

PEMODELAN VOLATILITAS UNTUK *RETURN* INDEKS SAHAM MENGGUNAKAN GARCH-M(1,1)

Dini Kurniawati^{*1)}, Didit Budi Nugroho²⁾ Bambang Susanto³⁾

Universitas Kristen Satya Wacana

662015015@student.uksw.edu

Abstrak

Studi ini fokus pada pengaplikasian model GARCH(1,1) dan GARCH-M(1,1) dengan inovasi berdistribusi normal. Model tersebut diaplikasikan pada data simulasi dan data riil dan utamanya diestimasi menggunakan Solver Excel. Data riil yang diamati yaitu data return harga saham S&P CNX Nifty, DJIA, dan S&P500 periode harian dari Januari 2000 sampai Desember 2017. Berdasarkan pada galat relatif dan perbandingan dengan hasil estimasi Matlab, studi ini menunjukkan bahwa Solver Excel handal untuk mengestimasi parameter-parameter model. Hasil empiris mendemonstrasikan bahwa model GARCH-M(1,1) menyediakan pencocokan yang lebih baik daripada model GARCH(1,1). Secara khusus, semua data saham yang diamati mendukung secara kuat penggunaan distribusi normal.

Kata Kunci: GARCH-M(1,1), Solver Excel, volatility

1. PENDAHULUAN

Pasar modal merupakan tempat atau sarana bertemunya antara permintaan dan penawaran atas instrumen keuangan jangka panjang (lebih dari satu tahun) seperti saham, obligasi, waran, reksadana dan berbagai instrumen derivatif seperti opsi, kontrak berjangka, dan instrumen lainnya (Samsul, 2006). Salah satu investasi yang populer di pasar modal yaitu dalam bentuk saham. Saham (*stock*) merupakan tanda bukti kepemilikan perusahaan yang berupa surat berharga dan diterbitkan oleh perusahaan.

Suatu indikator penting yang dibutuhkan oleh investor untuk mengantisipasi kerugian terhadap instrumen/aset keuangan yaitu volatilitas. Volatilitas menggambarkan tingkat risiko yang dihadapi pemodal karena mencerminkan fluktuasi pergerakan harga aset. Karena itu volatilitas sering digunakan sebagai penanda naik atau turunnya harga aset. Dalam statistik, volatilitas merupakan ukuran simpangan baku dari perubahan *return* aset dalam jangka waktu yang spesifik (Lim *et al*, 2013) Semakin tinggi volatilitas, maka semakin tinggi juga fluktuasi harga saham yang mungkin terjadi.

Suatu model runtun waktu volatilitas yang populer yaitu Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH) yang diperkenalkan oleh Engle (1982), yang kemudian diperluas menjadi Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) oleh Bollerslev (1986). Perluasan model bertipe ARCH/GARCH telah dilakukan oleh banyak peneliti, lihat survei GARCH oleh Rossi (2004). Salah satu dari perluasan tersebut yaitu

model GARCH-in-Mean (disingkat GARCH-M) yang diusulkan oleh Engle (1987). Model tersebut menambahkan variansi bersyarat pada return.

Studi ini utamanya mempelajari penggunaan Solver Excel untuk mengestimasi model GARCH(1,1) dan GARCH-M(1,1) dengan inovasi berdistribusi normal. Lebih lanjut, studi juga menganalisis model yang memberikan pencocokan terbaik berdasarkan pada data simulasi dan data riil. Data riil yang digunakan dalam studi ini yaitu data harian dari indeks saham S&P CNX Nifty, DJIA, dan SP500 periode 2000 sampai 2017.

2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan berupa data simulasi dibangkitkan sebanyak 1000 data. Data riil yang digunakan meliputi 3 saham, yaitu DJIA, S&P CNX Nifty dan SP500 periode harian dari Januari 2000 sampai Desember 2017. Data diunduh dari *Oxford-Man Institute of Quantitative Finance* (<https://realized.oxford-man.ox.ac.uk>).

Suatu perluasan dari model ARCH/GARCH yaitu model GARCH-M yang menggunakan variansi bersyarat di persamaan *return* (Engle, 1987). Secara khusus, model GARCH-M(1,1) dinyatakan sebagai berikut:

$$R_t = K\sigma_t^2 + \sigma_t\varepsilon_t, \text{ dimana } \varepsilon_t \sim N(0,1), \quad (1)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha R_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2, \quad (2)$$

, dengan syarat $\omega, \alpha, \beta > 0$ dan $\alpha + \beta > 1$.

