



Implementasi *Geometric Brownian Motion* dalam Memprediksi Harga Minyak Mentah pada Masa Pandemi Covid-19

Feby Seru^{1*}, Christian Dwi Suhendra², Agung Dwi Saputra³

¹ Departemen Matematika, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

² Departemen Teknik Informatika, Universitas Papua, Manokwari, Indonesia

³ Departemen Sistem Informasi, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail: febyseru.math@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 09-May. 2022

Revised: 15-Jul. 2020

Accepted: 11-Aug. 2023

Keywords:

Minyak mentah, model

GBM, pandemi, prediksi

ABSTRACT

Minyak mentah atau *crude oil* memiliki peranan yang vital dalam pertumbuhan ekonomi suatu negara, karena minyak mentah merupakan sumber energi penggerak perekonomian. Untuk menjaga kestabilan perekonomian, maka harga minyak mentah pada periode mendatang perlu diantisipasi dengan cara melakukan prediksi terhadap harga komoditas minyak mentah dunia. Salah satu model yang dapat digunakan untuk memprediksi harga minyak mentah dalam jangka waktu pendek adalah *geometric brownian motion* (GBM). Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan model GBM dalam memprediksi harga minyak mentah di masa pandemi Covid-19, serta mengukur keakuratan model tersebut. Pada penelitian ini, prediksi harga minyak menggunakan model GBM dilakukan dengan 50, 100, dan 1000 iterasi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model GBM dapat bekerja dengan baik, dalam memprediksi harga minyak mentah di masa pandemi Covid-19. Hal ini ditunjukkan dengan nilai MAPE yang kurang dari 10%.



Crude oil has a vital role in the economic growth of a country, because crude oil is a source of energy driving the economy. To maintain economic stability, the price of crude oil in the coming period needs to be anticipated by making predictions on world crude oil commodity prices. One of the models that can be used to predict crude oil prices in the short term is Geometric Brownian Motion (GBM). The purpose of this study is to implement the GBM model in predicting crude oil prices during the Covid-19 pandemic, and to measure the accuracy of the model. In this study, the prediction of oil prices using the GBM model was carried out with 50, 100, and 1000 iterations. The results obtained indicate that the GBM model can work well in predicting crude oil prices during the Covid-19 pandemic. This is indicated by the MAPE value which is less than 10%.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



How to Cite:

Seru, F., Suhendra, C. D., Saputra, A. D. (2023). Implementasi *geometric brownian motion* dalam memprediksi harga minyak mentah pada masa pandemi covid-19. *Pythagoras: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 18(1), 56-66. <https://doi.org/10.21831/pythagoras.v18i1.49418>

<https://doi.org/10.21831/pythagoras.v18i1.49418>

PENDAHULUAN

Pergerakan harga minyak mentah selalu menjadi hal yang menarik untuk diamati. Hal ini dikarenakan minyak mentah menjadi faktor penting, terutama dalam kegiatan perekonomian suatu negara. Olahan minyak mentah seperti *Liquified Petroleum Gas* (LPG), bensin, solar, minyak pelumas, minyak bakar dan lain-lain, merupakan sumber energi terbesar (Arifin, 2016). Selain itu, perubahan harga minyak mentah juga turut mempengaruhi perubahan harga komoditi lainnya (Febryo et al., 2015). Harga minyak mentah dunia diukur menggunakan harga spot pasar minyak dunia. Standar harga minyak dunia umumnya mengacu pada *West Texas Intermediate* (WTI). WTI merupakan minyak bumi berkualitas tinggi yang diproduksi di Texas (Dewi, 2020). Fluktuasi harga minyak selalu dianggap sebagai barometer ekonomi di seluruh dunia, sehingga setiap pergerakannya yang tidak stabil menjadi perhatian khusus, dan selalu menjadi isu panas untuk dibahas dalam lingkaran politik dan ekonomi di

setiap negara. Fluktuasi harga minyak sangat sensitif terhadap kondisi ekonomi dan pertumbuhan masing-masing negara (Arifin, 2016).

Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi harga minyak mentah dunia, yaitu: faktor fundamental, non-fundamental, dan pengaruh dari kebijakan pasokan OPEC. Faktor fundamental terdiri atas permintaan minyak, pasokan minyak, stok minyak, kapasitas produksi cadangan dunia dan kemampuan kilang dunia. Sedangkan faktor non fundamental terdiri dari geopolitik, kebijakan pemerintah, cuaca, bencana alam, pemogokan, kerusakan instalasiranai produksi, pelemahan nilai dollar dan spekulasi (Fauzannissa et al., 2016). Stabilitas pasokan dan harga minyak dunia sangat diperlukan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi. Oleh karena itu, agar semua kegiatan dapat berjalan sesuai rencana maka prediksi harga minyak dunia sangat dibutuhkan banyak pihak, baik dari sektor pemerintah, badan usaha maupun investor (Fauzannissa et al., 2016). Prediksi harga minyak mentah ditujukan untuk mengurangi dampak dari fluktuasi harga, dan juga untuk membantu investor dan individu dalam membuat keputusan yang berhubungan dengan pasar energi.

