

Prediksi Harga Saham Menggunakan Model Mixture Autoregressive (MAR) (Studi Kasus : Saham Perusahaan Rokok)

Sintiya Ristiyani¹, Mohammad Idhom², Dwi Arman Prasetya³

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

sintiyaristiyani25@gmail.com

Abstrak: Memprediksi harga saham merupakan tantangan besar dalam dunia penelitian karena tingginya risiko yang terlibat, meskipun potensi keuntungannya juga sangat besar. Hal ini mencerminkan bahwa pergerakan saham sangat dipengaruhi oleh perubahan faktor eksternal maupun internal. Oleh karena itu, memperoleh prediksi harga saham yang tepat menjadi sangat krusial guna meminimalkan kemungkinan kerugian bagi para investor. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memprediksi harga saham dari tiga perusahaan rokok besar di Indonesia, yaitu PT. Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk (HMSP), PT. Gudang Garam Tbk (GGRM), dan PT Wismilak Inti Makmur Tbk (WIIM). Penelitian ini menggunakan suatu model statistika bernama *Mixture Autoregressive (MAR)*, dipilih karena kemampuannya dalam menangkap pola tidak linier serta perubahan kondisi yang sering muncul pada pergerakan harga saham. Menggunakan model MAR diperoleh model MAR dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* untuk masing-masing perusahaan yaitu Gudang Garam (3.61%), Sampoerna (3.79%), dan Wismilak (4.94%).

Kata Kunci : Prediksi, Model *Mixture Autoregressive*, Saham

Abstract: *Predicting stock prices is a major challenge in the world of research due to the high risks involved, although the potential gains are also enormous. This reflects that stock movements are highly influenced by changes in external and internal factors. Therefore, obtaining the right stock price prediction is crucial to minimize possible losses for investors. This study was conducted with the aim of predicting the stock prices of three major cigarette companies in Indonesia, namely PT Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk (HMSP), PT Gudang Garam Tbk (GGRM), and PT Wismilak Inti Makmur Tbk (WIIM). This study uses a statistical model called Mixture Autoregressive (MAR), chosen because of its ability to capture non-linear patterns and changes in conditions that often appear in stock price movements. Using the MAR model, we obtained a MAR model with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value for each company, namely Gudang Garam (3.61%), Sampoerna (3.79%), and Wismilak (4.94%).*

Keyword: Forecasting, Mixture Autoregressive Models, Stock

1. Pendahuluan

Investasi di pasar modal merupakan salah satu pilihan yang banyak diminati oleh investor, dengan saham sebagai salah satu instrumen yang paling banyak diperdagangkan(Trimono Trimono, Asih Maruddani & Ispriyanti, 2017). Saham tidak hanya merepresentasikan kepemilikan terhadap suatu perusahaan, tetapi juga menjadi indikator kesehatan perusahaan yang tercermin dalam bentuk surat berharga(Jannah, 2024). Meskipun menawarkan potensi keuntungan yang tinggi, investasi saham juga memiliki tingkat risiko yang signifikan. Hal ini menjadikan prediksi harga saham sebagai aspek krusial dalam pengambilan keputusan investasi yang cerdas dan strategis. Salah satu tantangan utama dalam investasi saham adalah volatilitas, yaitu fluktuasi nilai return saham yang mencerminkan ketidakpastian pasar(Trimono, 2021). Industri produksi rokok menjadi salah satu sektor yang sangat terdampak oleh

dinamika ini, mengingat pergerakan harga sahamnya yang tidak stabil. Penawaran berlebih dapat menyebabkan penurunan harga, sementara permintaan yang tinggi akan mendorong kenaikan harga(Jayanti et al., 2023). Sensitivitas saham terhadap perubahan kondisi eksternal maupun internal menjadikan prediksi yang akurat sangat penting dalam mengurangi risiko kerugian.

Prediksi harga saham masih menjadi tantangan besar dalam dunia penelitian karena sifatnya yang kompleks, nonlinier, dan sering kali mengalami perubahan pola secara tiba-tiba (*regime switching*). Model konvensional seperti ARIMA dan GARCH memiliki keterbatasan dalam menangkap karakteristik dinamis dan volatilitas tinggi pada data keuangan, terutama untuk saham di industri yang sangat fluktuatif seperti industri rokok.