Distribusi normal sering disebut pula dengan distribusi Gaussian merupakan distribusi probabilitas yang paling banyak digunakan dalam berbagai analisis statistika yang menggunakan variabel acak kontinu. Untuk data *return* sebanyak T pengamatan, fungsi total *log-likelihood* untuk model GARCH-M(1,1) yaitu:

$$\text{Log L} = \sum_{t=1}^T \left(-\frac{1}{2} \log(2\pi\sigma_t^2) - \frac{1}{2} \frac{(R_t - K\sigma_t^2)^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (3)$$

dimana $K = 0$ mereduksi model GARCH-M(1,1) menjadi model GARCH(1,1).

Dalam studi ini, analisis model difokuskan pada variansi rata-rata (*long run average unconditional variance*) dan paruh waktu ketahanan volatilitas (*half-life of a volatility shock*). Kedua karakteristik tersebut dipengaruhi oleh parameter α dan β . Variansi rata-rata dapat dirumuskan sebagai $V_L = \frac{\omega}{1-(\alpha+\beta)}$, sedangkan paruh waktu ketahanan volatilitas

didefinisikan dengan rumus $half\ life = \frac{\ln 0,5}{\ln(\alpha+\beta)}$ (Engle dan Paton, 2001).

Paruh waktu ketahanan volatilitas didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan agar volatilitas kembali pada rata-ratanya. Interpretasi menurut Alexander (2008) merupakan parameter mengukur reaksi volatilitas terhadap informasi baru (*return*). Sementara menurut Wahyuni & Pujiharto (2015), semakin lama paruh waktu kejutan volatilitas, maka nilai aset semakin tidak sensitif terhadap informasi yang baru karena akan berlalu sekitar 1080 hari.

Solver merupakan *tool* tambahan pada MS Excel yang dirancang untuk menemukan penyelesaian optimal dari satu atau banyak persamaan, bahkan jika persamaan tersebut tidak linear. Keuntungan penggunaan Solver Excel yaitu antara lain dapat menggantikan metode *trial-and-error* serta menghemat waktu untuk memecahkan masalah yang sama atau serupa, artinya dapat digunakan berulang kali dengan data input, kendala, perubahan sel (variabel) dan sel target (parameter) yang berbeda (Kuka, 2011).

Pada kasus estimasi model GARCH(1,1), Solver telah digunakan oleh Alexander (2008). Terkini Nugroho *et al.* (2018) menyajikan langkah-langkah penggunaan Solver Excel untuk mengestimasi model GARCH(1,1) dengan inovasi berdistribusi normal. Karena itu, studi ini menyelidiki penggunaan Solver Excel untuk mengestimasi model GARCH-M(1,1) mengikuti langkah-langkah seperti di Nugroho *et al.* (2018). Lebih lanjut, hasil estimasi Solver Excel dibandingkan dengan hasil estimasi Matlab yang dikerjakan oleh pembimbing untuk mengetahui keakuratan estimasi. Metode estimasi di Matlab tersebut telah dipelajari oleh Nugroho & Susanto (2017), Nugroho *et al.* (2017), Nugroho (2018).

Untuk pemilihan dari model-model yang diusulkan dengan pencocokan terbaik dapat menggunakan *log-likelihood ratio test* (LLR), penggunaan uji LLR ini dengan rumus berikut:

$$\text{Uji LLR} = 2(\ln L_{\text{model yang diusulkan}} - \ln L_{\text{model sebelumnya}}) \quad (4)$$

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Simulasi

Hasil estimasi menggunakan data simulasi dengan model GARCH-M(1,1) dan GARCH(1,1) dari Solver Excel disajikan dengan Tabel 1. Diberikan nilai awal untuk parameter $\omega=0,04$, $\alpha=0,05$, $\beta=0,9$, $k=0,5$ pada Solver Excel untuk diestimasi.

Table 1. Hasil estimasi data simulasi.

	Nilai awal	GARCH(1,1)-M		GARCH(1,1)	
		Estimasi	Galat Relatif	Estimasi	Galat Relatif
ω	0,04	0,035	13,5%	0,026	-
α	0,05	0,044	11,4%	0,069	-
β	0,90	0,914	1,6%	0,914	-
k	0,50	0,437	12,7%	0	-
Total Ln(L)		-1473,15		-1577,38	
LR Stat.	208,46				

Galat relatif pada tabel 1 bernilai cukup kecil untuk keempat parameter sehingga dapat disimpulkan bahwa Solver Excel handal dalam mengestimasi parameter. Dilihat dari hasil yang diberikan oleh Solver Excel maka didapat bahwa model yang diusulkan lebih baik daripada model sebelumnya dikarenakan total log likelihood model GARCH-M(1,1) lebih maksimum dengan didukung dengan uji $LLR = 208,46$ yang lebih besar dari nilai kritis pada tingkat signifikan 1% atau signifikan pada semua tingkat.

