

ESTIMASI RISIKO PASAR PADA DATA RETURN KURS HARIAN DENGAN VALUE AT RISK MENGGUNAKAN MODEL – MODEL VOLATILITAS GARCH

CATERYNA PURNAMA

Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jl. Jend. Sudirman No.51, Jakarta, Indonesia
cateryna15@gmail.com

Received: June 23, 2023; Revised: November 25, 2023; Accepted: December 12, 2023

Abstract: *Volatility is a critical tool in analyzing financial data. GARCH models are common tools widely use to forecast financial data volatility. This research discusses the measurement of market risk using the Value at Risk volatility model GARCH, IGARCH, and EGARCH for the USD major currency pairs which consist of seven currency pairs with the observation period July 2016 – September 2022. The results of the analysis show that the calculation of returns does not comply with the normal distribution, so the estimation of losses using the normal distribution VaR can be biased, instead this research used student's t distribution error. The test results show that the IGARCH volatility model at a confidence level of 99% and 95% proves to be valid after the Kupiec test and Conditional Coverage Test are carried out on all tested currencies. Meanwhile, risk measurement using the EGARCH model is invalid on the EUR/USD, USD/CHF and AUD/USD exchange rates. Besides that, risk measurement using the SGARCH model is invalid on the EUR/USD and AUD/USD exchange rates. The implication of this research is that the VaR estimation results using the IGARCH model show good estimates compared to the SGARCH and EGARCH models so that it can be a reference for investors, investment managers, governments and policy makers in calculating the risk of investing in major currency pairs so as to minimize the risk of an economic crisis. , political disruption, and the contagious effects of global crises.*

Keywords: Market Risk, Value at Risk, Volatility, USD major currency pairs

Abstrak: Volatilitas adalah alat penting dalam menganalisis data keuangan. Model GARCH adalah alat umum yang banyak digunakan untuk meramalkan volatilitas data keuangan. Penelitian ini membahas pengukuran risiko pasar dengan menggunakan model volatilitas Value at Risk GARCH, IGARCH, dan EGARCH untuk pasangan mata uang utama USD yang terdiri dari tujuh pasangan mata uang dengan periode pengamatan Juli 2016 – September 2022. Hasil analisis menunjukkan bahwa perhitungan return tidak mengikuti distribusi normal, sehingga pendugaan kerugian dengan menggunakan distribusi normal VaR dapat menjadi bias, sebaliknya penelitian ini menggunakan kesalahan distribusi t student. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model volatilitas IGARCH pada tingkat kepercayaan 99% dan 95% terbukti valid setelah dilakukan uji Kupiec dan Conditional Coverage Test pada semua mata uang yang diuji. Sedangkan pengukuran risiko menggunakan model EGARCH tidak valid pada nilai tukar EUR/USD, USD/CHF dan AUD/USD. Selain itu, pengukuran risiko dengan model SGARCH tidak valid pada nilai tukar EUR/USD dan AUD/USD. Implikasi dari penelitian ini adalah hasil estimasi VaR menggunakan model IGARCH menunjukkan estimasi yang baik dibandingkan dengan model SGARCH dan EGARCH sehingga bisa menjadi acuan bagi investor, para manajer investasi, pemerintah, dan pengambil kebijakan dalam menghitung risiko investasi major currency pairs sehingga dapat meminimalisir risiko krisis ekonomi, gangguan politik, dan efek menular krisis global.

Kata kunci: Risiko Pasar, Value at Risk, Volatilitas, USD major currency pairs

PENDAHULUAN

Transaksi FX Spot adalah transaksi dasar dari pasar foreign exchange. Settlement (pembayaran) transaksi ini dilakukan dua hari kerja berikutnya ([Commonwealth, 2008](#)). Transaksi FX Spot termasuk jenis transaksi FX yang banyak dilakukan secara umum di seluruh negara, dan pelaku transaksinya terdiri dari individu maupun institusi. Menurut data Bank for International Settlement (BIS), perdagangan FX spot menjadi kelompok transaksi FX yang paling terbesar kedua setelah FX swap, dan terdapat tiga mata uang yang memiliki transaksi volume paling besar yaitu pasangan kurs USD, EUR, dan JPY.

Dalam perdagangan FX terdapat kondisi volatilitas yang beragam, dimana terjadi kenaikan maupun penurunan harga kurs, sehingga fluktuasinya sangat tinggi. Dalam bahasa ekonometrika, volatilitas adalah risiko tentang nilai keamanan karena berbagai kekuatan pasar. Volatilitas merupakan elemen kunci di mana pasar keuangan berputar.

Data time series finansial atau keuangan umumnya memiliki varian yang tidak konstan (heterokedastisitas). Untuk mengatasi masalah tersebut model Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH) ditemukan oleh [Engle \(1982\)](#). Selanjutnya, penelitian tersebut dikembangkan oleh [Bollerslev \(1986\)](#) menjadi model Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH).

Namun model ARCH-GARCH tidak selalu dapat menangkap secara penuh adanya unit root dengan frekuensi tinggi sehingga pada tahun [1993, Francq dan Jakojan](#) menemukan model Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (IGARCH) yang dapat

menutupi kelemahan yang dimiliki model GARCH. Di samping kriteria return keuangan yang simetris, terdapat data return keuangan yang bersidat asimteris. Data finansial yang memiliki kriteria tersebut terdapat leverage effect, dimana data tersebut memiliki perbedaan besarnya perubahan pada volatilitas ketika terjadi pergerakan nilai return yang disebut dengan pengaruh keasimetrisan. Oleh karena itu diperlukan pemodelan yang dapat mengakomodir adanya efek asimetris yang muncul pada sebagian besar data finansial. Model yang dapat digunakan adalah model GARCH asimetris, salah satunya yaitu Exponential GARCH (EGARCH) yang ditemukan oleh [Nelson \(1991\)](#).