Sebagai contoh, penelitian sebelumnya oleh Rartri dkk(Wulandari et al., 2022). menggunakan pendekatan ARIMA yang dikombinasikan dengan ARCH, namun masih menunjukkan kelemahan dalam asumsi normalitas residual. Dan Penelitian Jiang dan Zhuang(Jiang & Zhuang, 2023) mengembangkan model *Mixture Autoregressive (MAR)* berbasis distribusi *Asymmetric Exponential Power (AEP)* yang mampu menangani data deret waktu dengan karakteristik error kompleks seperti *heavy-tailed*, asimetri, dan multimodalitas. Melalui simulasi dan analisis data *log-return* Indeks Hang Seng, model AEP-MAR menunjukkan performa terbaik dibandingkan model MAR lainnya (GMAR, TMAR, LMAR) berdasarkan metrik MSE, AIC, dan BIC, sehingga terbukti efektif untuk data keuangan yang tidak mengikuti distribusi normal. Sementara itu, model *Student's t Mixture Autoregressive (StMAR)* yang dieksplorasi oleh Wong(Wong, 2011) dan Dwilaksana(Rasyid, 2018) menunjukkan hasil yang lebih baik karena mampu menangani distribusi data keuangan yang berat di ekor (*heavy-tailed*) dan fluktuatif. Meskipun StMAR menunjukkan peningkatan dalam menangani data *heavy-tailed*, adaptasi terhadap perubahan data dinamis dan optimalisasi parameter masih perlu ditingkatkan. Penelitian ini bertujuan mengatasi keterbatasan tersebut dengan menerapkan model Mixture Autoregressive (MAR) yang lebih robust dan adaptif, serta mengotomatiskan pemilihan parameter. Model ini sangat cocok diterapkan pada sektor industri rokok yang dikenal dengan fluktuasi non-linier dan karakteristik *regime switching*. Penelitian ini akan menerapkan MAR, untuk memprediksi harga saham berdasarkan data harga penutupan dari tiga perusahaan rokok terbesar di Indonesia yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI): PT Gudang Garam Tbk, PT Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk, dan PT Wismilak Inti Makmur Tbk.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan dan mengevaluasi model Mixture Autoregressive (MAR) dalam memprediksi harga saham perusahaan-perusahaan yang bergerak di sektor industri rokok di Indonesia. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat diketahui tingkat akurasi model MAR dalam menangkap karakteristik volatilitas dan dinamika pergerakan harga saham secara lebih realistik dibandingkan dengan model konvensional. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan kontribusi bagi para pemangku kepentingan, khususnya investor, dalam mengambil keputusan investasi yang lebih tepat dan berbasis data yang akurat, sehingga potensi kerugian dapat diminimalkan dan peluang keuntungan dapat dimaksimalkan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan model *Mixture Autoregressive (MAR)*. Dalam penelitian kuantitatif, metodologi perlu menjabarkan proses pengumpulan data dalam bentuk angka, serta menjelaskan metode matematika dan statistik yang diterapkan untuk mengidentifikasi pola, dan menganalisis

tren(Idhom et al., n.d.). Model MAR digunakan dengan menambahkan pengoptimalan model dengan menggunakan asumsi bahwa residualnya berdistribusi *Generalized Error Distribution (GED)*.

Proses penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data dan pemrosesan, termasuk pembersihan, normalisasi, dan pengkodean (*coding*)(Kuswardana et al., 2020). Data yang digunakan merupakan data harga penutupan (*close*) dari 3 perusahaan produksi rokok di Indonesia yaitu PT. Gudang Garam Tbk, PT. Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk, dan PT. Wismillak Inti Makmur. Data tersebut diperoleh dari website yahoofinance.com. Proses penelitian dimulai dengan pengumpulan dan pemrosesan data, termasuk pembersihan, normalisasi, dan pengkodean. Selanjutnya, dilakukan preprocessing dan Exploratory Data Analysis (EDA) untuk mempersiapkan data, termasuk identifikasi. Langkah pertama dalam tahapan pre-processing data adalah mengetahui apakah terjadi missing value pada dataset (Damaliana & Prasetya, 2022). Tahap berikutnya adalah uji stasioneritas menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) untuk memastikan data stasioner, yang jika belum terpenuhi akan dilakukan *differencing*. Selanjutnya tahap *modelling*, pada tahap ini yang dilakukan yaitu menetapkan model, menentukan parameter, uji residual, dan evaluasi model.

