

Peramalan Harga dan Tren Saham Menggunakan Model Arima-Garch dan *Hidden Markov Model*

Dea Melinda Simamora¹, Syahriol Sitorus², Muhammad Romi Syahputra³, Maulida Yanti⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Sarjana Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sumatera Utara, Medan-Indonesia 20155

Email: ¹deamelinda2021@gmail.com, ²syahriol@usu.ac.id

ABSTRAK

Dalam penelitian ini, model ARIMA-GARCH digunakan untuk meramalkan harga saham dan volatilitas, sedangkan *Hidden Markov Model* (HMM) digunakan untuk mendeteksi tren tersembunyi berdasarkan hasil peramalan tersebut. Data yang digunakan adalah data historis harga saham harian PT Bukit Asam Tbk periode Oktober 2022 hingga Oktober 2023. Dari model ARIMA-GARCH diperoleh model terbaik untuk meramalkan harga saham pembukaan dan penutupan PT Bukit Asam Tbk adalah ARIMA(0,1,1)-GARCH(1,0) dan ARIMA(1,1,0)-GARCH(1,0) dengan persamaan $\sigma_t^2 = 5828,978 + 0,306653\varepsilon_{t-1}^2$ dan $\sigma_t^2 = 4916,807 + 0,411916\varepsilon_{t-1}^2$. Hasil peramalan ini akan digunakan untuk mengidentifikasi dan meramalkan tren tersembunyi dalam pergerakan harga saham. Berdasarkan hasil analisis *Hidden Markov Model* (HMM), seluruh *hidden state* menunjukkan kondisi *bearish* yang mengindikasikan bahwa pasar secara keseluruhan berada dalam tren penurunan, meskipun terdapat fluktuasi harian pada harga saham.

Kata Kunci : ARIMA-GARCH, *Hidden Markov Model*, Peramalan, Saham, Tren Pasar.

ABSTRACT

In this study, the ARIMA-GARCH model is used to forecast stock prices and volatility, while the Hidden Markov Model (HMM) is used to detect hidden trends based on the forecasting results. The data used is the historical daily stock price data of PT Bukit Asam Tbk from October 2022 to October 2023. From the ARIMA-GARCH model, the best models for forecasting the opening and closing stock prices of PT Bukit Asam Tbk are ARIMA(0,1,1)-GARCH(1,0) and ARIMA(1,1,0)-GARCH(1,0) with equations $\sigma_t^2 = 5828,978 + 0,306653\varepsilon_{t-1}^2$ and $\sigma_t^2 = 4916,807 + 0,411916\varepsilon_{t-1}^2$. These forecasting results will be used to identify and forecast hidden trends in stock price movements. Based on the results of the Hidden Markov Model (HMM) analysis, all hidden states show bearish conditions indicating that the overall market is in a downward trend, despite daily fluctuations in stock prices.

Keywords: ARIMA-GARCH, Forecasting, *Hidden Markov Model*, Trend Market, Stock Price.

A. Pendahuluan

Peramalan adalah seni dan ilmu memprediksi peristiwa-peristiwa masa depan dengan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa depan menggunakan model matematis (Heizer dan Render, 2001). Saham yang terdaftar dalam indeks saham LQ45 merupakan saham-saham yang memiliki catatan keuangan perusahaan yang baik, pertumbuhan perusahaan yang stabil, tingkat likuiditas tinggi dan nilai kapitalisasi pasar besar (Aziz et al., 2015). PT Bukit Asam Tbk (PTBA) adalah perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan. Berdasarkan data BEI, saham pertambangan mengalami tren naik jika dibandingkan dengan saham perusahaan pada sektor lainnya yang cenderung berfluktuasi dan

menurun.

