

**PEMODELAN VOLATILITAS HARGA EMAS DAN KURS USD
MENGUNAKAN METODE *CONSTANT CONDITIONAL CORRELATION*
*MULTIVARIATE GARCH***

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh
IZZATUL ALIYATAL ULA
H72217028

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : IZZATUL ALIYATAL ULA

NIM : H72217028

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul " PEMODELAN VOLATILITAS HARGA EMAS DAN KURS USD MENGGUNAKAN METODE *CONSTANT CONDITIONAL CORRELATION MULTIVARIATE* GARCH ". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 17 Juni 2021

Yang menyatakan,



IZZATUL ALIYATAL ULA

NIM. H72217028

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

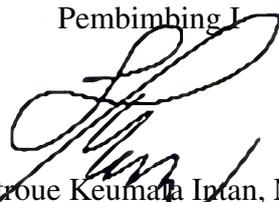
Skripsi oleh

Nama : IZZATUL ALIYATAL ULA
NIM : H72217028
Judul Skripsi : PEMODELAN VOLATILITAS HARGA EMAS
MENGUNAKAN METODE *CONSTANT*
CONDITIONAL CORRELATION MULTIVARIATE
GARCH

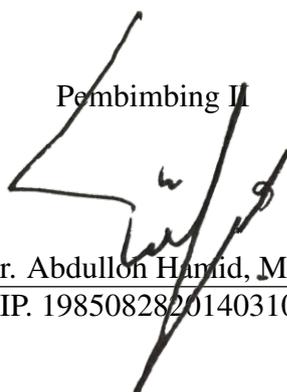
telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 17 Juni 2021

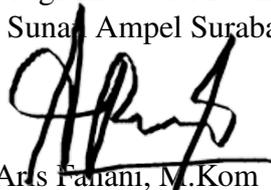
Pembimbing I


Putroue Keumala Intan, M.Si
NIP. 198805282018012001

Pembimbing II


Dr. Abdullon Hamid, M.Pd
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya


Ars Fahani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

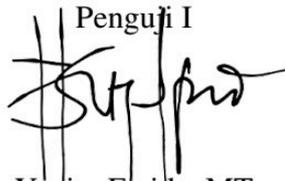
Skripsi oleh

Nama : IZZATUL ALIYATAL ULA
NIM : H72217028
Judul Skripsi : PEMODELAN VOLATILITAS HARGA EMAS DAN
KURS USD MENGGUNAKAN METODE *CONSTANT
CONDITIONAL CORRELATION MULTIVARIATE
GARCH*

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 1 Juli 2021

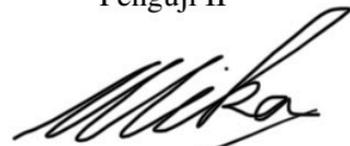
Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



Yuniar Farida, MT
NIP. 197905272014032002

Penguji II



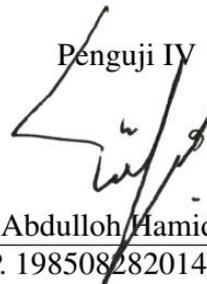
Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206102018012003

Penguji III



Putroue Keumala Intan, M.Si
NIP. 198805282018012001

Penguji IV



Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd
NIP. 198508282014031003



Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. H. Nur Hafid Rusydiyah, M.Ag

NIP. 197312272005012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : IZZATUL 'ALIYATAL ULA
NIM : H72217028
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / MATEMATIKA
E-mail address : IZZAALIAH23@GMAIL.COM

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PEMODELAN VOLATILITAS HARGA EMAS DAN KURS USD

MEMEGUNAKAN METODE CONSTANT CONDITIONAL

CORRELATION MULTIVARIATE GARCH

berserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 17 JULI 2021

Penulis

Aliyah.