1. Mixture Autoregressive (MAR)

Model MAR secara umum didefinisikan dengan persamaan(Lernen & Dissertation, 2013)

$$F_{t|t-1}(x) \equiv \Pr(y(t) \leq x | \mathcal{F}_{t-1}) \\ = \sum_{k=1}^g \pi_k F_k \left(\frac{x - \phi_{k,0}y(t-i)}{\sigma_k} \right)$$

Model MAR yang digunakan untuk prediksi didefinisikan dengan persamaan

$$\varphi_{t+h|t}(s) = \sum_{k_1, \dots, k_h=1}^g (\pi_{k_1} \dots \pi_{k_h}) e^{is\mu_{k_1, \dots, k_h}} \prod_{i=0}^{h-1} \varphi_{k_{h-i}}(\theta_{h-i-1}^{(k_1, \dots, k_{h-i-1})} s)$$

2. Estimasi Parameter

Metode yang digunakan pada tahap estimasi parameter ini adalah Maximum Likelihood Estimation yang didefinisikan dengan persamaan(Richards, 1961)

$$L(\theta) = P(X = x_1, X = x_2, \dots, X = x_n | \theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i | \theta)$$

Untuk mempermudah perhitungan menggunakan *log-likelihood* yang didefinisikan sebagai berikut

$$l(\theta) = \log L(\theta) = \sum_{i=1}^n \log f(x_i | \theta)$$

Untuk menemukan estimasi parameter Θ yang memaksimalkan likelihood, dengan persamaan berikut:

$$\frac{\partial l(\theta)}{\partial \theta} = 0$$

Algoritma EM menggeneralisasi MLE untuk kasus-kasus dengan data yang tidak lengkap. Algoritma ini bekerja secara iteratif untuk mengoptimalkan estimasi parameter(Prasetya et al., 2025). Ini adalah teknik estimasi untuk menemukan parameter model θ yang memaksimalkan probabilitas logaritmik logP (X; θ) untuk mendapatkan

data yang sebenarnya diamati. Berikut adalah langkah-langkah EM algorithm(Sreevalsan-Nair, 2020):

1. *E-step (Expectation Step)*

Menghitung nilai ekspektasi distribusi bersyarat

$$Q(t|t^{(i)}) = t^{(i)} = E(t(x)|\phi^{(i)})$$

2. *M-step (Maximization Step)*

Menentukan nilai dari :

$$E(t(x)|\phi) = t^{(i)}$$

3. *Generalized Error Distribution (GED)*

Distribusi residual yang tidak memenuhi asumsi distribusi normal, pada penelitian ini akan diasumsikan berdistribusi *Generalized Error Distribution (GED)* yang didefinisikan dengan persamaan(Rafal, n.d.)

$$f(x) = \frac{\lambda \cdot s}{2 \cdot \Gamma(\frac{1}{s})} \cdot \exp(-\lambda^s \cdot |x - \mu|^s)$$

4. Evaluasi Model

Evaluasi model dapat dilakukan dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*(Idhom et al., 2023)). MAPE dapat dihitung dengan persamaan berikut(Rizki et al., 2021)

$$MAPE = \left(\frac{100\%}{n} \right) \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Hasil penelitian ini adalah angka prediksi dari harga saham dari tiga perusahaan yaitu PT. Gudang Garam Tbk, PT. Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk, dan PT. Wismillak Inti Makmur. Hasil tersebut ditampilkan pada tabel 2 yang menampilkan prediksi harga saham selama 7 hari kedepan dari tiga perusahaan tersebut.