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) sering diterapkan dalam peramalan karena kemudahan dan tingkat akurasi yang cukup baik dan akurat. Pergerakan harga saham yang cenderung fluktuatif, dimana harga saham dapat naik dan turun dengan cepat sering kali menunjukkan sifat heteroskedastisitas (variansi yang tidak stabil). Salah satu asumsi yang sesuai dengan ARIMA adalah anggapan tentang homoskedastisitas. Oleh karena itu, ARIMA perlu digabungkan dengan model lain yang mampu mengatasi masalah heteroskedastisitas tersebut. Salah satu model yang dapat digunakan dalam mengatasi kondisi heteroskedastisitas ini adalah menggunakan model GARCH (*Generalized Autoregressive*

Conditional Heteroskedasticity). Dalam praktiknya, pergerakan harga saham di pasar modal dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal dan internal. Oleh karena itu, sering terjadi perubahan harga saham yang bergerak naik atau turun dalam rentang waktu tertentu, bahkan dalam periode yang sangat singkat. Perubahan harga ini sering dikaitkan dengan berbagai tren di pasar saham yang dikenal dengan istilah *Bearish tren*, *bullish tren*, dan *sideway tren*. Selanjutnya, *Hidden Markov Model* akan digunakan untuk menganalisis *tren market* yang terjadi sesuai dengan perubahan fluktuasi harga saham berdasarkan pengamatan.

Penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan oleh Faustina (2016) telah membuktikan bahwa model ARIMA-GARCH baik untuk menyelesaikan data time series yang mempunyai sifat volatilitas yang tinggi. Dalam penelitian ini akan dicari bagaimana bentuk model terbaik untuk meramalkan harga saham dengan pendekatan model ARIMA-GARCH serta mengetahui tren saham yang sedang terjadi dengan *Hidden Markov Model*. Kebaharuan dari penelitian ini terletak pada pengembangan lebih lanjut dari penggunaan model ARIMA-GARCH. Tidak hanya berhenti pada peramalan volatilitas dengan ARIMA-GARCH, penelitian ini juga memperkenalkan metode tambahan, yaitu *Hidden Markov Model* (HMM), untuk mendeteksi pola dan tren tersembunyi dalam data.

B. Metode Penelitian

Tahapan dalam melakukan analisis data dengan model ARIMA-GARCH dan *Hidden Markov Model* yaitu :

1. Mengumpulkan berbagai bahan referensi berupa jurnal ataupun buku yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.
2. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diambil dari website Finance yahoo
3. Data yang telah diperoleh, selanjutnya akan diperiksa kestasionerannya terhadap ragam.
4. Melakukan proses *differencing* data, jika data belum stasioner
5. Melakukan identifikasi dan estimasi model ARIMA
6. Mengidentifikasi ada tidaknya heteroskedestisitas pada residual model ARIMA
7. Melakukan estimasi model ARCH/GARCH

8. Evaluasi model ARIMA-GARCH terbaik berdasarkan nilai AIC dan BIC terkecil
9. Melakukan prediksi harga saham dengan menggunakan model terbaik
10. Mencari matriks peluang transisi menggunakan hasil prediksi harga saham
11. Menentukan elemen-elemen *Hidden Markov Model*
12. Menganalisis elemen-elemen *Hidden Markov Model* yang telah didapat yaitu menghitung peluang observasi dengan menggunakan Algoritma *Forward* dan menentukan barisan keadaan paling optimal dengan menggunakan Algoritma *Viterbi*.

C. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data historis harga saham harian PT Bukit Asam Tbk (PTBA), yaitu 5 hari setiap minggunya yang diperoleh dari *website* <https://finance.yahoo.com/> dengan periode Oktober 2022 sampai Oktober 2023.

Uji Stasioneritas Data

Untuk menghasilkan data yang tidak stasioner menjadi stasioner, perlu dilakukan uji stasioneritas data dengan menerapkan uji akar unit dengan tipe *Augmented Dickey-Fuller* (ADF)

Tabel 1 Uji Stasioneritas data (*first difference*) harga *open price*

	t-Statistic	Prob
<i>Augmented Dickey-Fuller test statistic</i>	-13,82853	0,0000
5% level	-2,872413	