Selain volatilitas, pengukuran nilai risiko dalam berinvestasi merupakan hal yang harus dicermati. Salah satu penerapan manajemen risiko adalah Value at Risk (VaR). VaR dapat menghitung besarnya kerugian terburuk yang dapat terjadi dengan mengetahui posisi aset, volatilitas dari aset, tingkat kepercayaan akan terjadinya risiko, dan time horizon atau jangka waktu penempatan aset. Mengingat pasar FX termasuk pasar yang sangat penting dalam perekonomian global, maka pada penelitian ini dilakukan analisis pada pasar FX spot. Maka penelitian ini memfokuskan pada analisis risiko terhadap USD pairs, dimana USD pairs merupakan mata uang yang termasuk dalam 88% dari seluruh transaksi FX. Kurs yang akan dikaji adalah EUR/USD, USD/JPY, GBP/USD, USD/CHF, USD/CAD, AUD/USD, dan USD/CNY. Penulis melakukan peramalan volatilitas dengan pemilihan model terbaik dari analisa menggunakan metode GARCH, IGARCH, EGARCH dan perhitungan risiko dengan metode Value at Risk sebagai langkah untuk mitigasi risiko.

Hal ini dikarenakan pada banyak penelitian sebelumnya GARCH, IGARCH dan EGARCH mampu memprediksi volatilitas kurs dengan baik. [Andika Fajar Ramadhana \(2021\)](#) melakukan penelitian mengenai pemodelan IGARCH dan GARCH-M untuk peramalan Value at Risk IDR/SGD, hasilnya menunjukkan bahwa IGARCH lebih akurat dalam memprediksi volatilitas. Selanjutnya, [Chaido Dritsaki \(2019\)](#) membandingkan model GARCH dan EGARCH untuk peramalan kurs EUR/USD, hasilnya model EGARCH paling sesuai untuk peramalan volatilitas EUR/USD.

Mengingat pasar FX termasuk pasar yang sangat penting dalam perekonomian global, maka penelitian ini dilakukan analisis pada pasar FX spot. Walaupun banyak penelitian yang sudah melakukan pemodelan volatilitas menggunakan GARCH, terdapat banyak hasil yang berbeda dan masih banyak USD pairs yang belum dikaji dan menggunakan data terbaru pada saat penelitian ini dibuat. Maka penelitian ini memfokuskan pada analisis risiko terhadap USD pairs, dimana USD pairs merupakan mata uang yang termasuk dalam 88% dari seluruh transaksi FX.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data kurs USD major currency pairs. Pengamatan dilakukan terhadap masing-masing harga penutupan kurs yang dari Juli 2016 sampai dengan September 2022. Data yang diteliti merupakan data sekunder yang diperoleh dari Investing ([investing.com](https://www.investing.com)).

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak RStudio. Langkah-langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Menghitung return kurs menggunakan persamaan:

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

2. Mengidentifikasi karakteristik data return kurs dengan membuat grafik data return.

3. Melakukan pengujian efek ARCH dengan menggunakan uji ARCH-LM untuk mengetahui ada atau tidaknya heteroskedastisitas pada data return kurs.

4. Pemilihan distribusi error dengan menggunakan information criteria terkecil pada masing-masing model menggunakan distribusi normal dan distribusi student's t

5. Mengidentifikasi masing-masing parameter model SGARCH, EGARCH, dan IGARCH.

SGARCH

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

Keterangan:

σ_t^2 : varians
 ε_t : residual return
 $\omega, \alpha_i, \beta_j$: parameter

EGARCH

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \sum_{i=1}^q [\alpha_i \varepsilon_{t-i} + \gamma_i (|\varepsilon_{t-i}| - E|\varepsilon_{t-i}|)] + \sum_{j=1}^p \beta_j \log(\sigma_{t-j}^2)$$

Keterangan:

ω : konstanta
 α_i : efek ARCH
 γ_i : parameter efek asimetris
 $\log(\sigma_t^2)$: model *Exponential* GARCH
 β_j : efek GARCH

IGARCH

$$\sigma_t^2 = \omega + \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{i=2}^q \alpha_i (\varepsilon_{t-i}^2 - \varepsilon_{t-1}^2) + \sum_{j=1}^p \beta_j (\sigma_{t-j}^2 - \varepsilon_{t-1}^2)$$

Keterangan:

ω : konstanta
 α_i : parameter ke- i dari ARCH
 ε_{t-i}^2 : kuadrat dari residual pada waktu ke $(t - i)$
 β_j : parameter ke- j dari GARCH
 σ_{t-j}^2 : variansi dari residual pada waktu ke $(t - i)$

6. Menguji residual white noise Ljung-Box pada model SGARCH, EGARCH, dan IGARCH

7. Menghitung Value at Risk menggunakan model SGARCH, EGARCH, dan IGARCH

$$VaR_{(\alpha)}(t) = W_0 Z_\alpha \sigma \sqrt{t^*}$$

Keterangan:

W_0 : nilai investasi awal

Z_α : nilai Z-score

σ : estimasi nilai volatilitas

$\sqrt{t^*}$: Periode waktu

8. Melakukan backtesting pada hasil Value at Risk volatilitas model SGARCH, EGARCH, dan IGARCH menggunakan Kupiec Test dan Conditional Coverage Test.