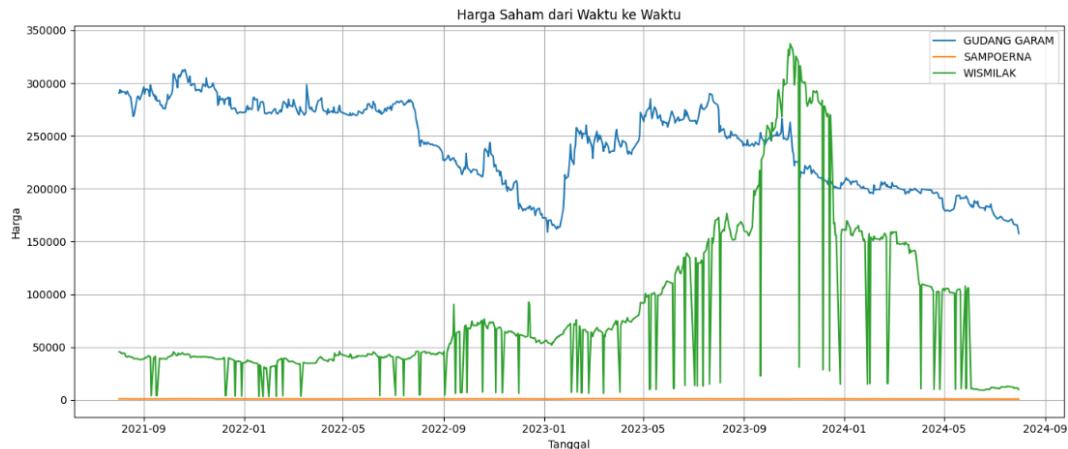
A. Dataset

Data yang diunakan adalah data harga *close* (penutupan) yang diambil dari tanggal 01 Agustus 2021 hingga 01 Agustus 2024 yang berjumlah 725 data dari masing-masing Perusahaan. Tabel 1 di bawah menampilkan 5 baris teratas dari dataset yang memiliki 4 kolom yaitu date, Gudang garam, sampoerna, dan wismilak.

Tabel 1.Dataset

Date	Gudang Garam (GGRM)	Sampoerna (HMSP)	Wismilak (WIIM)
30/07/2021	29.153,00	851	441,99
02/08/2021	29.064,00	855	453,82
03/08/2021	29.375,00	868	453,82
04/08/2021	29.086,00	859	445,93
05/08/2021	29.264,00	863	438,15

B. Plot harga saham



Gambar 1. plot harga saham

Pada gambar 1 menampilkan plot pergerakan harga saham 3 perusahaan selama 3 tahun, dimulai dari tanggal 01 Agustus 2021 hingga 01 Agustus 2024. Grafik warna biru menggambarkan nilai saham Gudang Garam, grafik warna hijau menggambarkan nilai saham Wismilak, dan graik warna oranye menampilkan nilai saham Sampoerna.

C. Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas dilakukan untuk menentukan apakah suatu data memiliki sifat stasioner atau tidak. Uji yang digunakan untuk uji stasioneritas adalah *Augmented Dickey-Fuller (ADF) test*.

Gambar 2 menampilkan ketiga saham (GUDANG GARAM, SAMPOERNA, dan WISMILAK) menunjukkan bahwa data sebelumnya belum stasioner, sehingga dilakukan differencing. Setelah dilakukan differencing data menjadi stasioner karena nilai ADF lebih kecil dari critical value di semua tingkat signifikansi, dan nilai p-value yang sangat kecil yaitu kecil dari 0.05. artinya data sudah siap digunakan untuk analisis statistik lanjutan.