Geometric brownian motion (GBM) dapat digunakan untuk memodelkan harga saham maupun harga komoditas. Penelitian mengenai pemodelan harga saham menggunakan GBM telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya Trimono (2017), Agustini et al. (2018), Suganthi dan Jayalalitha (2019), Maulidya et al. (2020), Putri dan Hasibuan (2020), Rosita (2021), dan Bhakti (2022). Hasil yang diperoleh adalah GBM merupakan model yang cukup akurat untuk memprediksi harga saham di masa yang akan datang, untuk jangka waktu yang pendek. Hal ini ditunjukkan dengan nilai MAPE yang kecil. Penelitian mengenai keakuratan GBM dalam memprediksi harga saham di masa pandemi Covid-19, telah dilakukan oleh Fitria et al. (2021) dan Edriani et al. (2021). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Fitria et al. (2021) menunjukkan bahwa model GBM tidak akurat jika digunakan untuk memprediksi harga saham di masa pandemi Covid-19, yang ditunjukkan oleh nilai MAPE yang besar (lebih dari 10%). Hal ini terjadi karena data saham yang digunakan untuk memprediksi harga saham di masa pandemi Covid-19 adalah data saham sebelum terjadinya pandemi Covid-19 (Fitria et al., 2021). Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Edriani et al. (2021) menunjukkan bahwa GBM berhasil merepresentasikan pergerakan harga saham pada masa pandemi Covid-19.

Penelitian mengenai pemodelan harga komoditas menggunakan GBM telah dilakukan oleh Zakia (2017), yang memprediksi harga komoditas minyak mentah, jenis *West Texas Intermediate* (WTI). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa GBM merupakan model yang akurat untuk memprediksi harga komoditas minyak mentah. Oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui apakah model GBM dapat bekerja dengan baik dalam memprediksi harga minyak pada masa pandemi Covid-19, mengingat bahwa sampai saat ini dunia masih menghadapi pandemi Covid-19. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan GBM pada data harga minyak mentah di masa pandemi Covid-19, serta mengukur keakuratan model GBM dalam memprediksi harga komoditas minyak mentah di masa pandemi Covid-19.

METODE

Pada bagian ini dijelaskan langkah-langkah untuk mengkonstruksi model GBM pada data harga minyak mentah, serta menggunakan model tersebut untuk memprediksi harga minyak mentah. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data harian harga penutupan minyak mentah *West Texas Intermediete* (WTI) pada bulan Juni 2020 - Juni 2021. Data tersebut merupakan data sekunder yang diperoleh dari <https://id.investing.com>. Data yang diperoleh dibagi menjadi data *in-sample* sebanyak 80% dan *out-sample* sebanyak 20%.

Return

Nilai return minyak mentah pada periode t , didefinisikan sebagai (Ruppert & Matteson, 2015):

$$R_t = \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) \quad (1)$$

dengan:

R_t : nilai *return* pada periode t

S_t : harga minyak mentah pada periode t

S_{t-1} : harga minyak mentah pada periode $t - 1$

Uji Normalitas

Kolmogorov–smirnov merupakan salah satu uji normalitas yang dapat dilakukan untuk mengetahui kenormalan suatu data. Uji Kolmogorov dilakukan dengan membandingkan D_{hitung} dan $D_{\alpha,n}$ yang diperoleh dari tabel (Massey, 1951).

Hipotesis:

H_0 : Data *return* berdistribusi normal

H_1 : Data *return* tidak berdistribusi normal

Statistik Uji:

$$D_{hitung} = \max|F_0(x) - S_N(x)| \tag{2}$$

dengan:

$F_0(x)$: fungsi distribusi kumulatif dari suatu distribusi normal

$S_N(x)$: fungsi distribusi kumulatif dari suatu data sampel

Kriteria Pengujian:

Jika $D_{hitung} < D_{\alpha,n}$ maka H_0 diterima, artinya data berdistribusi normal. Uji Kolmogorov-smirnov dapat dilakukan menggunakan SPSS dengan kriteria pengujian, jika jika $P_{value} > \alpha$ maka H_0 diterima yang berarti bahwa data berdistribusi normal.

Brownian Motion

Proses stokastik $\{X_t, t \geq 0\}$ disebut *brownian motion* jika memenuhi (Ross, 2014):

- a. $X_0 = 0$
- b. $\{X_t, t \geq 0\}$ memiliki kenaikan stasioner dan saling bebas
- c. X_t berdistribusi normal dengan mean 0 dan variansi $\sigma^2 t$ untuk setiap $t > 0$

Pada saat $\sigma = 1$, maka proses di atas dinamakan *brownian motion* standar. Proses stokastik $\{X_t, t \geq 0\}$ disebut *Brownian Motion* dengan drift jika memenuhi syarat (Ross, 2014):

- a. $X_0 = 0$
- b. $\{X_t, t \geq 0\}$ memiliki kenaikan stasioner dan saling bebas
- c. X_t berdistribusi normal dengan mean μt dan variansi $\sigma^2 t$ untuk setiap $t > 0$

Berdasarkan asumsi-asumsi tersebut, maka *brownian motion* dengan *drift* dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_t = \mu t + \sigma B_t \tag{3}$$

dengan B_t adalah *brownian motion* standar.