Kupiec Test

$$LR_{POF} = -2 \ln \left(\frac{(1-p)^{N-x} p^x}{\left(\frac{1-x}{N} \right)^{N-x} \left(\frac{x}{N} \right)^x} \right)$$

Keterangan:

N : jumlah data observasi

x : jumlah failure

p : probabilitas (1-tingkat kepercayaan)

Conditional Coverage Test

$$LR_{ind} = -2 \ln[(1 - \pi)^{(T_{00} + T_{10})} \pi^{(T_{01} + T_{11})}] + 2 \ln[(1 - \pi_0)^{T_{00}} \pi_0^{T_{01}} (1 - \pi_1)^{T_{10}} \pi_1^{T_{11}}]$$

$$LR_{cc} = LR_{POF} + LR_{ind}$$

Keterangan:

I_{t0} = apabila tidak terjadi *exception*

I_{t1} = apabila terjadi *exception*

Dengan mendefinisikan T_{ij} adalah banyaknya hari terjadinya kondisi j dan terjadinya kondisi i pada hari sebelumnya maka diperoleh skenario sebagai berikut:

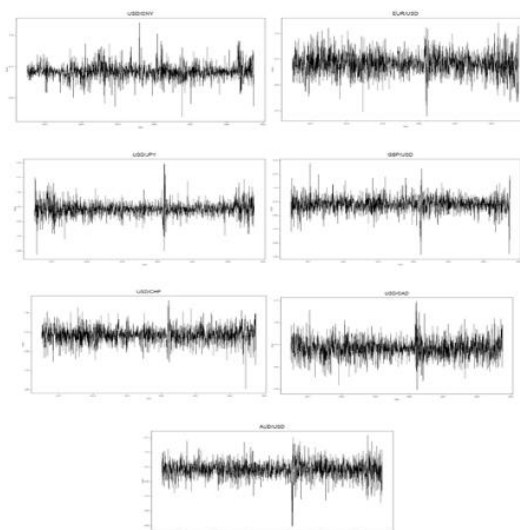
Definisi Christoffersen

	$I_{t-1} = 0$	$I_{t-1} = 1$	
$I_t = 0$	T_{00}	T_{01}	$T_{00} + T_{01}$
$I_t = 1$	T_{10}	T_{11}	$T_{10} + T_{11}$
	$T_{00} + T_{10}$	$T_{01} + T_{11}$	T

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jika dilihat Tabel 1, data return kurs EUR/USD, USD/JPY, dan AUD/USD memiliki rata-rata return yang negatif. Volatilitas return paling tinggi dimiliki kurs AUD/USD dan volatilitas terendah dimiliki oleh USD/CNY. Sedangkan nilai *skewness* dan *kurtosis* pada seluruh *return* kurs tidak berdistribusi normal.

Gambar 1 menunjukkan adanya fluktuasi data *return major currency pairs* yang relatif tinggi pada tahun 2020. Fenomena ini disebut dengan *volatility clustering* yang mengindikasikan adanya heteroskedastisitas pada data.



Gambar 1 Grafik return kurs major currency

Tabel 1 Deskriptif Return Harga Penutupan Harian Kurs

Kurs	Mean	Std. Dev	Max	Min	Skewness	Kurtosis
EUR/USD	-0,007933	0,4410291	1,6000	-2,0600	-0,1108915	0,976647
USD/JPY	0,021230	0,5001081	3,1600	-3,1000	0,1531573	4,993527
GBP/USD	-0,010570	0,5703876	2,9800	-3,6900	-0,1768164	3,530188
USD/CHF	0,000939	0,4324978	1,8400	-2,8100	-0,1845651	1,716898
USD/CAD	0,004055	0,4458949	2,1200	-1,8800	0,126269	1,250678
AUD/USD	-0,009761	0,5968775	2,3400	-3,9300	-0,4106653	2,858178
USD/CNY	0,004108	0,2504985	1,5800	-1,4500	0,2187583	3,957749

Tabel 2 Hasil uji ARCH-LM

Kurs	p-value
EUR/USD	2,2e-16
USD/JPY	2,2e-16
GBP/USD	2,2e-16
USD/CHF	0,02072
USD/CAD	0,00103
AUD/USD	0,00033
USD/CNY	0,00001

Untuk melihat apakah terdapat heteroskedastisitas pada sisaan model rata-rata, dilakukan uji ARCH *Lagrange Multiplier* (ARCH-LM). Berdasarkan tabel 2, probabilitas ARCH-LM *test* berada dibawah signifikansi 5% artinya data *time-series* seluruh *return* kurs yang akan diuji terdapat heteroskedastisitas sehingga dapat diuji menggunakan model ARCH/GARCH.

Perbandingan di antara uji *information criteria* AIC pada distribusi normal dan distribusi student's t menunjukkan bahwa distribusi student's t konsisten memiliki nilai AIC terendah. Maka pada penelitian ini hanya digunakan distribusi student's t dengan model SGARCH, EGARCH dan IGARCH.