ADF Test for GUDANG GARAM
ADF Statistic : -1.1222501971337961
p-value : 0.7061177190501986
Critical Value (1%) : -3.439490435810785
Critical Value (5%) : -2.8655738086413374
Critical Value (10%) : -2.568918067209286
=> Data tidak stasioner (gagal tolak H0) -> melakukan differencing

ADF Test setelah differencing untuk GUDANG GARAM
ADF Statistic : -11.390517358503088
p-value : 8.089546684546148e-21
Critical Value (1%) : -3.439490435810785
Critical Value (5%) : -2.8655738086413374
Critical Value (10%) : -2.568918067209286
=> Data stasioner setelah differencing

ADF Test for SAMPOERNA
ADF Statistic : -2.6109581080322792
p-value : 0.09075353352592541
Critical Value (1%) : -3.4394269973845657
Critical Value (5%) : -2.8655458544300387
Critical Value (10%) : -2.568903174551249
=> Data tidak stasioner (gagal tolak H0) -> melakukan differencing

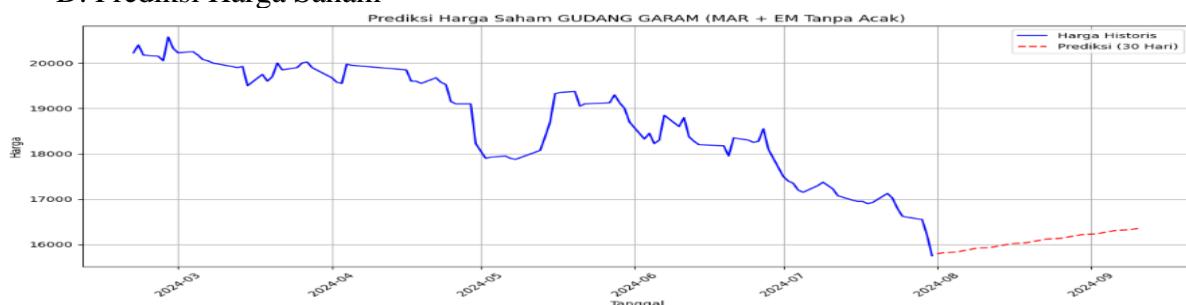
ADF Test setelah differencing untuk SAMPOERNA
ADF Statistic : -26.483090140285157
p-value : 0.0
Critical Value (1%) : -3.439439614524914
Critical Value (5%) : -2.865551414233055
Critical Value (10%) : -2.5689061365397747
=> Data stasioner setelah differencing

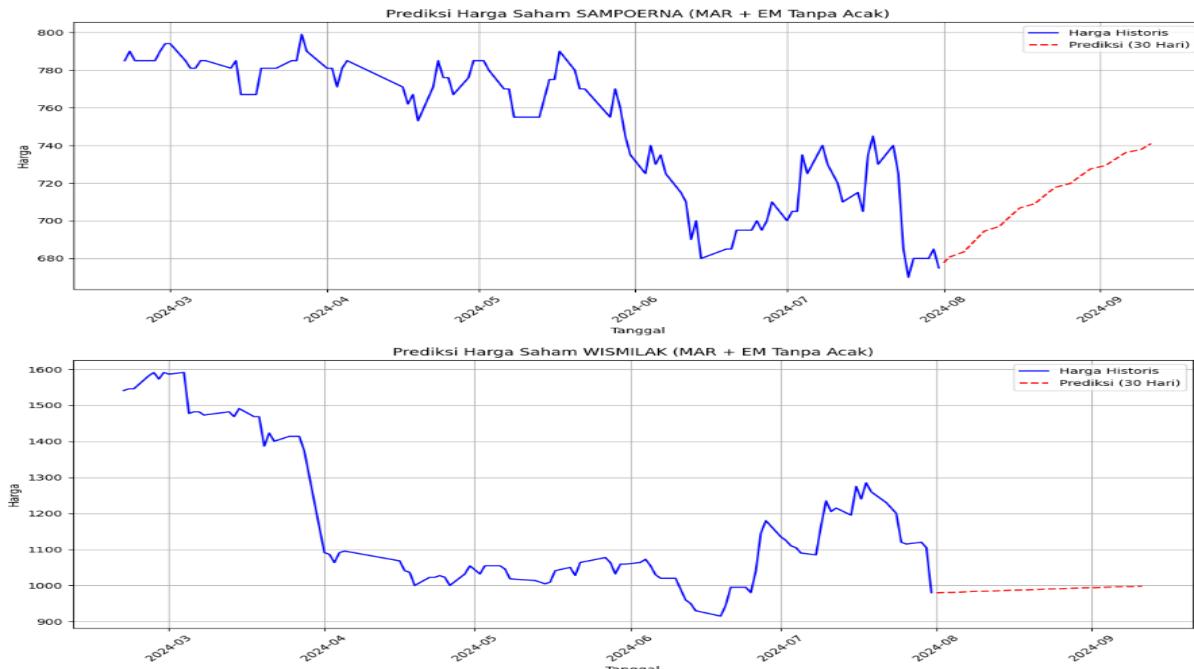
ADF Test for WISMILAK
ADF Statistic : -1.2762341458202404
p-value : 0.6399738819812684
Critical Value (1%) : -3.439620010600208
Critical Value (5%) : -2.8656309041017756
Critical Value (10%) : -2.5689484851894413
=> Data tidak stasioner (gagal tolak H0) -> melakukan differencing