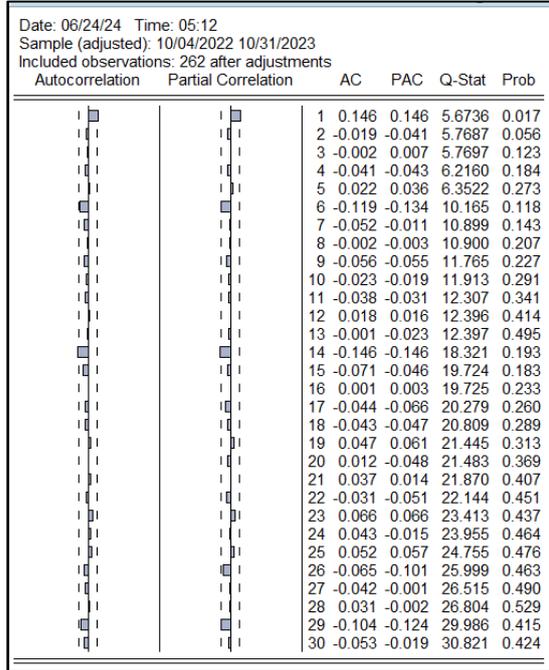
Tabel 2 Uji Stasioneritas data (*first difference*) harga *close price*

	t-Statistic	Prob
<i>Augmented Dickey-Fuller test statistic</i>	-12,70802	0,0000
5% level	-2,872413	

Berdasarkan uji akar unit tingkat *first difference* untuk harga pembukaan saham, terlihat bahwa $|ADF\ test\ statistic| > |nilai\ kritis|$ yaitu $|-13,82853| > |-2,872413|$, begitu juga untuk harga penutupan saham dimana terlihat bahwa $|ADF\ test\ statistic| > |nilai\ kritis|$ yaitu $|-12,70802| > |-2,872413|$, dimana nilai uji statistik lebih besar dari nilai kritis atau nilai probabilitasnya lebih kecil dari nilai α yaitu $0,0000 < 0,05$ sehingga tolak H_0 yaitu data sudah stasioner.

Identifikasi Model ARIMA

Akan diidentifikasi model ARIMA yang cocok untuk data dengan mengamati plot ACF dan PACF pada korelogram.



Gambar 1 Uji Correlogram pada first difference open price

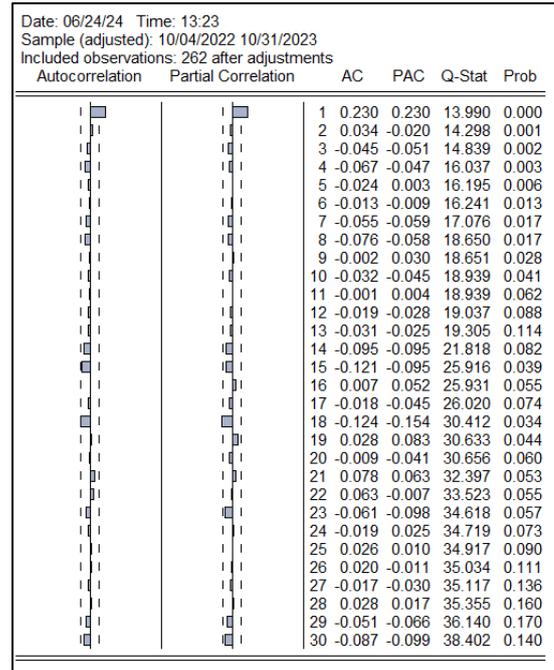
Pengamatan terhadap pola ACF dan PACF (Gambar 1) menunjukkan bahwa terdapat dua lag yang memotong garis interval yaitu lag ke 1 dan 6. Maka model ARIMA sementara yang mungkin dapat ditetapkan yaitu :

Tabel 3 Estimasi parameter ARIMA open price

Model	ARIMA			
	1,1,0	0,0,1	1,1,1	6,1,0
α_1	0,1475 (0,000)	-	-0,5374 (0,0005)	-0,1186 (0,0001)
β_1	-	0,1578 (0,000)	0,6731 (0,0000)	-
AIC	11,929	11,927	11,933	11,937
BIC	11,970	11,968	11,987	11,977
Rank	2	1	7	5

Tabel 3 (Lanjutan)