Tabel 3 Hasil AIC dan BIC model-model GARCH

Kurs	Model	Log-likelihood	AIC	BIC
EUR/USD	SGARCH-norm	-915,673	1,1272	1,1371
	SGARCH-std	-908,6005	1,1198	1,133
	EGARCH-norm	-920,1359	1,1339	1,1472
	EGARCH-std	-912,9286	1,1263	1,1428
	IGARCH-norm	-955,4444	1,1748	1,1814
	IGARCH-std	-937,1288	1,1535	1,1635
USD/JPY	SGARCH-norm	-1014,161	1,2481	1,258
	SGARCH-std	-968,7197	1,1935	1,2068
	EGARCH-norm	-1010,794	1,2451	1,2584
	EGARCH-std	-967,5352	1,1933	1,2098
	IGARCH-norm	-1090,703	1,3407	1,3474
	IGARCH-std	-1039,266	1,2789	1,2888
GBP/USD	SGARCH-norm	-1320,322	1,6237	1,6336
	SGARCH-std	-1284,304	1,5807	1,594
	EGARCH-norm	-1321,775	1,6267	1,64
	EGARCH-std	-1287,207	1,5855	1,6021
	IGARCH-norm	-1364,687	1,6769	1,6835
	IGARCH-std	-1317,666	1,6204	1,6304
USD/CHF	SGARCH-norm	-912,7703	1,1236	1,1336
	SGARCH-std	-899,2646	1,1083	1,1215
	EGARCH-norm	-911,4781	1,1233	1,1365
	EGARCH-std	-898,0972	1,1081	1,1246
	IGARCH-norm	-981,602	1,2069	1,2135
	IGARCH-std	-945,4229	1,1637	1,1736
USD/CAD	SGARCH-norm	-953,8904	1,1741	1,184
	SGARCH-std	-936,7978	1,1544	1,1676
	EGARCH-norm	-949,2711	1,1697	1,1829
	EGARCH-std	-933,9912	1,1521	1,1687
	IGARCH-norm	-1006,823	1,2378	1,2444
	IGARCH-std	-960,6538	1,1824	1,1923
AUD/USD	SGARCH-norm	-1394,751	1,715	1,725
	SGARCH-std	-1374,252	1,6911	1,7043
	EGARCH-norm	-1393,959	1,7153	1,7285
	EGARCH-std	-1374,875	1,6931	1,7097
	IGARCH-norm	-1409,548	1,732	1,7386
	IGARCH-std	-1383,521	1,7013	1,7112
USD/CNY	SGARCH-norm	7,596605	-0,005637	0,0042904
	SGARCH-std	153,1652	-0,18291	-0,16968
	EGARCH-norm	6,489579	-0,003053	0,0101831
	EGARCH-std	155,286	-0,18429	-0,16774
	IGARCH-norm	-495,4739	0,61002	0,61664
	IGARCH-std	-255,0757	0,31646	0,32639

SGARCH

Kriteria signifikansi pada parameter dapat dilihat dari p-value yang dihasilkan. Jika p-value yang dihasilkan kurang dari 0.05 atau dengan taraf signifikansi 5% maka dapat disimpulkan bahwa parameter tersebut signifikan. Sebaliknya apabila p-value yang dihasilkan lebih dari 0.05 artinya tidak signifikan. Berdasarkan tabel 4, hasil pendugaan parameter model GARCH menunjukkan bahwa kurs USD/JPY, GBP/USD, USD/CAD, AUD/USD memiliki seluruh parameter GARCH yang signifikan.

Sedangkan terdapat banyak estimasi parameter model GARCH yang tidak signifikan pada return kurs EUR/USD, USD/CHF, dan USD/CNY.

EGARCH

Berdasarkan tabel 5, hasil pendugaan parameter model EGARCH menunjukkan bahwa kurs USD/CAD dan AUD/USD memiliki seluruh parameter EGARCH yang signifikan. Sedangkan terdapat banyak estimasi parameter model EGARCH yang tidak signifikan pada return kurs USD/JPY, GBP/USD, EUR/USD, USD/CHF, dan USD/CNY.

Tabel 4 Parameter Model SGARCH

Parameter	EUR/USD	USD/JPY	GBP/USD	USD/CHF	USD/CAD	AUD/USD	USD/CNY
ω	0,001318 (0,065339)	0,008164* (0,003738)	0,027806* (0,020323)	0,008988 (0,102967)	0,001784* (0,04082)	0,003719* (0,008348)	0,001507 (0,106053)
α	0,041336* (0)	0,094291* (0,000002)	0,091164* (0,000175)	0,057099* (0,003622)	0,036397* (0)	0,033165* (0)	0,99399* (0,000042)
β	0,953297* (0)	0,873225* (0)	0,821221* (0)	0,895763* (0)	0,955379* (0)	0,95622* (0)	0,899601* (0)
ν	13,27486* (0,000919)	5,5958798* (0)	6,7323* (0)	9,721932* (0,000017)	9,462894* (0,000005)	9,806219* (0,000001)	3,231742* (0)
log-likelihood	-908,600	-968,719	-1284,304	-899,264	-936,7978	-1374,252	153,1652
AIC	1,1198	1,1935	1,5807	1,1083	1,1544	1,6911	-0,18291
BIC	1,133	1,2068	1,594	1,1215	1,1676	1,7043	-0,16968
SIC	1,1197	1,1935	1,5807	1,1083	1,1543	1,6911	-0,18292
HIQ	1,1247	1,1984	1,5857	1,1132	1,1593	1,696	-0,178

* signifikan terhadap nilai $\alpha = 5\%$

* nilai pada (.) merupakan nilai p-value

Tabel 5 Parameter Model EGARCH

Parameter	EUR/USD	USD/JPY	GBP/USD	USD/CHF	USD/CAD	AUD/USD	USD/CNY
ω	-0,020952 (0,463806)	-0,04184* (0,009894)	-0,076277 (0,052647)	-0,07295 (0,063704)	-0,02189* (0,000256)	-0,01101* (0,000011)	-0,06295 (0,058013)
α	-0,00115 (0,90701)	-0,01893 (0,266407)	-0,011934 (0,560764)	-0,02209 (0,170424)	0,038596* (0,000623)	-0,02525* (0,02058)	0,000274 (0,988165)
β	0,987332* (0)	0,972711* (0)	0,937065* (0)	0,956852* (0)	0,986777* (0)	0,990602* (0)	0,974818* (0)
γ	0,1014* (0,002547)	0,186453* (0)	0,176032* (0,000161)	0,11788* (0,00086)	0,07774* (0)	0,076404* (0)	0,223645* (0)
ν	12,851199* (0,000693)	5,679197* (0)	6,744884* (0)	9,685899* (0,000017)	9,753387* (0,000007)	9,680205* (0,000001)	3,062332* (0)
log-likelihood	-912,9286	-967,535	-1287,207	-898,097	-933,9912	-1374,875	155,286
AIC	1,1263	1,1933	1,5855	1,1081	1,1521	1,6931	-0,18429
BIC	1,1428	1,2098	1,6021	1,1246	1,1687	1,7097	-0,16774
SIC	1,1263	1,1933	1,5855	1,1081	1,1521	1,6931	-0,18431
HIQ	1,1324	1,1994	1,5917	1,1142	1,1583	1,6992	-0,17815

* signifikan terhadap nilai $\alpha = 5\%$

* nilai pada (.) merupakan nilai p-value

IGARCH

Berdasarkan tabel 6, hasil pendugaan parameter model IGARCH menunjukkan bahwa

semua kurs memiliki seluruh parameter IGARCH yang signifikan.