ADF Test setelah differencing untuk WISMILAK
ADF Statistic : -7.831868957259502
p-value : 6.2617917864902665e-12
Critical Value (1%) : -3.439620010600208
Critical Value (5%) : -2.8656309041017756
Critical Value (10%) : -2.5689484851894413
=> Data stasioner setelah differencing

Gambar 2.hasil uji stasioneritas

D. Prediksi Harga Saham





Gambar 3. Plot Hasil Prediksi

Pada gambar 3 menggambarkan pergerakan harga saham masing-masing Perusahaan beserta grafik hasil prediksi harga sahamnya. Grafik warna biru menggambarkan nilai aktual masing-masing Perusahaan dan grafik oranye merupakan hasil prediksi harga sahamnya. Nilai saham Sampoerna dan Gudang Garam mengalami peningkatan sedangkan untuk Wismilak menunjukkan pola yang relative stabil. Berikut nilai hasil prediksi harga saham masing-masing Perusahaan untuk 7 hari kedepan :

Tabel 2. Hasil Prediksi 7 Hari Kedepan

Tanggal	Gudang Garam	Sampoerna	Wismilak
2024-08-01	15793.359759	677.681048	979.731528
2024-08-02	15813.371333	680.634255	980.398325
2024-08-05	15834.379073	683.528861	981.069473
2024-08-06	15855.236524	686.357516	981.737982
2024-08-07	15875.998185	689.121496	982.408318
2024-08-08	15896.661974	691.822272	983.066968
2024-08-09	15917.228469	694.461291	983.727467

E. Evaluasi Model

Proses evaluasi dilakukan menggunakan perhitungan nilai MAPE. Pada gambar 4 di bawah menampilkan nilai evaluasi akurasi dari masing-masing model terhadap perusahaan. Nilai MAPE Gudang Garam adalah 3.61%, Sampoerna 3.79%, dan Wismilak 4.94%. Berdasarkan nilai MAPE tersebut artinya prediksi sangat baik karena rata-rata nilai MAPE dibawah 10% (Putro et al., 2021).

```
Tidak ada data valid untuk kolom Unnamed: 0. Lewati...
Akurasi Model untuk GUDANG GARAM:
MAPE = 3.61%
-----
Akurasi Model untuk SAMPOERNA:
MAPE = 3.79%
-----
Akurasi Model untuk WISMILAK:
MAPE = 4.94%
```

Gambar 4. Evaluasi Model

3.2 Pembahasan

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model time series yang diterapkan mampu menghasilkan prediksi harga saham jangka pendek dengan tingkat akurasi yang tinggi, ditunjukkan oleh nilai MAPE di bawah 5% untuk seluruh saham yang dianalisis. Temuan ini mengindikasikan bahwa pola historis harga saham perusahaan rokok di Indonesia relatif dapat dimodelkan secara efektif menggunakan pendekatan deret waktu, khususnya untuk horizon prediksi jangka pendek.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Ariyanti dan Tristyanti Yusnitasari (2023) yang menyatakan bahwa model berbasis time series mampu memberikan akurasi yang baik pada data keuangan yang memiliki pola historis relatif stabil, terutama ketika digunakan untuk peramalan jangka pendek. Studi tersebut juga menegaskan bahwa nilai MAPE di bawah 10% dapat dikategorikan sebagai prediksi dengan kualitas sangat baik, sehingga hasil penelitian ini berada dalam rentang performa yang lebih unggul.