Geometric Brownian Motion

Misalkan proses stokastik $\{X_t, t \geq 0\}$ adalah *brownian motion* dengan *drift* seperti pada Persamaan (3), maka proses $\{S_t, t \geq 0\}$ disebut *geometric brownian motion* dan di definisikan sebagai (Ross, 2014):

$$S_t = e^{X_t} \tag{4}$$

Model GBM dapat digunakan untuk memodelkan proses pergerakan harga minyak mentah (Bhakti, 2022). GMB mengasumsikan bahwa data return minyak dimasa lalu berdistribusi normal (Lidén, 2018). Secara umum, model GBM dapat dinyatakan sebagai:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dB_t \tag{5}$$

dengan:

S_t : Harga minyak pada saat t

dS_t : Perubahan harga minyak pada waktu ke- t

dB_t : Perubahan dalam proses Wiener (*Brownian motion*).

B_t : *Brownian motion* standar

μ : persentasi dari *drift*

σ : persentasi dari *volatility*

dt : interval waktu

Persamaan (4) dapat diselesaikan menggunakan formula berikut:

$$dF(S_t, t) = \left(\frac{\partial F(S_t, t)}{\partial S_t} \mu S_t + \frac{\partial F(S_t, t)}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F(S_t, t)}{\partial S_t^2} \sigma^2 S_t^2 \right) dt + \left(\frac{\partial F(S_t, t)}{\partial S_t} \sigma S_t \right) dB_t \quad (6)$$

dengan $F(S_t, t)$ adalah fungsi dari variabel S_t dan t . Persamaan (6) disebut dengan Lemma Ito. Misalkan fungsi $F(S_t, t) = \ln S_t$ dengan:

$$\frac{\partial F(S_t, t)}{\partial S_t} = \frac{1}{S_t} \quad (7)$$

$$\frac{\partial F(S_t, t)}{\partial t} = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial^2 F(S_t, t)}{\partial S_t^2} = -\frac{1}{S_t^2} \quad (9)$$

Maka Persamaan (6) menjadi:

$$dF(S_t, t) = \left(\frac{1}{S_t} \mu S_t + 0 + \frac{1}{2} \left(-\frac{1}{S_t^2} \right) \sigma^2 S_t^2 \right) dt + \left(\frac{1}{S_t} \sigma S_t \right) dB_t$$

$$dF(S_t, t) = \left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) dt + \sigma dB_t$$

$$\ln S_t - \ln S_{t-1} = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dB_t$$

$$\ln S_t = \ln S_{t-1} + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dB_t$$

$$S_t = e^{\ln S_{t-1} + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dB_t}$$

$$S_t = S_{t-1} e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dB_t} \quad (10)$$

Misalkan $B_t = \epsilon \sqrt{dt}$, maka Persamaan (10) menjadi:

$$S_t = S_{t-1} e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma \epsilon \sqrt{dt}} \quad (11)$$

dengan:

S_t : Harga minyak pada saat t

S_{t-1} : Harga minyak pada saat $t - 1$

S_0 : Harga awal minyak

μ : *drift*

σ : volatilitas

ϵ : distribusi normal standar

Estimasi Parameter

Volatilitas adalah tingkat pergerakan harga minyak sedangkan *drift* adalah ekspektasi dari laju pergerakan harga minyak. Parameter Volatilitas diestimasi menggunakan persamaan (Dmouj, 2006):

$$\sigma = s/\sqrt{\tau} \quad (12)$$

dengan

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t \quad (13)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2} \quad (14)$$

dan parameter drift diestimasi menggunakan:

$$\mu = \frac{\bar{R}}{\tau} + \frac{1}{2}\sigma^2 \tag{15}$$

dengan:

- σ : nilai volatilitas
- s : standar deviasi *return*
- \bar{R} : rata-rata *return*
- μ : nilai parameter *drift*
- τ : *interval of time* $t_i - t_{i-1}$
- n : banyak data
- R : return harga minyak

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE adalah rata-rata persentase absolut dari kesalahan prediksi. MAPE merupakan faktor penting untuk mengukur tingkat akurasi peramalan. Rumus MAPE didefinisikan sebagai (Wilmott, 2007):

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{|S_t - F_t|}{S_t} \cdot 100\% \tag{16}$$

dengan:

- S_t : nilai aktual
- F_t : prediksi harga minyak
- N : jumlah data

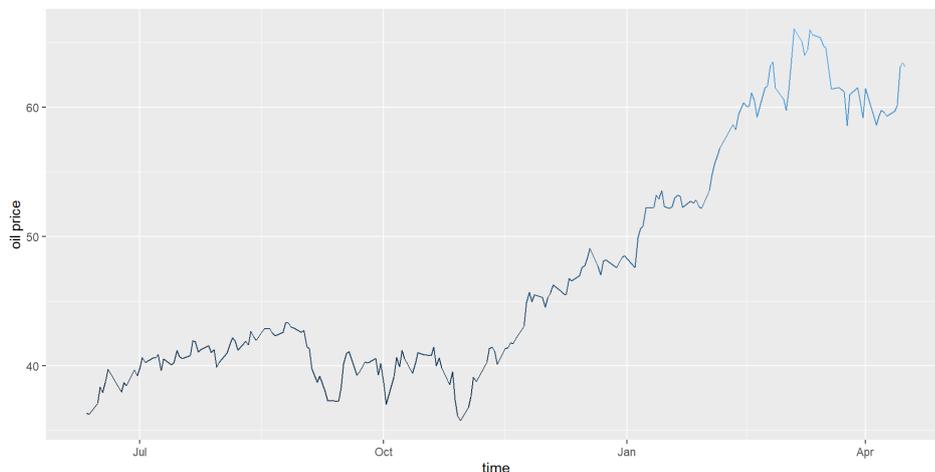
Berikut adalah Tabel 1 yang merincikan tingkat akurasi peramalan berdasarkan nilai MAPE:

Tabel 1. Skala nilai MAPE untuk tingkat akurasi peramalan

Persentase MAPE	Tingkat Akurasi
< 10%	Akurasi peramalan tinggi
10% – 20%	Akurasi peramalan baik
21% – 50%	Akurasi peramalan biasa
> 50%	Peramalan tidak akurat

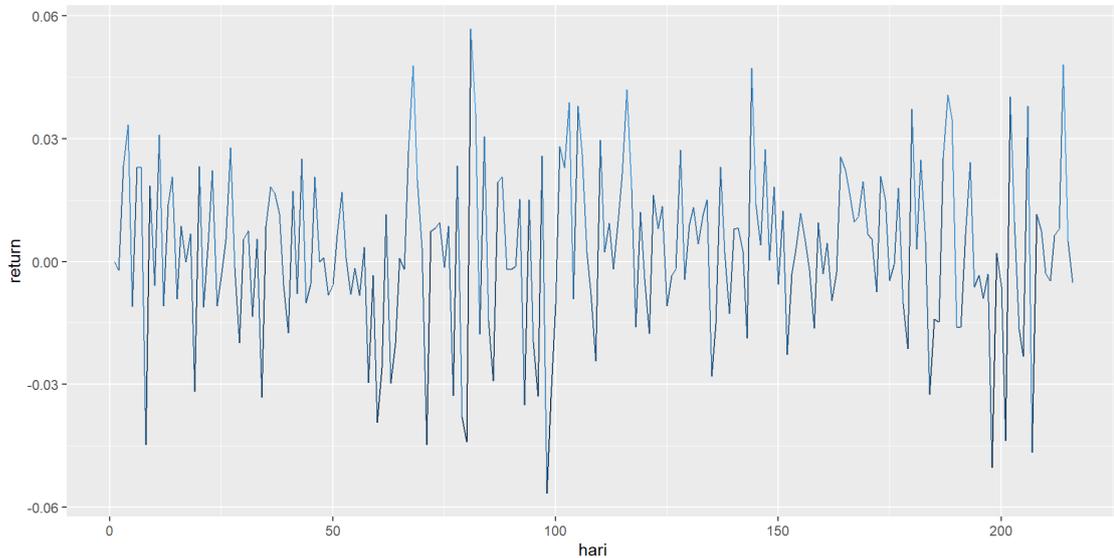
HASIL PENELITIAN

Data penutupan harga minyak mentah yang digunakan pada penelitian ini sebagai data *in-sample* adalah data pada periode Juni 2020 sampai dengan April 2021. Berikut ini adalah plot data *in-sample*.



Gambar 1. Plot data harga minyak mentah WTI

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa trend dari fluktuasi harga minyak umumnya cenderung meningkat walaupun sempat mengalami penurunan pada waktu-waktu tertentu. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai return dari data *in-sample* menggunakan Persamaan (1). Plot return harga minyak mentah dunia adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Plot return data harga minyak

Untuk memodelkan harga minyak menggunakan GBM, maka terlebih dahulu dilakukan uji normalitas terhadap data return harga minyak mentah menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan bantuan SPSS. Hasil pengujian menunjukkan bahwa $p\text{-value} = 0,2 > 0,05$ sehingga H_0 diterima, yang berarti data return minyak berdistribusi normal dan memenuhi asumsi model GBM.