Model	ARIMA			
	0,1,6	6,1,6	1,1,6	6,1,1
α_1	-	-0,6941 (0,028)	0,1479 (0,000)	-0,1200 (0,0001)
β_1	-0,1183 (0,0001)	0,6052 (0,066)	-0,1187 (0,0001)	0,1599 (0,0000)
AIC	11,937	11,943	11,922	11,920
BIC	11,978	11,998	11,977	11,975
Rank	6	8	3	4



Gambar 2 Uji Correlogram pada first difference close price

Pengamatan terhadap pola ACF dan PACF (Gambar 2) menunjukkan bahwa terdapat satu lag yang memotong garis interval yaitu lag ke 1. Maka model ARIMA sementara yang mungkin dapat ditetapkan yaitu :

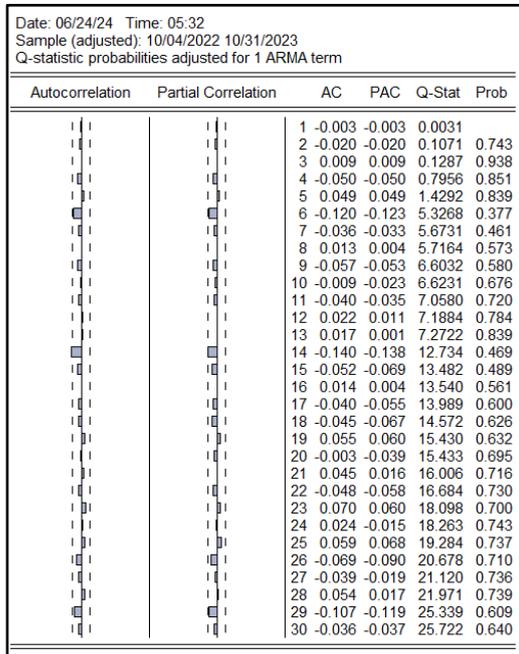
Tabel 4 estimasi parameter ARIMA close price

Model	ARIMA		
	1,1,0	0,1,1	1,1,1
α_1	0,2310 (0,000)	-	0,1738 (0,473)
β_1	-	0,2229 (0,000)	0,0605 (0,8093)
AIC	11,726	11,728	11,733
BIC	11,767	11,769	11,788
Rank	1	2	α_1 dan β_1 tidak signifikan

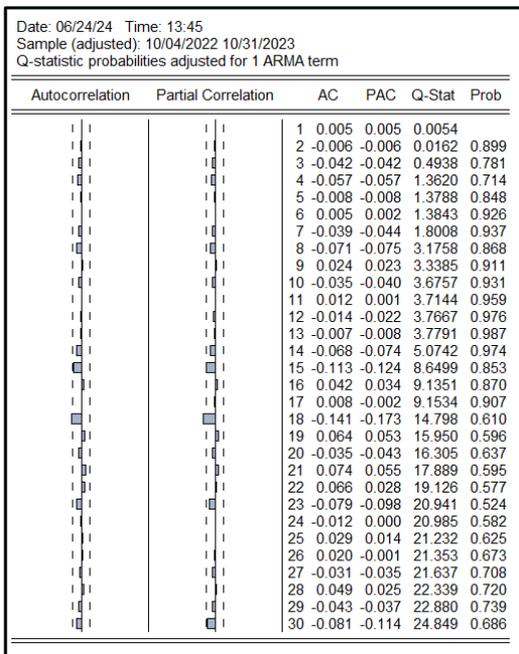
Berdasarkan hasil estimasi parameter pada Tabel 3 dan 4 , terdapat model yang tidak layak masuk kedalam model ARIMA karena terdapat parameter yang nilai probabilitasnya lebih besar dari nilai $\alpha = 5\%$ atau dapat dikatakan model tidak signifikan. Sehingga diperoleh model yang signifikan dan memiliki nilai AIC dan BIC terkecil untuk harga saham pembukaan dan penutupan saham PTBA berturut-turut adalah ARIMA(0,1,1) dan ARIMA (1,1,0).

