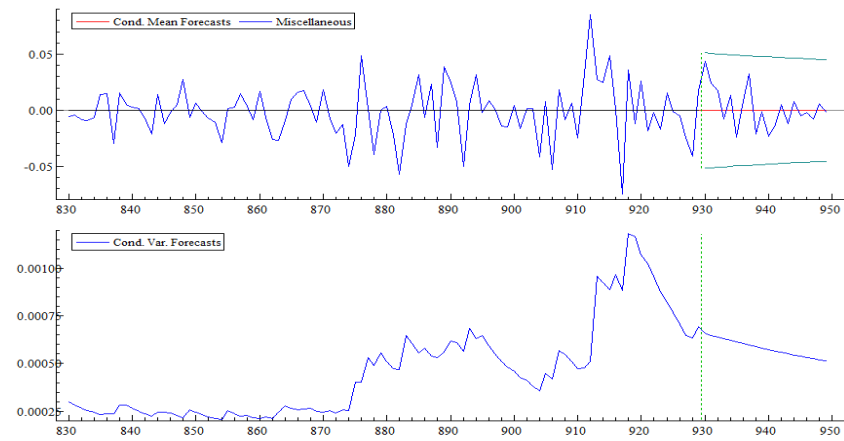
Gambar 7. Hasil *Forecasting* pada sektor *Mining*



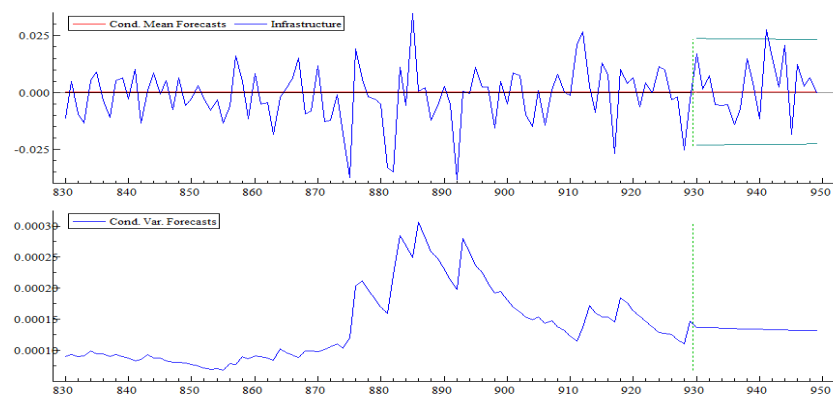
Gambar 8. Hasil *Forecasting* pada sektor *Agriculture*



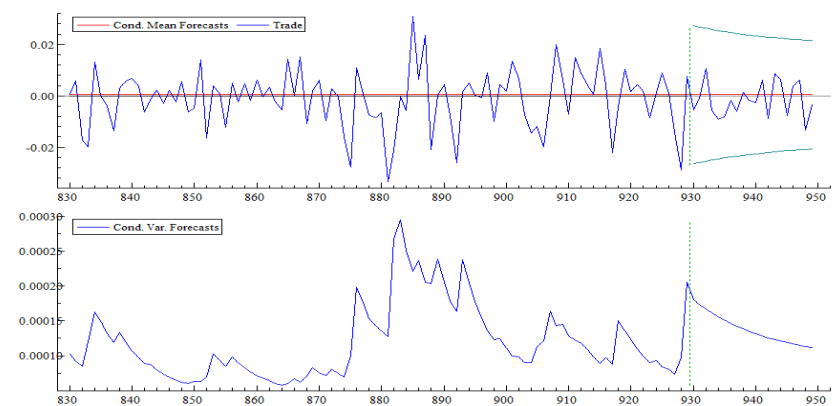
Gambar 9. Hasil *Forecasting* pada sektor *Consumer Goods*



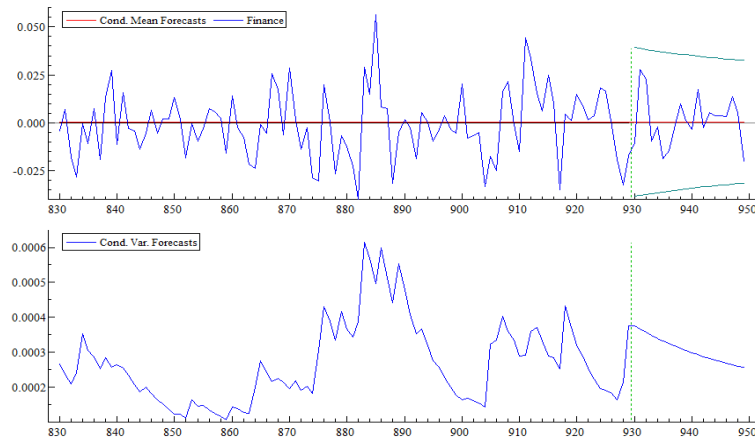
Gambar 10. Hasil *Forecasting* pada sektor *Miscellaneous*



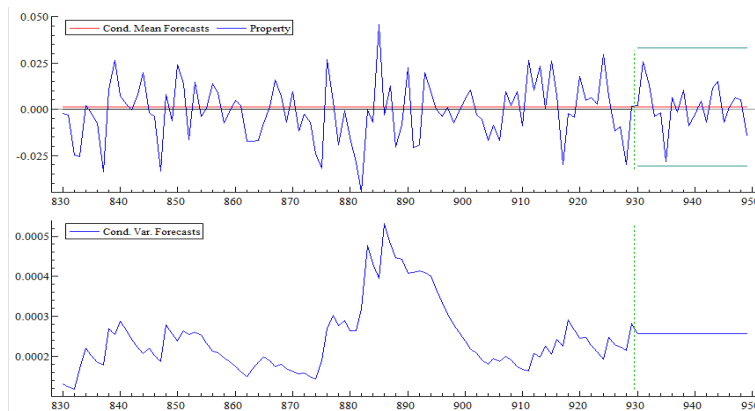
Gambar 11. Hasil *Forecasting* pada sektor *Infrastructure*