Langkah selanjutnya adalah melakukan estimasi parameter *drift* dan volatilitas menggunakan Persamaan (12) dan (15) sehingga diperoleh nilai estimasi parameter pada Tabel 2:

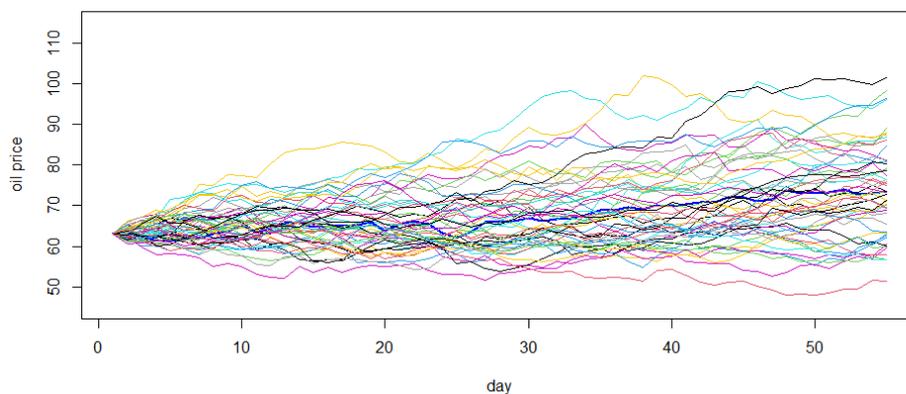
Tabel 2. Nilai estimasi parameter

Parameter	Nilai
$\hat{\mu}$	0,002778
$\hat{\sigma}$	0,020482

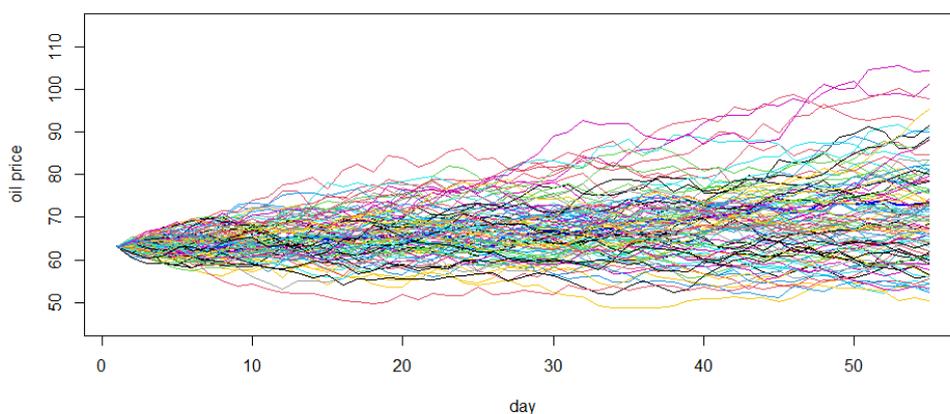
Jadi model GBM untuk data harga minyak mentah adalah:

$$\hat{S}_t = \hat{S}_{t-1} e^{\left(0,002778 - \frac{0,000420}{2}\right) dt + 0,020482 \epsilon \sqrt{dt}} \quad (17)$$

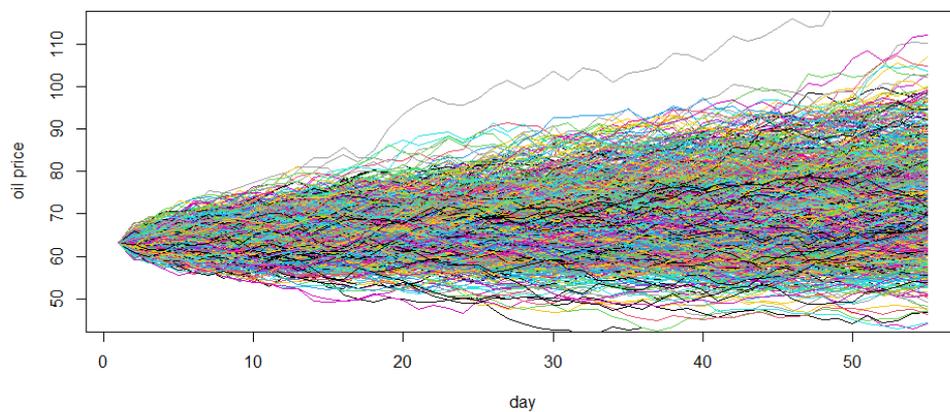
Setelah diperoleh model GBM untuk harga minyak mentah, maka selanjutnya dilakukan prediksi harga minyak mentah untuk data *out-sampel* yaitu pada periode 16 April 2021 sampai 30 Juni 2021 menggunakan Persamaan (17). Pada penelitian ini, perhitungan nilai prediksi dilakukan dengan beberapa iterasi. Gambar 3 merupakan hasil prediksi harga minyak mentah menggunakan GBM yang dilakukan dengan jumlah iterasi sebanyak 50, 100, dan 1000. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai MAPE pada masing-masing iterasi menggunakan Persamaan (16). Nilai MAPE terkecil untuk masing-masing iterasi di sajikan pada Tabel 3.