(IZZATUL 'ALIYATAL ULA)
nama terang dan tanda tangan

2.5.4. <i>Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)</i>	20
2.6. <i>White Noise</i>	20
2.7. Heteroskedastisitas	21
2.7.1. Korelogram Residual Kuadrat	21
2.7.2. <i>ARCH LM Test</i>	22
2.8. Pemodelan Univariat GARCH	24
2.8.1. Model <i>Autoregressive Conditional Heteroscedastic (ARCH)</i>	24
2.8.2. Model <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic (GARCH)</i>	24
2.8.3. Estimasi Parameter Model Univariat GARCH	25
2.9. Pemodelan Multivariat GARCH	27
2.9.1. Model <i>Constant Conditional Correlations (CCC)</i>	28
2.9.2. Estimasi Parameter Model Multivariat GARCH	30
2.9.3. Uji Diagnostik Model Multivariat GARCH	31
2.10. Pemilihan Model Terbaik	31
III METODE PENELITIAN	33
3.1. Jenis Penelitian	33
3.2. Jenis dan Sumber Data	33
3.3. Rancangan Penelitian	33
3.4. Alur Penelitian	35
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. Deskripsi Data	38
4.2. Uji Stasioneritas Data	39
4.2.1. Uji Stasioneritas dalam Varian	39
4.2.2. Uji Stasioneritas dalam <i>Mean</i>	42
4.3. Menentukan Model <i>Mean</i>	45
4.3.1. Model <i>Mean</i> Harga Emas	45
4.3.2. Model <i>Mean</i> Kurs USD	47
4.4. Uji Efek Heteroskedastisitas	48
4.4.1. Uji Efek Heteroskedastisitas Harga Emas	48

4.4.2.	Uji Efek Heteroskedastisitas Kurs USD	50
4.5.	Pembentukan Model ARCH-GARCH	52
4.5.1.	Model GARCH Harga Emas	52
4.5.2.	Model GARCH Kurs USD	54
4.6.	Pemodelan Multivariat GARCH	57
4.6.1.	Akurasi Model CCC MGARCH	62
4.7.	Investasi Emas dalam Kajian Islam	64
V	PENUTUP	71
5.1.	Kesimpulan	71
5.2.	Saran	72
	DAFTAR PUSTAKA	73
A	ACF dan PACF Tingkat Level	78
B	ACF dan PACF <i>Differencing 1</i>	80
C	<i>Estimation Output Model Mean</i>	82
D	ACF dan PACF Residual Kuadrat	88
E	Uji Efek Heteroskedastisitas Model <i>Mean</i>	90
F	Uji Heteroskedastisitas Model ARCH lag 13	92
G	<i>Estimation Output Model GARCH</i>	94
H	Cek Autokorelasi Model GARCH	96
I	Uji Efek Heteroskedastisitas Model GARCH	98
J	<i>Estimation Output Model CCC MGARCH</i>	100
K	Uji Diagnostik Model CCC MGARCH	102

perkembangan aset investasi lainnya. Investasi emas memiliki kemampuan melindungi nilai aset ketika kondisi pasar keuangan sedang normal ataupun sedang krisis. Selain itu investasi emas juga relatif lebih mudah dilakukan karena mempunyai sifat likuiditas yang tinggi (Billah dan Hartomo, 2018).

Penelitian *hedging* risiko harga minyak dengan emas selama pandemi *Covid-19* menunjukkan bahwa emas memiliki peran sebagai alat lindung nilai yang signifikan dan efektif terhadap risiko harga minyak mentah (Salisu, 2020). Berbagai kelebihan tersebut menyebabkan investasi emas digemari kalangan investor. Namun pada tahun 2020 emas beberapa kali mencetak rekor harga tertinggi sepanjang sejarahnya, Sabtu, 1 Agustus 2020 emas mencetak harga jual Rp 1.028.000 per gram dan harga *buyback* Rp 926.000 per gram (Alhikam H, 2020). Terjadinya fluktuasi tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor, tidak hanya seputar variabel makroekonomi dan mikroekonomi. Volatilitas harga emas juga dipengaruhi oleh aktivitas spekulatif dan variabel non ekonomi, seperti sentimen pelaku pasar yang khawatir terhadap kondisi perekonomian Indonesia yang diproyeksikan akan mengalami resesi, dan tentunya disebabkan kondisi pasar keuangan global yang tidak stabil karena wabah *Covid-19* (Syarifuddin, 2015).