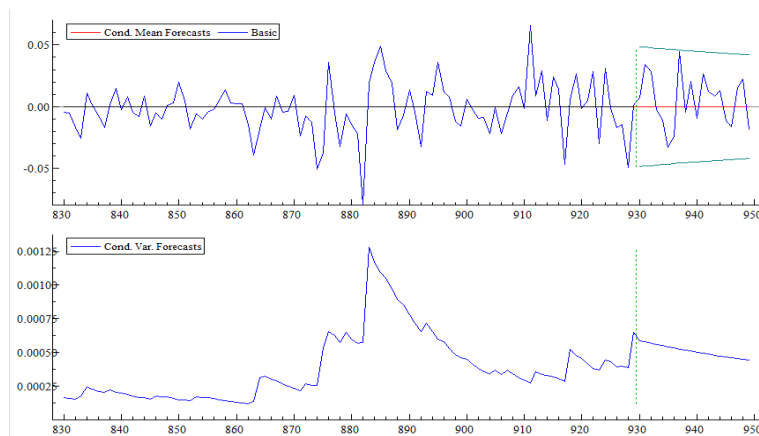
Gambar 12. Hasil *Forecasting* pada sektor *Trade*



Gambar 13. Hasil *Forecasting* pada sektor *Finance*



Gambar 14. Hasil *Forecasting* pada sektor *Property*



Gambar 15. Hasil *Forecasting* pada sektor *Basic Industry*

SIMPULAN

Hasil penelitian yang telah kami lakukan terhadap sepuluh indeks saham sektoral diperoleh menyimpulkan bahwa kesepuluh indeks saham sektoral tersebut dapat dimodelkan volatilitasnya. Model terbaik untuk *Consumer Goods*, *Miscellaneous*, *Infrastructure*, dan *Property* adalah GARCH(1,1). Sedangkan untuk sektor *Manufacture*,

Trade, dan *Basic Industry* model terbaiknya adalah GJR-GARCH(0,1,1) serta untuk sektor *Mining*, *Agriculture*, dan *Finance* model terbaiknya adalah GJR-GARCH(1,1,1). Analisis *leverage effect* yang kami lakukan menemukan bahwa beberapa sektor menunjukkan adanya *leverage effect* yaitu sektor *manufacture*, *mining*, *agriculture*, *trade*, *finance*, dan *property*. Hal ini menunjukkan kecenderungan fakta di pasar saham Indonesia bahwa seringkali volatilitas meningkat lebih cepat ketika muncul *bad news* dibandingkan perubahan volatilitas saat adanya *good news* untuk indeks-indeks sektoral tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Angabini and S. Wasiuzzaman, 2011. GARCH Models and the Financial Crisis-A Study of the Malaysian Stock Market. The International Journal of Applied Economics and Finance, 5: 226-236. DOI: 10.3923/ijaef.2011.226.236
- Bailey, G, Steeley, JM. Forecasting the volatility of the Australian dollar using high-frequency data: Does estimator accuracy improve forecast evaluation? Int J Fin Econ. 2019; 24: 1355- 1389. <https://doi.org/10.1002/ijfe.1723>
- Black, F., 1976, "Studies of Stock Price Volatility Changes", Proceedings of the Business and Economics Section of the American Statistical Association , 177-181.
- Bollerslev, T. (1986) Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. Journal of Econometrics, 31, 307- 327. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Brooks, C. (2008). Introductory Econometrics for Finance (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511841644
- Chile, N. I. ., Duru, I. ., Yusuf, A. ., Okafor, B. .O.N. ., & Eze, M. A. . (2021). Modelling the Monetary Impact of Oil Price Volatility in Nigeria: Evidence from GARCH Models. Energy Economics Letters, 8(1), 70-94. <https://doi.org/10.18488/journal.82.2021.81.70.94>
- Costa, F.J. (2017). Forecasting volatility using GARCH models
- Fama, E. (1965) The Behavior of Stock Market Prices. Journal of Business, 38, 34-105. <https://doi.org/10.1086/294743>
- Glosten, L.R., Jagannathan, R. and Runkle, D.E. (1993) On the Relation between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks. The Journal of Finance, 48, 1779-1801. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb05128.x>
- Kearney, Colm & Patton, Andrew J, 2000. "Multivariate GARCH Modeling of Exchange Rate Volatility Transmission in the European Monetary System," The Financial Review, Eastern Finance Association, vol. 35(1), pages 29-48, February.
- Mandelbrot, B.B. (1963) The Variation of Certain Speculative Prices. Journal of Business, 36, 394-413. <http://dx.doi.org/10.1086/294632>
- Poon, S.H. and Granger, C.W. (2003) Forecasting Volatility in Financial Markets: A Review. Journal of Economic Literature, 41, 478-539. <http://dx.doi.org/10.1257/jel.41.2.478>
- Sharma, P. and, V. (2015), "Forecasting stock index volatility with GARCH models: international evidence", Studies in Economics and Finance, Vol. 32 No. 4, pp. 445-463. <https://doi.org/10.1108/SEF-11-2014-0212>

- Sharma, P., Forecasting stock market volatility using Realized GARCH model: International Evidence, Quarterly Review of Economics and Finance (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.qref.2015.07.005>
- Taylor, S. J. (2005). Asset Price Dynamics, Volatility, and Prediction, volume 1. Princeton University press, 41 William Street, Princeton, New Jersey 08540.
- Tsay, R.S. (2013) Multivariate Time Series Analysis: With R and Financial Applications. Wiley, Hoboken.