(a)



(b)



(c)

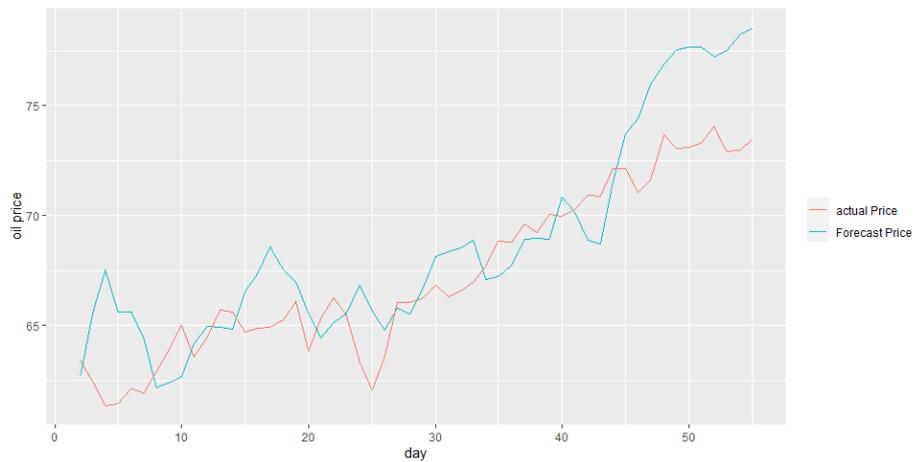
Gambar 3. Prediksi harga minyak mentah dengan iterasi sebanyak (a) 50, (b) 100 dan (c) 1000

Tabel 3. Nilai MAPE untuk masing-masing iterasi

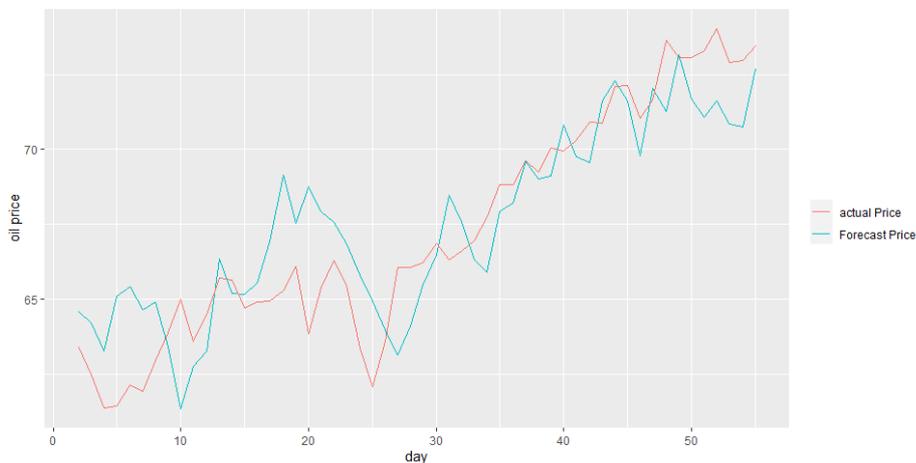
No	Iterasi	MAPE (%)
1	50	3,121317
2	100	2,289672
3	1000	2,133447

Pada Tabel 3, terlihat bahwa nilai MAPE yang diperoleh untuk iterasi yang dilakukan sebanyak 50, 100, dan 1000, kurang dari 10%. Hasil prediksi harga minyak mentah berdasarkan nilai MAPE terkecil pada masing-masing iterasi, dibandingkan dengan hasil aktual yang diperoleh dari data *out-sample*.

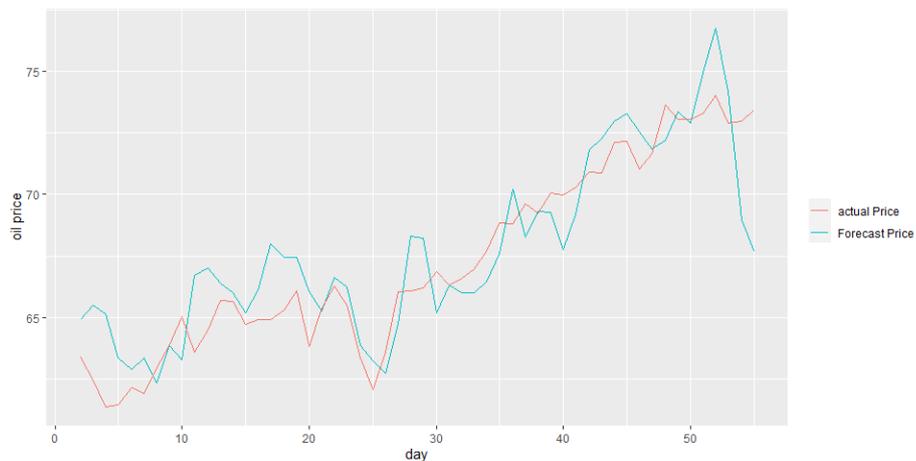
Gambar 4 menunjukkan grafik perbandingan nilai prediksi harga minyak mentah dengan nilai aktualnya untuk masing-masing iterasi. Pada Gambar 4 (a) terlihat bahwa terdapat beberapa gap yang cukup besar antara nilai prediksi dengan nilai aktual, sedangkan pada Gambar 4 (b) dan Gambar 4 (c) terlihat bahwa nilai prediksi sudah hampir mendekati nilai aktualnya, sehingga gap antara nilai prediksi dengan nilai aktual semakin berkurang.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Prediksi harga minyak dengan MAPE terkecil untuk iterasi sebanyak (a) 50, (b) 100 dan (c) 1000