Pada umumnya harga emas memiliki hubungan tidak searah dengan kondisi perekonomian. Harga emas cenderung stabil ketika kondisi pasar dan perekonomian *bullish* (naik) sedangkan ketika kondisi pasar sedang tidak stabil maka emas akan dicari sebagai aset *save heaven* sehingga menyebabkan harga emas melonjak. Hal ini berkebalikan dengan harga saham yang bergerak searah dengan kondisi pasar dan perekonomian (Frensidy, 2013). Hubungan tersebut menyebabkan pergerakan harga emas juga berpengaruh terhadap pergerakan IHSG (Dwiati dan Ambarwati, 2016). IHSG yang merupakan pasar modal menjadi salah

satu sektor yang memiliki peran penting dalam menggerakkan roda perekonomian negara, sehingga prediksi harga emas perlu dilakukan karena secara tidak langsung harga emas juga berkontribusi dalam menggambarkan kondisi perekonomian negara. Selain itu prediksi harga emas juga perlu dilakukan agar investor mengetahui prospek investasi emas di masa datang sehingga tidak mengalami kerugian.

Salah satu bentuk perencanaan investasi emas adalah melalui volatilitas harga emas. Prediksi volatilitas memiliki pengaruh yang penting karena dapat digunakan memprediksi risiko investasi (Batra, 2004). Penelitian tentang volatilitas yang dilakukan Amitra Batra menunjukkan bahwa stabilitas keuangan lebih terancam oleh perubahan volatilitas yang terjadi secara tiba-tiba dibandingkan perubahan volatilitas yang berkelanjutan (Batra, 2004). Namun terjadinya volatilitas selalu bervariasi dari waktu ke waktu seperti dalam penelitian Elisabeth Orskaug dipaparkan bahwa fenomena volatilitas cenderung bersifat mengelompok yang menyebabkan terjadinya volatilitas tidak konstan atau yang biasa disebut dengan heteroskedastisitas (Orskaug, 2009).

Pemodelan volatilitas menggunakan ARCH (*autoregressive conditional heteroskedasticity*) dan GARCH (*generalized autoregressive conditional heteroskedasticity*) bisa menjadi solusi dalam mendeskripsikan bentuk volatilitas data yang terdapat unsur heteroskedastisitas (Amelia, 2015). Namun pemodelan menggunakan univariat GARCH saja belum cukup untuk menggambarkan informasi *comovement* atau pergerakan bersama antar variabel. Sedangkan dalam penelitian finansial analisis *comovement* perlu dilakukan untuk menjelaskan bagaimana korelasi pergerakan harga suatu aset dengan aset lain sehingga akan membantu investor dalam menentukan keputusan investasinya, termasuk dalam

menentukan investasi emas. Harga emas dunia menggunakan mata uang USD menyebabkan emas mempunyai korelasi yang cukup signifikan terhadap mata uang USD. Secara umum keduanya diasumsikan mempunyai nilai korelasi negatif, hal ini dikarenakan ketika nilai USD menurun maka nilai mata uang negara lain akan meningkat yang kemudian akan diikuti dengan meningkatnya permintaan komoditas (emas) sehingga menyebabkan harga emas akan melonjak. Hal tersebut menyebabkan emas bisa menjadi investasi yang baik ketika harga USD menurun serta membeli emas sebaiknya dilakukan dengan cara menjual USD yang dimiliki (Wicaksono, 2016).