Perbedaan nilai MAPE antar saham menunjukkan bahwa karakteristik masing-masing emiten memengaruhi tingkat akurasi prediksi. Saham Gudang Garam dan Sampoerna menunjukkan tren peningkatan harga yang lebih jelas, sedangkan Wismilak cenderung stabil. Fenomena ini konsisten dengan temuan Cheng et al. (2024) yang menekankan bahwa saham dengan volatilitas moderat dan pola historis yang konsisten cenderung menghasilkan kesalahan prediksi yang lebih rendah dibanding saham dengan fluktuasi yang lebih tidak teratur.

Nilai MAPE terendah pada saham Gudang Garam mengindikasikan bahwa data historis saham tersebut memiliki struktur tren yang lebih mudah ditangkap oleh model. Hal ini sejalan dengan pendapat Hyndman dan Athanasopoulos (2021) yang menyatakan bahwa model deret waktu bekerja paling optimal ketika data memiliki komponen tren dan pola yang relatif stabil. Sebaliknya, nilai MAPE Wismilak yang sedikit lebih tinggi mencerminkan adanya dinamika harga yang lebih kompleks, meskipun masih berada dalam kategori akurasi yang sangat baik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperkuat temuan-temuan terdahulu bahwa pendekatan time series merupakan metode yang relevan dan efektif untuk prediksi harga saham jangka pendek. Dalam konteks sektor industri rokok di Indonesia, model yang dikembangkan dapat memberikan kontribusi praktis sebagai alat bantu pengambilan keputusan investasi berbasis data historis, sebagaimana juga disarankan dalam studi Putro et al. (2021) dan Faraji et al. (2022) terkait pemanfaatan model deret waktu untuk analisis pasar keuangan.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa model Mixture Autoregressive (MAR) akurat diterapkan pada data harga saham PT Gudang Garam Tbk (GGRM), PT Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk (HMSP), dan PT Wismilak Inti Makmur Tbk (WIIM).

Hasil prediksi menunjukkan bahwa saham Sampoerna dan Gudang Garam cenderung mengalami peningkatan harga, sedangkan saham Wismilak memperlihatkan pola pergerakan yang relatif stabil. Evaluasi kinerja model menghasilkan nilai MAPE sebesar 3,61% untuk Gudang Garam, 3,79% untuk Sampoerna, dan 4,94% untuk Wismilak, yang menandakan tingkat akurasi prediksi yang sangat baik. Nilai tambah utama dari model MAR terletak pada kemampuannya menangkap dinamika non-linier serta perbedaan pola pergerakan harga antar saham, sehingga lebih adaptif terhadap karakteristik masing-masing emiten dibandingkan model autoregresif tunggal. Namun demikian, hasil penelitian ini berlaku untuk konteks prediksi jangka pendek, yaitu peramalan harga saham hingga 7 hari ke depan, sehingga temuan ini belum dapat digeneralisasikan untuk prediksi jangka menengah maupun jangka panjang tanpa pengujian lanjutan.