Tabel 6 Parameter Model IGARCH

IGARCH	EUR/USD	USD/JPY	GBP/USD	USD/CHF	USD/CAD	AUD/USD	USD/CNY
ω	0,002961* (0,000136)	0,01888* (0)	0,010183* (0,000117)	0,004424* (0)	0,002609* (0,001889)	0,002626* (0)	0,023493* (0)
α	0,042581* (0)	0,1122* (0)	0,067694* (0)	0,044389* (0)	0,037958* (0)	0,035671* (0,000039)	0,099631* (0)
β	0,957419* (0)	0,8878* (0)	0,932306* (0)	0,955611* (0)	0,962042* (0)	0,964329* (0)	0,900369* (0)
ν	12,212349* (0,000044)	4,77183* (0)	5,634481* (0)	7,992505* (0)	8,675841* (0,000009)	9,139768* (0,000015)	3,221853* (0)
log-likelihood	-937,1288	-1039,27	-1317,67	-945,423	-960,654	-1383,52	-255,076
AIC	1,1535	1,2789	1,6204	1,1637	1,1824	1,7013	0,31646
BIC	1,1635	1,2888	1,6304	1,1736	1,1923	1,7112	0,32639
SIC	1,1535	1,2788	1,6204	1,1637	1,1824	1,7012	0,31646
HIQ	1,1572	1,2825	1,6241	1,1674	1,1861	1,7049	0,32015

* signifikan terhadap nilai $\alpha = 5\%$

* nilai pada (.) merupakan nilai p-value

Tabel 7 Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

Kurs	Model	p-value		
		Lag		
		1	5	9
EUR/USD	SGARCH	0,7173	0,3574	0,469
	EGARCH	0,7842	0,3812	0,496
	IGARCH	0,6756	0,3436	0,4463
USD/JPY	SGARCH	0,5918	0,5631	0,7419
	EGARCH	0,5535	0,5328	0,7115
	IGARCH	0,6913	0,6159	0,8052
GBP/USD	SGARCH	0,7985	0,8591	0,9623
	EGARCH	0,789	0,7888	0,931
	IGARCH	0,6721	0,686	0,8593
USD/CHF	SGARCH	0,8543	0,428	0,4397
	EGARCH	0,6652	0,3601	0,3935
	IGARCH	0,6896	0,3626	0,3782
USD/CAD	SGARCH	0,6165	0,4968	0,5915
	EGARCH	0,5767	0,5637	0,6823
	IGARCH	0,6528	0,5293	0,6306
AUD/USD	SGARCH	0,6891	0,4084	0,5644
	EGARCH	0,6249	0,3258	0,4654
	IGARCH	0,6606	0,359	0,5075
USD/CNY	SGARCH	0,73424	0,84845	0,09103
	EGARCH	0,79981	0,9045	0,07247
	IGARCH	0,65132	0,72429	0,07643

Ljung-Box

Berdasarkan tabel 7, pengujian dengan statistik Ljung-Box untuk standardized residual menunjukkan bahwa standardized residual tidak berautokorelasi, karena diperoleh p-value pada seluruh kurs bernilai lebih besar dari taraf signifikan $\alpha = 5\%$. Hasilnya tidak terdapat autokorelasi di dalam residual sampai lag ke k.

Hasil perhitungan VaR

Hasil perhitungan Value at Risk dengan confidence level 95% menunjukkan setiap kurs

yang menggunakan model IGARCH cenderung memiliki nilai exception yang paling rendah, kecuali kurs GBP/USD dimana perhitungan Value at Risk model SGARCH yang menghasilkan jumlah exception terendah.

Hasil perhitungan Value at Risk dengan confidence level 99% menunjukkan setiap kurs yang menggunakan model IGARCH cenderung memiliki violation yang paling rendah, kecuali kurs USD/CNY dimana EGARCH yang menghasilkan jumlah violation terendah.

Tabel 8 Hasil Perhitungan VaR

Kurs	Model	VaR 5%			VaR 1%		
		<i>actual</i>	<i>expected</i>	<i>actual</i> <i>obs</i>	<i>actual</i>	<i>expected</i>	<i>actual</i> <i>obs</i>
EUR/USD	IGARCH	35	25	7,00%	8	5	1,6%
	EGARCH	43	25	8,60%	12	5	2,4%
	SGARCH	39	25	7,80%	10	5	2,0%
USD/JPY	IGARCH	18	25	3,60%	3	5	0,6%
	EGARCH	20	25	4,00%	3	5	0,6%
	SGARCH	19	25	3,80%	3	5	0,6%
GBP/USD	IGARCH	26	25	5,20%	7	5	1,4%
	EGARCH	27	25	5,40%	7	5	1,4%
	SGARCH	25	25	5,00%	7	5	1,4%
USD/CHF	IGARCH	28	25	5,60%	6	5	1,2%
	EGARCH	32	25	6,40%	7	5	1,4%
	SGARCH	32	25	6,40%	9	5	1,8%
USD/CAD	IGARCH	24	25	4,80%	1	5	0,2%
	EGARCH	26	25	5,20%	1	5	0,2%
	SGARCH	27	25	5,40%	2	5	0,4%
AUD/USD	IGARCH	31	25	6,20%	7	5	1,4%
	EGARCH	36	25	7,20%	7	5	1,4%
	SGARCH	37	25	7,40%	8	5	1,6%
USD/CNY	IGARCH	20	25	4,00%	4	5	0,8%
	EGARCH	21	25	4,20%	2	5	0,4%
	SGARCH	20	25	4,00%	4	5	0,8%

Hasil *Backtesting* VaR

Hasil backtesting menunjukkan perhitungan VaR pada kurs EUR/USD banyak menghasilkan rejection dengan menggunakan

model EGARCH dan SGARCH. Namun, hasil backtest perhitungan VaR pada kurs EUR/USD valid dengan menggunakan model IGARCH pada confidence level 99% dan 95%.