Model multivariat GARCH (MGARCH) dikembangkan untuk mengatasi kelemahan yang terdapat pada model univariat GARCH. Terdapat banyak model pendekatan multivariat GARCH yang sudah dikembangkan dan beberapa diantaranya digunakan sebagai standar dalam analisis keuangan. Salah satu pendekatannya melalui model *Constant Conditional Correlation* atau CCC yang diperkenalkan oleh Bollerslev pada 1990. Model ini menggunakan ide dasar melalui pemodelan matriks kovarians bersyarat yang diuraikan menjadi standar deviasi bersyarat dan matriks korelasi (Silvennoinen, A., Teräsvirta, T. (2007). Pada matriks korelasi bersyarat diasumsikan sebagai *time invariant* atau selalu bernilai konstan, sedangkan varians bersyarat bervariasi sepanjang waktu pengamatan (Bollerslev, 1990). Hal ini menyebabkan matriks varian dan kovarian pasti bernilai positif sehingga jumlah parameter menjadi sedikit dan estimasi model dapat dilakukan dengan lebih mudah (Belasri dan Ellaia, 2017).

Penerapan metode CCC MGARCH tidak terbatas pada masalah keuangan saja, dalam penelitian Hayati (2016) metode ini diterapkan untuk memodelkan curah hujan dan diperoleh hasil akurasi peramalan yang lebih baik dari model yang

metode CCC MGARCH dan sebagainya. Setelah referensi dan kajian literatur diperoleh maka dilanjutkan dengan mencari data yang akan digunakan dalam proses analisis data.

Pada tahap analisis data terdapat rangkaian proses yang perlu dilakukan untuk memperoleh hasil terbaik untuk memodelkan data. Pertama akan dijelaskan tahapan pemodelan Univariat GARCH yang akan digunakan sebagai dasar dalam pembentukan model Multivariat GARCH, kemudian akan dilanjutkan dengan *forecasting* menggunakan model CCC-MGARCH terbaik serta menghitung nilai akurasi model. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Membuat grafik *time series* harga emas dan kurs USD terhadap rupiah untuk mengetahui pergerakan data.
2. Uji stasioneritas data dalam varian dan *mean*.
3. Menentukan model *mean* (AR, MA, ARMA, atau ARIMA) yang cocok.
4. Pengujian efek heteroskedastisitas model *mean* menggunakan uji ARCH-LM dan korelogram ACF dan PACF residual kuadrat.
5. Pendugaan model ARCH/GARCH berdasarkan korelogram ACF dan PACF residual kuadrat.
6. Estimasi parameter model ARCH/GARCH.
7. Uji diagnostik untuk mengetahui kelayakan model melalui uji *Ljung Box* dan LM.
8. Mengaplikasikan model GARCH untuk membentuk model CCC MGARCH
9. Estimasi parameter model CCC MGARCH.

Berdasarkan korelogram pada Gambar 4.10 terlihat grafik ACF dan PACF mengalami penurunan menuju nol dengan cepat. Hal tersebut menunjukkan bahwa data kurs USD sudah stasioner baik dalam *mean* maupun dalam varian. Artinya *time series* kurs USD sudah memiliki pergerakan yang stabil di sekitar nilai *mean* dengan standar deviasi yang kecil tanpa *trend* sehingga tidak akan menimbulkan masalah autokorelasi pada model.

4.3. Menentukan Model *Mean*

Pendugaan model *mean* dapat diketahui dengan melihat korelogram ACF dan PACF data yang telah stasioner.

4.3.1. Model *Mean* Harga Emas

Berdasarkan korelogram data harga emas yang telah mengalami *differencing* orde 1 terlihat bahwa ACF dan PACF pada Gambar 4.8 mengalami *cut off* pada *lag* 2. Hal ini mengindikasikan model *mean* harga emas dibangkitkan oleh model ARIMA (1,1,0), ARIMA (0,1,1), ARIMA (2,1,0), ARIMA (0,1,2), ARIMA (1,1,1), ARIMA (1,1,2), ARIMA (2,1,1), dan ARIMA (2,1,2).