3.2 Data Riil

Dengan mengetahui bahwa model GARCH-M(1,1) lebih baik daripada model sebelumnya dengan menggunakan data simulasi maka akan dilakukan estimasi yang sama dengan mengaplikasikan data riil berupa return harga saham meliputi S&P CNX Nifty, DJIA dan SP500 periode Januari 2000–Desember 2017. Hasil estimasi menggunakan data riil dengan model GARCH-M(1,1) dan GARCH(1,1) dari Solver Excel untuk data saham S&P CNX Nifty, DJIA dan SP500 disajikan dengan tabel 2.

Table 2. Hasil estimasi data riil.

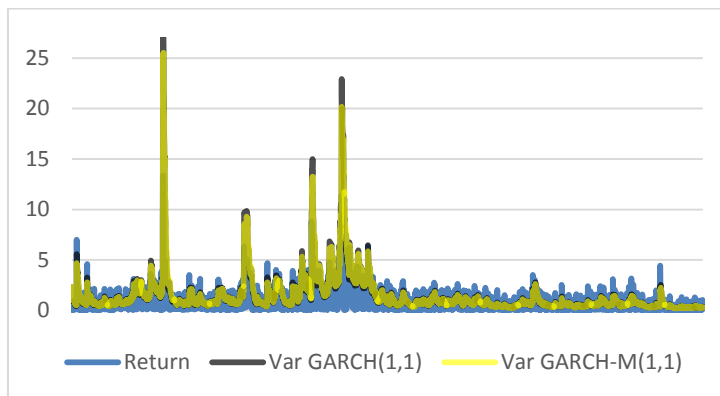
		ω	parameter		k	Total Ln(L)
			α	β		
S&P CNX Nifty	GARCH(1,1)	0,019	0,104	0,885		-5422,5
	GARCH-M(1,1)	0,013	0,085	0,907	0,016	-5420,32
DJIA	GARCH(1,1)	0,011	0,104	0,889		-5732,74
	GARCH-M(1,1)	0,011	0,104	0,889	0,018	-5730,96
SP500	GARCH(1,1)	0,010	0,095	0,898		-5868,08
	GARCH-M(1,1)	0,010	0,095	0,898	0,008	-5861,75

Dari tabel 2 hasil estimasi menggunakan data riil terbukti bahwa model GARCH-M(1,1) lebih unggul daripada model sebelumnya. Uji LLR untuk saham DJIA memiliki nilai kritis paling kecil yaitu 3,56 atau ada pada tingkat signifikan 10% dilanjutkan dengan saham S&P CNX Nifty yang memiliki tingkat signifikan 5% dengan nilai kritis 4,36 dan yang paling baik pada penggunaan model GARCH-M(1,1) adalah saham SP500 dengan nilai kritis sebesar 12,66 yang berarti signifikan pada semua tingkat.

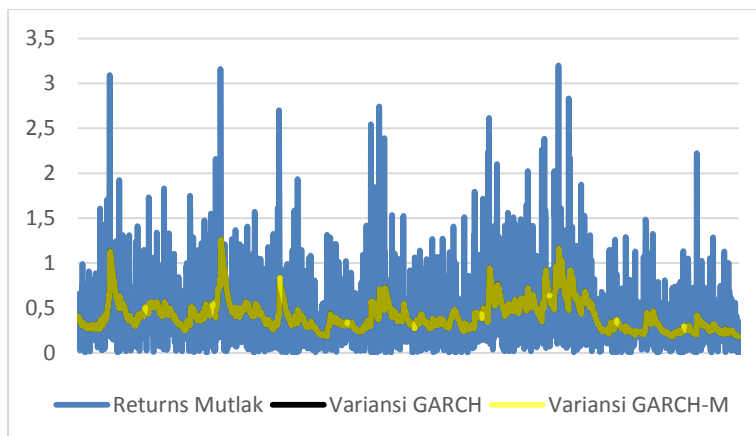
Analisis selanjutnya pada saham SP500 mempunyai nilai variansi rata-rata paling kecil dari ketiga saham yaitu 1,42 untuk kedua model yang digunakan diikuti dengan saham DJIA dengan $V_L = 5,71$ untuk kedua model dan saham S&P CNX Nifty memiliki nilai V_L terbesar yaitu 1,72 untuk model GARCH(1,1). Pada data saham S&P CNX Nifty memiliki nilai 7,1 untuk *half life* pada model GARCH-M(1,1) maka untuk kembali pada *unconditional mean* perlu waktu 7 hari, lebih lama dibandingkan dengan model GARCH(1,1) yang hanya memerlukan waktu 6 hari untuk kembali pada rata-ratanya. Untuk kedua harga saham lainnya baik menggunakan model GARCH-M(1,1) ataupun model GARCH(1,1) memiliki nilai 5,8 dan 6,4

untuk DJIA dan SP500 sehingga untuk kedua harga saham perlu waktu kurang lebih 6 hari untuk kembali pada rata-rata variansinya.