Tabel 9 Hasil Backtesting VaR

Kurs	Model	p-value							
		5%				1%			
		LR uc	reject null	LR cc	reject null	LR uc	reject null	LR cc	reject null
EUR/USD	IGARCH	0,052	No	0,082	No	0,215	No	0,407	No
	EGARCH	0,001	Yes	0,003	Yes	0,008	Yes	0,021	No
	SGARCH	0,008	Yes	0,01	Yes	0,048	No	0,115	No
USD/JPY	IGARCH	0,131	No	0,293	No	0,331	No	0,613	No
	EGARCH	0,288	No	0,555	No	0,331	No	0,613	No
	SGARCH	0,199	No	0,417	No	0,331	No	0,613	No
GBP/USD	IGARCH	0,838	No	0,416	No	0,397	No	0,632	No
	EGARCH	0,685	No	0,45	No	0,397	No	0,632	No
	SGARCH	1	No	0,808	No	0,397	No	0,632	No
USD/CHF	IGARCH	0,546	No	0,73	No	0,663	No	0,845	No
	EGARCH	0,168	No	0,043	Yes	0,397	No	0,632	No
	SGARCH	0,168	No	0,266	No	0,106	No	0,23	No
USD/CAD	IGARCH	0,836	No	0,973	No	0,028	No	0,09	No
	EGARCH	0,838	No	0,248	No	0,028	No	0,09	No
	SGARCH	0,685	No	0,857	No	0,125	No	0,306	No
AUD/USD	IGARCH	0,235	No	0,491	No	0,397	No	0,632	No
	EGARCH	0,034	Yes	0,098	No	0,397	No	0,632	No
	SGARCH	0,021	Yes	0,063	No	0,215	No	0,407	No
USD/CNY	IGARCH	0,288	No	0,247	No	0,641	No	0,869	No
	EGARCH	0,399	No	0,695	No	0,125	No	0,306	No
	SGARCH	0,288	No	0,247	No	0,641	No	0,869	No

Tabel 10 Ringkasan Hasil Penelitian

Kurs	Model terbaik	
	95%	99%
	EUR/USD	IGARCH
USD/JPY	IGARCH	IGARCH, EGARCH, SGARCH
GBP/USD	SGARCH	IGARCH, EGARCH, SGARCH
USD/CHF	IGARCH	IGARCH
USD/CAD	IGARCH	IGARCH, EGARCH
AUD/USD	IGARCH	IGARCH, EGARCH
USD/CNY	IGARCH, SGARCH	EGARCH

Berdasarkan perbandingan model SGARCH, IGARCH, dan EGARCH pada masing-masing kurs, hasilnya mayoritas model IGARCH yang paling unggul untuk memodelkan kurs USD pairs yang telah diteliti. Volatilitas

pada kurs USD pairs lebih sesuai dimodelkan dengan model simetris IGARCH maupun SGARCH, terbukti dari nilai exception yang cenderung lebih rendah dibandingkan dimodelkan dengan model asimetris EGARCH.

Beberapa USD pairs seperti USD/JPY, GBP/USD, USD/CAD, dan USD/CNY sesuai jika dimodelkan menggunakan SGARCH, IGARCH, dan EGARCH karena hasil backtesting VaR semua valid. Sedangkan kurs EUR/USD dan AUD/USD hanya sesuai dimodelkan dengan IGARCH, dan USD/CHF dimodelkan dengan IGARCH dan SGARCH.

Penelitian ini memiliki hasil yang sama dengan Jie Yang dan Shaozong [Zhang \(2010\)](#) dimana EGARCH adalah model terbaik untuk memprediksi volatilitas USD/CNY, dan [Viviane Naimy, et al \(2021\)](#) dimana IGARCH merupakan model terbaik untuk memprediksi volatilitas. Untuk perhitungan VaR dengan confidence level yang lebih dapat disimpulkan lebih baik menggunakan model GARCH simetris, sedangkan untuk VaR dengan confidence level yang lebih tinggi terdapat kemungkinan model asimetris GARCH juga lebih baik, kecuali pada pairs EUR/USD dan USD/CHF.

PENUTUP

Berdasarkan pendekatan volatilitas dengan GARCH, EGARCH, dan IGARCH telah dilakukan perhitungan VaR. Dari hasil backtesting menggunakan Kupiec Test dan Conditional Coverage Test, model Value at Risk dengan IGARCH recursive valid untuk semua pengukuran risiko pasangan nilai tukar seluruh major currency pairs yang diuji. Maka untuk perusahaan yang memiliki eksposur terhadap major currency maupun perbankan yang memiliki FX treasury major currency dapat menghitung risiko dengan volatilitas menggunakan model IGARCH. Selain itu, pengukuran risiko menggunakan model IGARCH juga dapat diterapkan pada perbankan untuk menyediakan modal minimum sesuai dengan profil risiko untuk mengantisipasi

potensi kerugian pada masa mendatang, khususnya pada perhitungan risiko likuiditas perbankan.

Model EGARCH tidak sesuai digunakan untuk memodelkan volatilitas currency pairs EUR/USD, USD/CHF, dan AUD/USD. Model SGARCH tidak sesuai digunakan untuk memodelkan volatilitas currency pairs EUR/USD dan AUD/USD. Model simetris SGARCH kurang sesuai untuk memodelkan major currency. Di samping itu, model asimetris EGARCH tidak sesuai untuk memodelkan volatilitas kebanyakan major currency karena banyaknya indikasi tidak melewati backtesting test. Sehingga disarankan untuk perbankan, maupun institusi yang memiliki eksposur terhadap major currency tidak memakai EGARCH sebagai alat untuk pemodelan volatilitas.