Uji Autokorelasi Sisaan

Berikut adalah korelogram sisaan ARIMA(0,1,1) dan ARIMA(1,1,0) untuk harga pembukaan dan penutupan saham



Gambar 3 Korelogram sisaan ARIMA (0,1,1) open price



Gambar 4 Korelogram sisaan ARIMA (1,1,0) close price

Gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa nilai probabilitas setiap lag pada model ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (1,1,0) lebih besar dari nilai $\alpha = 5\%$. Sehingga H_0 ditolak dan dapat

disimpulkan bahwa pada model tidak terdapat autokorelasi sisaan atau sisaan bersifat saling bebas. Oleh karena itu, model ARIMA yang terpilih sudah merupakan model terbaik.

Uji Normalitas Sisaan

Tabel 5 Uji normalitas open price

Model	p-value
ARIMA (0,1,1)	0,0000

Tabel 6 Uji normalitas close price

Model	p-value
ARIMA (1,1,0)	0,0000

Pada Tabel 5 dan 6 terlihat bahwa nilai probabilitasnya *Jarque Bera* adalah 0.00000 dimana lebih kecil dari $\alpha = 5\%$, oleh karena itu H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa uji asumsi kenormalan tidak terpenuhi atau dengan kata lain sisaan tidak menyebar normal

Uji Heteroskedastisitas

Tabel 7 Uji efek GARCH open price

Model	p-value
ARIMA (0,1,1)	0,0023

Tabel 8 Uji efek GARCH close price

Model	p-value
ARIMA (1,1,0)	0,0000

Pada Tabel 7 dan 8 terlihat bahwa nilai probabilitas *Chi-square* adalah 0.0000. Maka berdasarkan uji Lagrange Multiplier, H_0 diterima karena $p\ value < 0.05$. Maka dapat ditetapkan bahwa model mengandung unsur ARCH atau bersifat heteroskedastisitas sehingga peramalan dapat dilanjutkan dengan pemodelan ARCH/GARCH

Identifikasi model ARCH/GARCH

Tabel 9 Estimasi model ARCH/GARCH open price

Model	GARCH		
	1,0	0,1	1,1
C	5828,97 (0,0000)	5322,254 (0,8923)	5765,486 (0,0397)
α_1	0,30665 (0,0000)	-	0,15000 (0,1193)
β_1	-	0,43827 (0,9159)	0,20330 (0,5683)
AIC	11,898	11,938	11,903
BIC	11,953	11,992	11,971
Rank	1	α_1 dan β_1 tidak signifikan	α_1 dan β_1 tidak signifikan

Tabel 10 Estimasi model ARCH/GARCH *close price*

Model	GARCH		
	1,0	0,1	1,1
C	4916,97 (0,0000)	4489,24 (0,9159)	4836,12 (0,0097)
α_1	0,4119 (0,0000)	-	0,15000 (0,0167)
β_1	-	0,3767 (0,9689)	0,0934 (0,7718)
AIC	11,605	11,733	11,647
BIC	11,660	11,788	11,715
Rank	1	α_1 dan β_1 tidak signifikan	α_1 dan β_1 tidak signifikan

Pada Tabel 9 dan 10 dapat dilihat bahwa hanya model GARCH (1,0) yang probabilitas lebih kecil dari $\alpha = 5\%$ dan memiliki nilai AIC dan BIC terkecil dari semua model.

Pemodelan ARCH/GARCH

Model terbaik untuk harga pembukaan saham yaitu ARIMA (0,1,1)-GARCH(1,0) yaitu

$$\sigma_t^2 = 5828,978 + 0,306653\varepsilon_{t-1}^2$$

Bentuk *mean equation* untuk menghasilkan nilai peramalan:

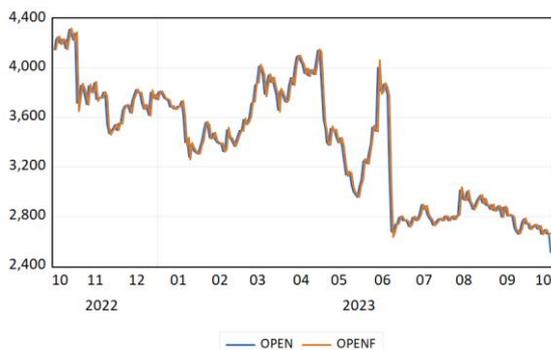
$$Y_t = 0,538447 + 0,120035e_{t-1}$$

Model terbaik untuk harga penutupan saham yaitu ARIMA (1,1,0)-GARCH(1,0) yaitu

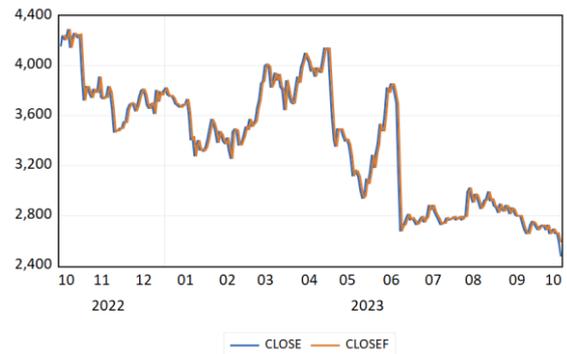
$$\sigma_t^2 = 4916,807 + 0,411916\varepsilon_{t-1}^2$$

Bentuk *mean equation* untuk menghasilkan nilai peramalan:

$$X_t = 0,907422 + 0,005451X_{t-1}$$



Gambar 5. Grafik perbandingan data asli dan hasil peramalan *open price* periode Oktober 2022 sampai Oktober 2023



Gambar 6. Grafik perbandingan data asli dan hasil peramalan *close price* periode Oktober 2022 sampai Oktober 2023

Klasifikasi Data Harga Saham

Perubahan harga saham ada lima macam, yaitu naik, naik signifikan, stabil, turun dan turun signifikan. Berikut adalah interval poin klasifikasi data harga saham:

$$\begin{cases} 11 \leq X_t - X_{t-1} \leq 77, & \text{naik} \\ 78 \leq X_t - X_{t-1} \leq 230, & \text{naik signifikan} \\ -10 \leq X_t - X_{t-1} \leq 10, & \text{stabil} \\ -183 \leq X_t - X_{t-1} \leq -11, & \text{turun} \\ -551 \leq X_t - X_{t-1} \leq -184, & \text{turun signifikan} \end{cases}$$

Tabel 11 Barisan *observed state*

Tanggal	X_t	$X_t - X_{t-1}$	O
03 Okt 2022	4160	-	-
04 Okt 2022	4240	80	Naik sig
05 Okt 2022	4210	-30	turun
⋮	⋮	⋮	⋮
27 Okt 2023	2660	0	Stabil
30 Okt 2023	2590	-70	Turun
31 Okt 2023	2480	-110	turun
⋮	⋮	⋮	⋮
10 Nov 2023	2350	20	Naik
13 Nov 2023	2340	-10	Stabil
14 Nov 2023	2362	20	Naik

Maka didapatkan barisan *observed state* sebagai berikut :

$$O = \begin{cases} \text{stabil, turun, naik, stabil, stabil,} \\ \text{turun, turun, naik, stabil, naik} \end{cases}$$

Pergerakan Tren Saham

Untuk menganalisis pergerakan tren saham, langkah pertama adalah menghitung nilai pivot point. Pergerakan tren saham dikatakan *Close > Pivot*, *bearish* ketika *Close < Pivot*, dan *sideway* ketika *Close = Pivot*.

Tabel 12 Pergerakan harga saham PTBA

X_t	O	H	L	C	P	R	S	Tren
X_1	4150	4170	4130	4160	4152,5	4175	4135	<i>Bullish</i>
X_2	4230	4240	4200	4240	4227,5	4225	4215	<i>Bullish</i>
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
X_{262}	2660	2680	2590	2590	2630	2670	2580	<i>Bearish</i>
X_{263}	2510	2540	2450	2480	2495	2540	2450	<i>Bearish</i>
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
X_{263+8}	2345	2368	2338	2350	2350	2363	2332	<i>Bullish</i>
X_{263+9}	2350	2367	2344	2340	2350	2357	2334	<i>Bearish</i>
X_{263+10}	2339	2368	2343	2360	2352	2362	2337	<i>Bullish</i>

Penentuan Hidden State dan Observed State

Hidden state meliputi tren market *bullish*, *bearish*, dan *sideway*. Sementara *observed state* mencakup perubahan harga yaitu naik, naik signifikan, stabil, turun, dan turun signifikan. Oleh karena itu, $N = 3$ dan $M = 5$.