Penentuan model *mean* harga emas yang cocok dapat diketahui melalui harga AIC dan SC model terkecil menggunakan Persamaan (2.37) dan (2.38), ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 AIC dan SC Model Mean Data Harga Emas

MODEL	AIC	SC
ARIMA(0,1,1)	-6.563260	-6.563260
ARIMA(0,1,2)	-6.594444	-6.574000
ARIMA(1,1,0)	-6.563468	-6.543025
ARIMA(2,1,0)	-6.590438	-6.569995
ARIMA(1,1,1)	-6.572700	-6.545442
ARIMA(1,1,2)	-6.591480	-6.564222
ARIMA(2,1,1)	-6.587451	-6.560193
ARIMA(2,1,2)	-6.592137	-6.564879

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui harga minimum AIC dan SC yaitu -6.594444 dan -6.574000 terdapat pada model ARIMA(0,1,2), sehingga model *mean* yang cocok pada data harga emas adalah model ARIMA (0,1,2).

Setelah diperoleh model *mean* harga emas yang cocok kemudian dilakukan estimasi parameter model ARIMA(0,1,2). Adapun hasilnya ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Estimasi Parameter Model Mean Harga Emas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(2)	0.186677	0.027896	6.691878	0.0000

Selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter model ARIMA(0,1,2) berdasarkan hipotesis berikut:

$H_0 : b = 0$ (parameter b tidak signifikan dalam model)

$H_0 : b \neq 0$ (parameter b signifikan dalam model)

memanfaatkan efek heteroskedastisitas pada residual untuk dibangun dalam pemodelan.

4.5. Pembentukan Model ARCH-GARCH

Setelah diketahui bahwa residual mengandung heteroskedastisitas dan diperlukan model yang lebih akurat, maka dilanjutkan pada tahap pembentukan model ARCH/GARCH. Sebelum itu, langkah pertama yang harus dilakukan adalah identifikasi apakah menggunakan model ARCH atau model GARCH dengan melakukan pemeriksaan pada residual menggunakan uji ARCH-LM. Jika model masih mengandung unsur ARCH ketika dilakukan pemeriksaan residual dengan menggunakan *lag* lebih dari 12 maka model yang lebih cocok adalah model GARCH. Pada penelitian ini akan digunakan model GARCH untuk membentuk model. Berdasarkan pemeriksaan efek heteroskedastisitas pada model ARCH menggunakan *lag* 13 yang ditunjukkan pada lampiran F menunjukkan nilai probabilitas dibawah 0.05. Artinya masih terdapat efek heteroskedastisitas pada model ARCH, sehingga model yang lebih cocok untuk digunakan dalam data harga emas dan kurs USD adalah model GARCH.

Selanjutnya dilakukan estimasi parameter, uji signifikansi, dan uji diagnostik model GARCH. Sebelum estimasi parameter, terlebih dahulu dilakukan pendugaan orde model GARCH melalui korelogram residual kuadrat dan memilih model terbaik.

4.5.1. Model GARCH Harga Emas

Pada korelogram residual kuadrat harga emas (Gambar 4.12) terlihat grafik ACF dan PACF mengalami *cut off* pada lag 1, sehingga pendugaan model yang cocok adalah GARCH orde (1,1). Adapun hasil estimasi parameter GARCH (1,1)

autokorelasi residual pada model GARCH(1,1) sehingga layak digunakan untuk memodelkan data harga emas dan kurs USD.

4.6. Pemodelan Multivariat GARCH

Model GARCH(1,1) yang sudah dibentuk diterapkan sebagai dasar pemodelan multivariat dengan tujuan mendeteksi ada atau tidaknya korelasi antar variabel pengamatan, dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : tidak terjadi *constant conditional correlation* antara harga emas dengan kurs USD terhadap rupiah.

H_1 : terjadi *constant conditional correlation* antara harga emas dengan kurs USD terhadap rupiah.

Pembentukan model CCC MGARCH terdiri dari tiga tahap, yaitu estimasi parameter model, uji signifikansi, dan uji diagnostik.

Pertama, estimasi parameter model CCC MGARCH. Model ini memiliki nilai koefisien korelasi yang konstan, karena itu cukup menggunakan *first step* dari metode *two step approach* untuk melakukan estimasi parameter berdasarkan model univariat GARCH. Dasar model univariat GARCH yang digunakan adalah model GARCH(1,1), oleh karena itu model multivariat GARCH yang dihasilkan adalah model CCC MGARCH(1,1). Penelitian ini menggunakan dua variabel sehingga jumlah parameter yang akan diestimasi sebanyak $\frac{N(N+5)}{2} = \frac{2(2+5)}{2} = 7$ parameter. Adapun hasil estimasi parameter CCC MGARCH(1,1) ditunjukkan dalam Tabel 4.9.