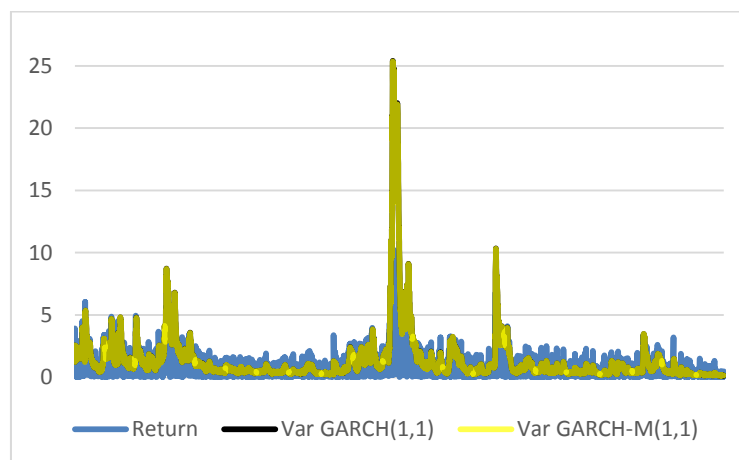
Pada gambar 1–3 menunjukkan bahwa gejala variansi model yang diusulkan dengan model sebelumnya memiliki pola yang sama dengan *return* mutlak.



Gambar 1. Grafik perbandingan *return* mutlak dengan variansi GARCH(1,1) dengan GARCH-M(1,1) menggunakan data saham S&P CNX Nifty.



Gambar 2. Grafik perbandingan *return* mutlak dengan variansi GARCH(1,1) dengan GARCH-M(1,1) menggunakan data saham DJIA.



Gambar 3. Grafik perbandingan *return* mutlak dengan variansi GARCH(1,1) dengan GARCH-M(1,1) menggunakan data saham SP500.

4. SIMPULAN

Dengan menggunakan data simulasi estimasi yang dilakukan Solver Excel membuktikan bahwa model yang diusulkan lebih baik dari model sebelumnya. Dilanjutkan dengan digantinya data simulasi dengan menggunakan data riil berupa 3 saham (S&P CNX Nifty, DJIA, SP500) dibuktikan dengan LR stat yang signifikan yaitu lebih besar dari 3,84 untuk data harga saham S&P CNX Nifty dan SP500 model GARCH-M(1,1) lebih baik dari model GARCH(1,1) sedangkan untuk data DJIA kurang cocok menggunakan model yang diusulkan karena uji LLR tidak memenuhi syarat. Didukung dengan plot yang disajikan variansi model memiliki pola yang sama dengan return mutlak maka solver berhasil mengestimasi nilai awal dengan akurat. Adapun kekurangan dari solver yaitu tidak ada syarat yang tegas untuk kendala-kendala yang diperlukan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, C. (2008). *Market Risk Analysis II: Practical Financial Econometrics*.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized AutoRegressive Heteroscedastic Model. *Journal of Econometric*. 31:307–327.
- Engle, R. F., Lilien, D. M., & Robins, R. P. 1987. Estimating time varying risk premia in the term structure: The ARCH-M model. *Econometrica*, 55(2), 391.

Engle, R. F., dan Patton, A. J. 2001. What good is volatility model? *Quantitative Finance*: 237–245.

Lim, C. M., & Sek, S. K. (2013). Comparing the Performances of GARCH-type Models in Capturing the Stock Market Volatility in Malaysia. *Procedia Economics and Finance*, 5(13), 478–487. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00056-7](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00056-7)

Nugroho, D. B., dan Susanto, B. (2017). Volatility modeling for IDR exchange rate 37 through APARCH model with student-t distribution. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1868, p. 040005). AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/1.4995120>

Nugroho, D. B., Susanto, B., & Rosely, M. M. M. (2018). Penggunaan MS Excel untuk estimasi model GARCH(1,1). *Jurnal Matematika Integratif*, 14(2), 71–81.

Kuka, S., dan Karamani, B., 2011. Using Excel and VBA for Excel to learn numerical methods, In 1st International Symposium on Computing in Informatics and Mathematics.

Samsul, Mohammad. 2006. *Pasar Modal dan Manajemen Portofolio*. Surabaya: Erlangga.