Matriks Peluang Transisi

Peluang transisi yaitu $A = [a_{ij}]$, $a_{ij} = P(X_{t+1} = q_j | X_t = q_i)$. A diperoleh dengan melihat perpindahan *hidden state* pada data harga saham selama periode Oktober 2022 sampai dengan Oktober 2023.

Tabel 13 Perpindahan *hidden state* pada tren pasar saham

q_i	q_j			Total
	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>	<i>sideway</i>	
<i>bullish</i>	41	56	3	100
<i>bearish</i>	55	94	9	158
<i>sideway</i>	4	8	2	14

Matriks Peluang Observasi

Peluang observasi (matriks emisi) yaitu $B = [b_i(k)]$, $b_i(k) = P(O_t = V_k | X_t = q_k)$. B diperoleh dengan memperhatikan perubahan harga yang terjadi (*observed state*)

Tabel 14 Perpindahan *observed state*

q_i	v_k					Total
	Naik	Naik Sig	Stabil	Turun	Turun Sig	
<i>bull</i>	52	32	11	5	0	100
<i>bear</i>	11	1	50	92	4	158
<i>side</i>	3	0	5	2	4	14
Total	66	33	66	99	8	272

Matriks Distribusi Awal

Berdasarkan data yang dikumpulkan sebanyak 273, matriks distribusi awal dapat disusun sebagai berikut :

Tabel 15 Jumlah keadaan (*state*) selama pengamatan

Keadaan (<i>state</i>)	Jumlah
<i>Bullish</i>	100
<i>Bearish</i>	158
<i>Sideway</i>	14
Total	272

Perhitungan Nilai $P(O|\lambda)$

Dalam menghitung nilai $P(O|\lambda)$, data yang digunakan untuk T pengamatan adalah data peramalan selama 10 hari sesuai dengan barisan observasi. Model $\lambda = (A, B, \pi)$ yang telah dikerjakan sebelumnya akan digunakan untuk menghitung nilai probabilitas barisan observasi. Algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan masalah ini adalah algoritma maju (*forward*).

Tabel 16 Hasil perhitungan nilai probabilitas barisan observasi dengan algoritma *forward*

Waktu (t)	$\alpha_t(1)$	$\alpha_t(2)$	$\alpha_t(3)$
$t = 1$	0,040441	0,183824	0,018382
$t = 2$	0,004291	0,082983	0,002044
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
$t = 9$	1,13E-06	4,71E-06	3,82E-07
$t = 10$	1,15E-06	2,53E-07	7,65E-08
Nilai $P(O \lambda)$	1,48E-06		

Penentuan Barisan *Hidden State* dengan Algoritma Viterbi

Untuk menentukan urutan keadaan yang paling optimal berdasarkan rangkaian

observasi yang diberikan dan model parameter yang ada, maka dapat digunakan algoritma Viterbi

Tabel 17 Penentuan barisan *hidden state* dengan algoritma viterbi

T	$\delta_h(i)$	$\psi_h(i)$	$\max(\delta_h(i))$	$\max \psi_h(i)$	state
t = 1	0,040441	0,000000			
	0,18382	0,000000	0,18382	0,000000	Bearish
	0,018382	0,000000			
t = 2	0,003199	0,063989			
	0,06368	0,10936	0,06368	0,10936	Bearish
	0,001496	0,010471			
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
t = 9	7,27E-08	3,43E-06			
	3,6E-07	4,86E-06	3,6E-07	4,886E-06	Bearish
	3,86E-08	3,22E-07			
t = 10	6,47E-08	1,245E-07			
	1,5E-08	2,13E-07	6,47E-08	2,13E-07	Bearish
	4,37E-09	2,037E-08			