Berdasarkan hasil uji autokorelasi menggunakan *portmanteau statistics on standardized residuals* yang terdapat pada Tabel 4.11 menunjukkan bahwa *p-value* lag 5 dan 10 yaitu 0.0871311 dan 0.0708736 dimana keduanya > 0.05 , sehingga H_0 diterima yang berarti tidak terdapat autokorelasi residual dan model multivariat layak digunakan.

Terpenuhinya asumsi bebas autokorelasi menunjukkan bahwa model CCC MGARCH(1,1) dikatakan bersifat *white noise* yang akan menghasilkan model dengan estimasi yang efisien, konsisten, dan mendekati parameter sebenarnya karena memiliki nilai galat kecil. Oleh karena itu, model CCC MGARCH harga emas dan kurs USD terhadap rupiah pada data *training* periode 1 Januari 2018–10 Juli 2020 yang ditunjukkan pada Persamaan 4.1, 4.2, dan 4.3 sudah baik dan cocok untuk digunakan dalam peramalan.

4.6.1. Akurasi Model CCC MGARCH

Akurasi model CCC MGARCH dapat diperoleh melalui perhitungan volatilitas berdasarkan model terbaik CCC MGARCH(1,1) menggunakan data *testing* sebanyak 165 data yang berada pada periode 13 Juli 2020-26 Februari 2021, sehingga akan dilakukan perhitungan volatilitas untuk D_{660+k} , dimana $k = 1, \dots, 165$. Volatilitas harga emas model CCC MGARCH(1,1) dihitung berdasarkan estimasi parameter pada Persamaan 4.1, adapun contoh perhitungan pada D_{660+k} dengan $k = 1$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_{1,661}^2 &= 1.33 \times 10^{-6} + 0.069939 \varepsilon_{1,660}^2 + 0.911902 \sigma_{1,660}^2 \\ &= 1.33 \times 10^{-6} + 0.069939(-0.001589)^2 + 0.911902 (0.000088) \\ &= 0.000081\end{aligned}$$

- An Application to Moroccan Stock Markets*. International Journal of Economics and Financial Issues, 7(2), 384.
- Billah, N. A., Hartomo, D. D. (2018). *Korelasi Dinamis Emas Dan Saham Syariah Sebagai Lindung Nilai Dan Safe Haven Pada Investasi Di Indonesia*. Jurnal Bisnis dan Manajemen (Journal of Business and Management), 18(2), 67-86.
- Bollerslev, T. (1990). Modeling the coherence in short-run nominal exchange rates: A multivariate generalized ARCH approach. *Review of Economics and Statistics* 72, 498–505
- Cryer, J. D. (1986). *Time series analysis* (Vol. 286). Boston: Duxbury Press.
- Dharmawan, K., Widana, I. N. (2011). *Aplikasi Algoritma Biseksi dan Newton-Raphson dalam Menaksir Nilai Volatilitas Implied*. Jurnal Matematika, 2(1), 1693-1394.
- Dwiati, A. R., Ambarwati, Y. B. (2016). *Pengaruh Harga Emas Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan Indonesia Dengan Nilai Kurs Sebagai Variabel Moderating*.
- Enders, W. (2008). *Applied econometric time series*. John Wiley and Sons.
- Engle, R. F. (1982). *Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation*. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.
- Fatwa Dewan Syariah Nasional. (2010). *Jual-Beli Emas Secara Tidak Tunai*. Nomor: 77/DSN-MUI/V/2010.
- Febrianti, P. (2019). *Pemodelan Vector Error Correction Model (VECM)–Constant Conditional Correlation Generalized Autoregressive Conditional*