Implikasi dari penelitian ini adalah hasil estimasi VaR menggunakan model IGARCH menunjukkan estimasi yang baik dibandingkan dengan model SGARCH dan EGARCH sehingga bisa menjadi acuan bagi investor, para manajer investasi, pemerintah, dan pengambil kebijakan dalam menghitung risiko investasi *major currency pairs* sehingga dapat meminimalisir risiko krisis ekonomi, gangguan politik, dan efek menular krisis global. Namun demikian ada keterbatasan penelitian yang perlu digarisbawahi dalam mencermati hasil penelitian karena penelitian ini dibatasi hanya pada pasangan mata uang *major currency pairs* 2016-2022, hanya menggunakan tiga jenis model SGARCH, IGARCH, dan EGARCH. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan model jenis GARCH lainnya untuk mendapatkan gambaran yang lebih luas mengenai kemampuan jenis model GARCH dalam mengestimasi risiko.

REFERENCES:

Abdullah, S. M., Siddiqua, S., Siddiquee, M. S., & Hossain, N. (2017). Modeling and forecasting exchange rate volatility in Bangladesh using GARCH models: A comparison based on normal and student's T-error distribution. *Financial Innovation*, 3(1). [doi:10.1186/s40854-017-0071-z](https://doi.org/10.1186/s40854-017-0071-z)

- Abdullah, S.N. (2020). Using TGARCH, TGARCH-M, EGARCH, EGARCH-M, PGARCH and PGARCH-M models Gaussian and non-Gaussian for modeling (EUR/USD) and (GBP/USD) Exchange Rate. Vol 8(3), 1535-1547.
- Alexander, C. (2008d). Market risk analysis IV, Value-at-Risk models, Wiley.
- Ane, T. (2005). An analysis of the flexibility of Asymmetric Power GARCH models. *Comput. Stat. Data Anal.*, 51(2), 1293–1311.
- Arachchi, K. (2018). Comparison of Symmetric and Asymmetric GARCH Models: Application of Exchange Rate Volatility. [doi:10.5923/j.ajms.20180805.08](https://doi.org/10.5923/j.ajms.20180805.08)
- Ariefianto, M.D. (2012). *Ekonometrika*. Jakarta: Erlangga.
- Basel Committee on Banking Supervision (November 2005). Amendment to the capital accord to incorporate market risks.
- Berry, Y. (2017). Perhitungan value at risk dengan pendekatan variance-covariance. *Jurnal Riset Bisnis dan Manajemen*. 7(2), 146-158.
- Box, G. E. P., Jenkins G. M., Reinsel, G. C. & Ljung, G. M. (2015), *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (5th Ed.), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
- Campbell, S.D. (2005). "A review of backtesting and backtesting procedures", Finance and Economic Discussion Series, Divisions of Research & Statistics and Monetary Affairs Federal Reserve Board, Washington, D.C.
- Commonwealth Bank of Australia (12 June 2008). What you need to know foreign exchange. <http://www.commbank.com.au/business/pds/ADB2632.pdf>
- Crouhy, M., Galai, D., & Mark, R. (2000). A comparative analysis of current credit risk models. *Journal of Banking & Finance*, 24(1-2), 59-117. [doi:10.1016/S0378-4266\(99\)00053-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(99)00053-9).
- Desvina, A.P., Marlinda, S. (2013). Peramalan kurs transaksi bank Indonesia terhadap mata uang dollar Amerika (usd) dengan menggunakan model arch/garch. *Jurnal Sains, Teknologi, dan Industri*. Vol. 11(1).
- Dritsaki, Chaido. (2019). Modelling the volatility of exchange rate currency using garch model. Vol 72(2), 209-230.
- Eliyawati, W.Y., Hidayat, R.R., & Azizah, D.F. (2014). Penerapan model GARCH (generalized autoregressive conditional heteroscedasticity) untuk menguji pasar modal efisien di Indonesia (studi pada harga penutupan (closing price) indeks saham LQ 45 periode 2009-2011). Vol 7(2).
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007. DOI: 10.2307/1912773.
- Engle, R. F., & Bollerslev, T. (1986). Modelling the persistence of conditional variances. *Econometric Reviews*, Vol 5(1), 1–50. <https://doi.org/10.1080/07474938608800095>.
- Franco, C. and Zakoian, J.M. (2010) *GARCH Models: Structure, Statistical Inference and Financial Applications*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- Giot, P., & Laurent, S. (2004). Modelling Daily Value-at-Risk using Realized Volatility and ARCH Type Models. *J. Empir. Financ.*, 11(3), 379–398.
- Gupta, A., Rajib, P. (2018). Do var exceptions have seasonality? an empirical study on Indian commodity spot prices. *IIMB Management Review*, 30(4), 369-384. [doi:10.1016/j.iimb.2018.05.008](https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.05.008).
- Hoflich, P. (2011). *Banks at risk* (1st edition). Wiley.
- Jorion, P. (2001). *Value at Risk – The New Benchmark for Managing Financial Risk* (2nd edition), McGraw Hill.
- Jorion, P. (2007). *Financial Risk Manager Handbook*. Willey Finance. New Jersey.
- Jorion, P. (2007). *Value at Risk: New Benchmark for Managing Financial Risk*, 3th Edition, Mc GrawHill, USA
- King, Michael R., Dagfinn Rime (December 2010), The \$4 trillion question: what explains FX growth since the 2007 survey? *BIS Quarterly Review*
- Krugman, P.R. & Obstfeld, M. (2005), *Ekonomi Internasional Teori Dan Kebijakan*, edisi 5 jilid 2, Jakarta, PT. Indeks kelompok Gramedia.
- Liu, T., & Shi, Y. (2022). Innovation of the component GARCH model: Simulation evidence and application on the Chinese Stock Market. *Mathematics*, 10(11), 1903. <https://doi.org/10.3390/math10111903>
- Ljung, G. M. and Box, G. (1978). On a measure of lack of fit in time series models, *Biometrika*, 65, 297–303.
- MacKinnon, J.G. (2010). Critical values for cointegration tests, Queen's Economics Department Working Paper, No. 1227, Queen's University, Department of Economics, Kingston (Ontario)