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa Nilai MAPE terkecil untuk prediksi harga minyak pada penelitian ini, adalah dengan menggunakan 1000 iterasi. Berikut ini adalah hasil prediksi harga minyak dengan nilai MAPE terkecil pada 1000 iterasi.

Tabel 4. Prediksi harga minyak

No.	Tanggal	Prediksi	Aktual	No.	Tanggal	Prediksi	Aktual
1	19/04/2021	64,90	63,38	28	26/05/2021	68,21	66,21
2	20/04/2021	65,49	62,44	29	27/05/2021	65,16	66,85
3	21/04/2021	65,15	61,35	30	28/05/2021	66,31	66,32
4	22/04/2021	63,33	61,43	31	30/05/2021	66,01	66,59
5	23/04/2021	62,88	62,14	32	31/05/2021	66,00	66,96
6	26/04/2021	63,33	61,91	33	01/06/2021	66,45	67,72
7	27/04/2021	62,32	62,94	34	02/06/2021	67,62	68,83
8	28/04/2021	63,87	63,86	35	03/06/2021	70,21	68,81
9	29/04/2021	63,28	65,01	36	04/06/2021	68,28	69,62
10	30/04/2021	66,68	63,58	37	07/06/2021	69,32	69,23
11	03/05/2021	67,03	64,49	38	08/06/2021	69,27	70,05
12	04/05/2021	66,40	65,69	39	09/06/2021	67,75	69,96
13	05/05/2021	65,99	65,63	40	10/06/2021	69,21	70,29
14	06/05/2021	65,17	64,71	41	11/06/2021	71,81	70,91
15	07/05/2021	66,13	64,9	42	14/06/2021	72,30	70,88
16	10/05/2021	67,98	64,92	43	15/06/2021	72,97	72,12
17	11/05/2021	67,43	65,28	44	16/06/2021	73,29	72,15
18	12/05/2021	67,43	66,08	45	17/06/2021	72,57	71,04
19	13/05/2021	66,03	63,82	46	18/06/2021	71,86	71,64
20	14/05/2021	65,27	65,37	47	21/06/2021	72,19	73,66
21	17/05/2021	66,62	66,27	48	22/06/2021	73,36	73,06
22	18/05/2021	66,24	65,49	49	23/06/2021	72,89	73,08
23	19/05/2021	63,85	63,36	50	24/06/2021	74,99	73,30
24	20/05/2021	63,23	62,05	51	25/06/2021	76,78	74,05
25	21/05/2021	62,72	63,58	52	28/06/2021	74,18	72,91
26	24/05/2021	64,71	66,05	53	29/06/2021	68,98	72,98
27	25/05/2021	68,32	66,07	54	30/06/2021	67,68	73,47

Tabel 4 merupakan nilai prediksi harga minyak pada periode 19 April 2021 sampai dengan 30 Juni 2021. Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai prediksi dengan nilai aktual kecuali pada hari ke-54.

PEMBAHASAN

Return harga minyak mentah pada Gambar 2, berdistribusi normal sehingga data tersebut sesuai dengan asumsi dari model GBM yang dibahas pada penelitian yang dilakukan oleh Lidén (2018). Jadi, GBM dapat diimplementasikan untuk memodelkan pergerakan harga minyak mentah. Berdasarkan nilai MAPE pada Tabel 3, maka dapat dikatakan bahwa prediksi harga minyak mentah pada masa pandemi yang dilakukan menggunakan GBM memiliki tingkat keakuratan yang tinggi, baik menggunakan 50, 100, dan 1000 iterasi. Hal ini sesuai dengan tingkat akurasi peramalan pada Tabel 1. Menurut Bhakti (2022), apabila nilai MAPE yang dihasilkan dari suatu model semakin kecil, maka model tersebut semakin baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa model GBM dapat memprediksi harga penutupan minyak mentah dengan baik.

Hasil perbandingan antara prediksi dan nilai aktual harga minyak mentah pada Gambar 4 (a), menunjukkan bahwa gap yang terjadi pada iterasi 50 cukup besar dibandingkan dengan Gambar 4 (b) dan Gambar 4 (c). Hal ini disebabkan karena nilai MAPE yang diperoleh pada iterasi sebanyak 50 lebih besar dibandingkan kedua iterasi lainnya. Sedangkan Gambar 4 (b) dan Gambar 4 (c) tidak terlalu terdapat perbedaan yang signifikan karena nilai MAPE dari keduanya hampir mendekati.