- Heteroscedasticity (CCC GARCH)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Frensidy, B. (2013). *Lihai sebagai Investor: Panduan Memahami Dunia Keuangan dan Investasi di Indonesia*. Jakarta: Salemba Empat.
- Grasa, A.A. (1989). *Econometric Model Selection*. New York: Harper Collins.
- Gujarati, D. N. (2003). *Basic Econometrics. Forth Edition*. Singapura: McGraw-Hill.
- Gustina, M. (2018). *Tinjauan Hukum Islam terhadap Jual Beli Emas Online Melalui Media Bukaemas di Bukalapak* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel).
- Harahap, D. (2014). *Analisis stabilitas dinar emas dan dolar AS dalam denominasi rupiah*. *Al-Iqtishad: Jurnal Ilmu Ekonomi Syariah*, 6(2), 269-282.
- Hayati, F. (2016). *Model multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity in mean (MGARCH-M): Studi kasus pada data curah hujan Kota Mojokerto* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Hosking, J.R.M. 1980. *The multivariate portmanteau statistic*. *Journal of American Statistical Association* 75: 602-608.
- Kring, S., Rachev, S. T., Hochstotter, M., and Fabozzi, F. J. (2007). *Composed and factor composed multivariate GARCH models*. University of Karlsruhe, Technical Report.

- Lo, M. S. (2003). *Generalized autoregressive conditional heteroscedastic time series models* (Doctoral dissertation, Theses (Dept. of Statistics and Actuarial Science)/Simon Fraser University).
- Lönnquist, A. (2018). *The economic relevance of multivariate GARCH models: CCC, DCC, VCC MGARCH (1, 1) covariance predictions for the use in global minimum variance portfolios*.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1 (Ir. Untung Sus Ardiyanto, M. Sc. , Ir. Abdul Basith, M. Sc. Terjemahan). Edisi Kedua*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Maqdis. (2020). *Tafsir Surat Ali 'Imran Ayat 14*. <https://tafsiralquran.id/tafsir-surat-ali-imran-ayat-14/> (Diakses :15 Oktober 2020).
- Orskaug, E. (2009). *Multivariate dcc-garch model:-with various error distributions* (Master's thesis, Institutt for matematiske fag).
- Pankratz, A. (1983). *Forecasting with univariate Box-Jenkins models; concepts and casses* (No. 04; QA280, P3.).
- Pujiyono, A. (2004). *Dinar dan Sistem Standar Tunggal Emas Ditinjau Menurut Sistem Moneter Islam*. Jurnal Dinamika Pembangunan (JDP), 1(Nomor 2), 144-152
- Qur'an Kemenag. (2019). *Qur'an Kemenag In Microsoft Word*. Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI.
- Salisu, A. A., Vo, X. V., and Lawal, A. (2020). *Hedging oil price risk with gold during COVID-19 pandemic*. Resources Policy, 101897.

- Sari, N., and Yozza, H.,2014.*PENDUGAAN PARAMETER MODEL AUTOREGRESSIVE PADA DERET WAKTU*. Jurnal Matematika UNAND,3(4),28-37.
- Setiawan, E. (2019). *KBBI Online versi 2.8*. <https://kbbi.web.id/emas> (Diakses : 18 Agustus 2020).
- Silvennoinen, A., Teräsvirta, T.(2007). Multivariate garch models. Working Paper Series in Economics and Finance, No. 669.
- Silvennoinen, A., Teräsvirta, T. (2009). *Modeling multivariate autoregressive conditional heteroskedasticity with the double smooth transition conditional correlation GARCH model*. Journal of Financial Econometrics, 7(4), 373-411.
- Syarifuddin, F. (2015). *Konsep, dinamika, dan respon kebijakan nilai tukar di Indonesia*. Bank Indonesia Institute.
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of financial time series* (Vol. 543). John wiley and sons.
- Wei, W.S. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate 2nd Edition*. New Jersey: Pearson Education.
- Wicaksono, M. Y. (2016). *Pengaruh Inflasi, Kurs Dollar dan Suku Bunga Terhadap Harga Emas di Indonesia*. Jurnal Pendidikan dan Ekonomi, 5(2), 143-149.