- Makridakis, S. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan* (1st ed.). Jakarta: Erlangga
- Mardhiyah, A. (2017). Peranan analisis return dan risiko dalam investasi. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam*. Vol. 2(1). 1-17.
- McNeil, A. J., Frey, R., & Embrechts, P. (2015). *Quantitative risk management: Concepts, techniques and tools*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Morgan, J. P. (1996). *RiskMetrics Technical Document Fourth Edition*. New York: Morgan Guaranty Trust Company.
- Mubarokah, I. S., Fitrianto, A., & Affendi, F. M. (2020). Perbandingan model Garch Simetris Dan Asimetris Pada Data Kurs Harian. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 4(4), 627-637. doi:[10.29244/ijisa.v4i4.709](https://doi.org/10.29244/ijisa.v4i4.709)
- Naimy, V., Haddad, O., Fernández-Avilés, G., & El Khoury, R. (2021). The predictive capacity of GARCH-type models in measuring the volatility of crypto and world currencies. *PLOS ONE*, 16(1). doi:[10.1371/journal.pone.0245904](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245904)
- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica*, 59(2), 347–370. DOI: [10.2307/2938260](https://doi.org/10.2307/2938260)
- Nieppola, O. (2009). *Backtesting value-at-risk models*. Department of economics – Helsinki School of Economics.
- Nugroho, D. B., Anggraeni, K., & Parhusip, H. A. (2020). Model regresi untuk return aset dengan volatilitas mengikuti model garch(1,1) berdistribusi epsilon-skew normal dan student-T. *Journal of Mathematics and Its Applications*, 17(2), 181. doi:[10.12962/limits.v17i2.6730](https://doi.org/10.12962/limits.v17i2.6730)
- Nur Laily, V. O., Warsito, B., & I Maruddani, D. A. (2018). Comparison of arch / GARCH model and Elman Recurrent Neural Network on data return of closing Price Stock. *Journal of Physics: Conference Series*, 1025, 012103. doi:[10.1088/1742-6596/1025/1/012103](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1025/1/012103)
- Omari, C. O., Mwita, P. N., & Waititu, A. G. (2017). Modeling USD/Kes Exchange Rate Volatility using GARCH models. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 08(01), 15–26. <https://doi.org/10.9790/5933-0801011526>
- Pradana, D.C., I Maruddani, D.A., & Yasin, H. (2015). Penggunaan simulasi monte carlo untuk pengukuran value at risk aset tunggal dan portofolio dengan pendekatan capital asset pricing model sebagai penentu portolio optimal (studi kasus: index saham kelompok sminfra18). *Jurnal Gaussian*. Vol 4(4). 765-774.
- Ramadhana, A.F. (2021). Perbandingan model integrated generalized autoregressive conditional heteroscedasticity (IGARCH) dan generalized autoregressive conditional heteroscedasticity in mean (GARCH-M) untuk perhitungan value at risk. Tesis tidak diterbitkan, Univeristas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
- Rizky, A. (2016). Simulasi monte carlo untuk perhitungan value at risk pada model generalized autoregressive conditional heteroscedastic in mean. Tesis tidak diterbitkan. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Rosadi (2012). *Ekonometrika dan analisis runtun waktu terapan dengan eviws*. Andi. Yogyakarta.
- Saadah, S., & Sitanggang, M. L. (2020). Value at risk estimation of exchange rate in banking industry. *Jurnal Keuangan Dan Perbankan*, 24(4). doi:[10.26905/jkdp.v24i4.4808](https://doi.org/10.26905/jkdp.v24i4.4808)
- Sari, L.K., Achsan, N.A., & Satono.B. (2018). Pemodelan Volatilitas Return Saham: Studi Kasus Pasar Saham Asia Modelling Volatility of Return Stock Index: Evidence from Asia Countries. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*. Vol 18. (1), 35–52.
- Surya, Y., Situngkir, H., & Hariadi, Y. (2004). *Aplikasi Fisika dalam Analisis Keuangan: mekanika statistika interaksi agen*. Jakarta: PT. Bina Sumber Daya MIPA
- Thadewald, T., Buning, H. (2004). Jarque-Bera test and its competitors for testing normality: A power comparison. Tesis tidak diterbitkan. Free University Berlin, Germany.
- Umam, K. (2016). *Perbankan Syariah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Wibowo, N.M, Sugito, & Rusgiyono, A. (2016). Pemodelan return saham perbankan menggunakan exponential generalized autoregressive conditional heteroscedasticity (EGARCH). *Jurnal Gaussian*, Vol.6(1). 91-99.
- Widarjono, A. (2002). Aplikasi model ARCH kasus tingkat inflasi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan Kajian Ekonomi Negara Berkembang*. Vol. 7(1). 71-82.

- Yang, J., & Zhang, S. (2010). Measure exchange rate risk using GARCH model and extreme value theory. 2010 Third International Conference on Business Intelligence and Financial Engineering. doi:[10.1109/bife.2010.89](https://doi.org/10.1109/bife.2010.89)
- Z. Ding, C.W.J. Granger, and R.F. Engle. (1993) A Long Memory Property of Stock Market Returns and A New Model. *Journal of Empirical Finance*, 1:83-106.

Halaman ini sengaja di kosongkan.