Tabel 17 menunjukkan bahwa *hidden state* optimal diperoleh dengan menggunakan algoritma Viterbi adalah :

$$X = \left\{ \begin{matrix} bearish, bearish, bearish, bearish, \\ bearish, bearish, bearish, bearis \\ bearish, bearish \end{matrix} \right\}$$

Hubungan barisan *observed state* yang diberikan dengan barisan *hidden state* yang terbentuk artinya saat diprediksi perubahan harga saham memiliki pola stabil, turun, naik, stabil, stabil, turun, turun, naik, stabil, dan naik. Maka pergerakan tren pasar saham yang optimal memiliki pola *bearish, bearish, bearish, bearish, bearish, bearish, bearish, bearish, bearish*. Barisan *Hidden State* yang telah terbentuk sebelumnya akan dimanfaatkan untuk memprediksi keputusan investasi, baik untuk membeli maupun menjual saham.

D. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Dari model ARIMA-GARCH diperoleh model terbaik untuk meramalkan pembukaan dan penutupan harga saham PTBA berturut-turut yaitu ARIMA(0,1,1)-GARCH(1,0) dan ARIMA(1,1,0)-GARCH(1,0) dengan persamaan

$\sigma_t^2 = 5828,978 + 0,306653\varepsilon_{t-1}^2$ dan $\sigma_t^2 = 4916,807 + 0,411916\varepsilon_{t-1}^2$ dengan *mean equation* untuk menghasilkan nilai peramalan berturut-turut adalah $X_t = 0,538447 + 0,120035e_{t-1}$ dan $X_t = 0,907422 + 0,005451X_{t-1}$. Berdasarkan hasil dari perhitungan Algoritma Viterbi, dapat dilihat bahwa *hidden state* seluruhnya menunjukkan kondisi *bearish*. Hal ini mengindikasikan bahwa pasar secara keseluruhan berada dalam tren penurunan, meskipun terdapat fluktuasi harian pada harga saham.

2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan untuk menerapkan beberapa metode yang lain guna melakukan perbandingan antara satu metode dengan metode lainnya. Dengan demikian, metode yang paling efektif dapat dipilih untuk diterapkan pada objek penelitian. Selain itu, peneliti juga dapat mempertimbangkan faktor-faktor tambahan yang dapat mempengaruhi

fluktuasi harga saham, baik kenaikan maupun penurunan.

E. Daftar Pustaka

- Efendy, N., & Setiawan, M. (2014). *Ekonometrika: Pendekatan Teori dan Terapan*. Jakarta: Salmeha Empat
- Engle, R. (1982). *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of Variance of UK Inflation*. *Econometrica*
- Faustina, R. S. (2016). Model Hybrid ARIMA-GARCH untuk Estimasi Volatilitas Harga Emas Menggunakan Software R. *Universitas Negeri Semarang*.
- Heizer, J., & Barry, R. (2001). *Operations Management*. New Jersey: Prentice-Hall Internasional.
- Makridakis, Wheelwright, & McGee. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Binarupa Aksara
- Purnama, E. H. (2023). Aplikasi Algoritma Viterbi dalam *Hidden Markov Model* untuk Menganalisis Trend Pasar Saham di Bursa Efek (Studi Kasus di PT. Bank Central Asia, Tbk.). *Jurnal EureMatika*, 99-110
- Setyawan, I.R., & Syaftina, R. (2013). Penilaian Kinerja Keuangan pada Emiten LQ-45 Periode 2007-2011 di Bursa Efek Indonesia. *Universitas Tarumanagara Journal of Accounting*, Vol. 17, No. 01, hal. 84-100
- Rabiner, L. R., & Juang, B. H. (1986). *An Introduction to HMM*. New Jersey : IEEE ASSP Magazine.
- Rabiner, L. R., Wilpon, J. G., & Soong, F. K. (New Jersey). *High Performance Connected Digit Recognition Using Hidden Markov Models*. 1989 : IEEE ASSP Magazine