SIMPULAN

Nilai MAPE yang diperoleh dari hasil prediksi harga minyak mentah dengan melakukan iterasi sebanyak 50, 100, dan 1000, kurang dari 10%. Nilai MAPE terkecil diperoleh pada perhitungan prediksi dengan menggunakan 1000 iterasi, yaitu sebesar 2,133447%. Hal ini menunjukkan bahwa prediksi harga minyak mentah menggunakan GBM memiliki tingkat keakuratan yang tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa model GBM bekerja dengan baik untuk memprediksi harga minyak di masa pandemi Covid-19.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Cenderawasih, yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, W. F., Affianti, I. R., & Putri, E. R. M. (2018). Stock price prediction using geometric Brownian motion. *Journal of Physics: Conference Series*, 974(1), 1-11. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/974/1/012047>
- Arifin, Y. (2016). Pengaruh harga minyak dunia, nilai tukar dan inflasi terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia. *Economics Development Analysis Journal*, 5(4), 474-483. <https://doi.org/10.15294/EDAJ.V5I4.22184>
- Bhakti, H. D. (2022). Prediksi harga saham subsektor farmasi menggunakan geometric brownian motion. *Jurnal Media Informatika*, 6, 395-403. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3415>
- Dewi, P. (2020). Pengaruh inflasi, kurs, dan harga minyak dunia terhadap indeks harga saham gabungan di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Ilmu Manajemen*, 17(1), 10-19. <https://doi.org/10.21831/JIM.V17I1.34772>
- Dmouj, A. (2006). Stock price modelling : Theory and Practice. *Vrije Universiteit Faculty of Sciences Amsterdam*.
- Edriani, T. S., Pasaribu, U. S., Afrianti, Y. S., & Astute, N. N. W. (2021). The geometric brownian motion of indosat telecommunications daily stock price during the covid-19 pandemic in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 2084(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2084/1/012012>
- Fauzannissa, R. A., Yasin, H., & Ispriyanti, D. (2016). Peramalan harga minyak mentah dunia menggunakan metode radial basis function neural network. *Jurnal Gaussian*, 5(1), 193-202. <https://doi.org/10.14710/J.GAUSS.V5I1.11049>
- Febryo, R. V., Abdullah, G., & Yuniarti, R. (2015). Sistem prediksi harga minyak mentah menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan backpropagation. *SNIIA*, 5-8. http://repository.unjani.ac.id/index.php?p=show_detail&id=508
- Fitria, I., Handayati, K. N., & Hasanah, P. (2021). The Application of geometric brownian motion in stock forecasting during the coronavirus outbreak in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1821(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1821/1/012008>
- Lidén, J. (2018). Stock Price Predictions using a Geometric Brownian Motion. *Department of Mathematics Uppsala University*.
- Massey, F. J. (1951). The kolmogorov-smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association*, 46(253), 68-78. <https://doi.org/10.1080/01621459.1951.10500769>

- Maulidya, V., Apriliani, E., & Putri, E. R. M. (2020). Prediksi harga saham menggunakan geometric brownian motion termodifikasi Kalman filter dengan konstrain. *Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 1(1), 6–18. <https://journal.itera.ac.id/index.php/indojam/article/view/307>
- Putri, D. M., & Hasibuan, L. H. (2020). Penerapan gerak brown geometrik pada data saham PT. ANTM. *Mathematics & Applications Journal*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.15548/map.v2i2.2258>
- Rosita, Y. (2021). Prediksi saham menggunakan geometric brownian motion. *PRISMAKOM*, 19(1), 19–24. <https://jurnal.stieyasaanggana.ac.id/index.php/yasaanggana/issue/view/12>
- Ross, S. M. (2014). *Introduction to Probability Models Eleven Edition*. California: Elsevier. <http://elsevier.com/>
- Ruppert, D., & Matteson, D. S. (2015). *Statistics and Data Analysis for Financial Engineering with R example Second Edition*. New York: Springer. <https://doi.org/10.1201/9781315171401-4>
- Suganthi, K., & Jayalalitha, G. (2019). Geometric brownian motion in stock prices. *Journal of Physics: Conference Series*, 1377(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1377/1/012016>
- Trimono, Asih Maruddani, D. I., & Ispriyanti, D. (2017). Pemodelan harga saham dengan geometric brownian motion dan value at risk PT Ciputra Development Tbk. *Jurnal Gaussian*, 6(2), 261–270. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/16955>
- Wilmott, P. (2007). *Introduces Quantitative Finance*. America: Jhon Wiley & Sons.
- Zakia, H. I. (2017). Prediksi harga komoditas minyak mentah menggunakan model geometric brownian motion. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember Fakultas Matematika*. <http://repository.its.ac.id/2053/>