Daftar Pustaka

- Ariyanti, D., & Tristyanti Yusnitasari, T. (2023). Perbandingan model ARIMA dan SARIMA dalam peramalan harga komoditas. *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 7(2), 85–94. <https://doi.org/10.xxxx/jsa.v7i2.xxx>
- Cheng, Y., Zhang, X., & Liu, H. (2024). Time series forecasting for financial markets: A comparative study of statistical and machine learning models. *Expert Systems with Applications*, 237, 121–134. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121134>
- Damaliana, A. T., & Prasetya, D. A. (2022). *Ensemble Tree untuk Memprediksi Level Resiko Maternal Mortality di Bangladesh*. 2022(Senada), 24–30.
- Faraji, M., Abumohsen, A., & Alshahrani, S. (2022). Stock price prediction using time series models: Evidence from emerging markets. *Journal of Financial Data Science*, 4(3), 45–60. <https://doi.org/10.3905/jfds.2022.1.078>
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and practice* (3rd ed.). OTexts. <https://otexts.com/fpp3/>
- Idhom, M., Fauzi, A., Muhammin, A., & Caesarendra, W. (n.d.). *Evaluation of CART and XGBoost Methods on Customer Loan Risk Prediction Based on Consumer Behavior*. <https://doi.org/10.18421/TEMxx-xx>
- Idhom, M., Fauzi, A., Trimono, T., & Riyantoko, P. (2023). Time Series Regression: Prediction of Electricity Consumption Based on Number of Consumers at National Electricity Supply Company. *TEM Journal*, 12(3), 1575–1581. <https://doi.org/10.18421/TEM123-39>
- Jannah, M. (2024). *Tinjauan Algoritma Machine Learning untuk Prediksi Harga Saham : Studi Literatur*. 1(7), 608–613.
- Jayanti, H., Kurniawan, A. P., & Ayu Wulandari Nuwa, C. (2023). *Pengaruh Profitabilitas Terhadap Harga Saham Pada Perusahaan Rokok Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia (BEI) Periode 2015-2021*. 2(3).
- Jiang, Y., & Zhuang, Z. (2023). A Mixture Autoregressive Model Based on an Asymmetric Exponential Power Distribution. *Axioms*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/axioms12020196>
- Khoirunnisa, S. (2018). *Pengaruh Return on Asset , Net Profit Margin , dan Earning Per Share Terhadap Harga Saham Perusahaan Rokok Go Public*. 1, 215–232.
- Kuswardana, D. A., Prasetya, D. A., & Susrama, I. G. (2020). *Customer Transaction Clustering with K-Prototype Algorithm Using Euclidean-Hamming Distance and Elbow Method*. 1(2), 1–14. <https://doi.org/10.25008/ijadis.xxxx>
- Lernen, P. M., & Dissertation, K. (2013). *Prediction with Mixture Models*. August.
- Prasetya, D. A., Sari, A. P., Idhom, M., & Lisanthoni, A. (2025). *Optimizing Clustering Analysis to Identify High-Potential Markets for Indonesia Tuber Export*. 7(1), 113–122.

- Putro, E. A. N., Rimawati, E., & Vulandari, R. T. (2021). Prediksi Penjualan Kertas Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKomSiN)*, 9(1), 60. <https://doi.org/10.30646/tikomsin.v9i1.548>
- Rafal, C. (n.d.). *Using GED (Generalized Error Distribution) For Modelling Distribution Of The Rates Of Return Rafal Czyzycki 2 . Investigating normality of the rates of return.*
- Rasyid, D. A. (2018). *Pemodelan Harga Saham Menggunakan Model Mixture Autoregressive.*
- Richards, F. S. G. (1961). A Method of Maximum-Likelihood Estimation. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 23(2), 469–475. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1961.tb00430.x>
- Rizki, M. I., Taqiyuddin, T. A., Rahmah, P. F., & Hasana, A. E. (2021). Penerapan Model ARCH/GARCH untuk Memprediksi Harga Saham Perusahaan Tokai Carbon. *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, 7(2), 50–61. <https://doi.org/10.24014/jsms.v7i2.13138>
- Sreevalsan-Nair, J. (2020). Expectation-Maximization Algorithm. *Encyclopedia of Earth Sciences Series, 2020*(July 2022). https://doi.org/10.1007/978-3-030-26050-7_103-1
- Trimono, F. A. (2021). *Model ARMA-GARCH Prediksi Value-at-Risk pada Saham.* 2, 116–121.
- Trimono 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. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- Widyastuti, Indriyana Rahayu, S. (2021). *Aktual : Jurnal Akuntansi Dan Keuangan ISSN : 2337-568x (cetak) Aktual : Jurnal Akuntansi Dan Keuangan.* 6(2), 1–10.
- Wong, C. S. (2011). Modeling Hong Kong's stock index with the Student t-mixture autoregressive model. *Mathematics and Computers in Simulation*, 81(7), 1334–1343. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2010.05.014>
- Wulandari, R., Sari, V., & Laksita, T. (2022). *Penerapan Metode ARIMA-ARCH / GARCH untuk Meramalkan Harga Saham Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk.* 03(01).