



Perbandingan MAPE Metode Arima dan FTS Chen pada Peramalan Harga Minyak Mentah Widuri di Indonesia

Zakaria Bani Ikhtiyar¹, Wellie Sulistijanti², Silvia Novita Sari³, Adiyah Mahiruna^{4*},

^{1,2,3,4} Institut Teknologi Statistika dan Bisnis Muhammadiyah Semarang

* adiyah.mahiruna@itesa.ac.id

ABSTRAK

Harga minyak mentah memiliki peran penting dalam perekonomian global, termasuk Indonesia sebagai salah satu produsen minyak mentah. Minyak mentah Widuri merupakan salah satu jenis minyak yang menjadi prioritas, sehingga prediksi harga menjadi krusial untuk mendukung pengambilan keputusan. Eksperimen yang akan dilakukan adalah membandingkan akurasi peramalan harga pada minyak mentah Widuri dengan metode perhitungan akurasi Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Metode peramalan yang dibandingkan adalah metode Autoregressive Integrated Moving Average Models (ARIMA) dengan metode Fuzzy Time Series (FTS) Chen pada data harga minyak mentah Widuri tahun 2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Fuzzy Time Series (FTS) Chen memiliki akurasi lebih baik dalam memprediksi harga minyak mentah Widuri.

Kata Kunci: Peramalan, Minyak, ARIMA, Fuzzy Time Series (FTS) Chen.

ABSTRACT

The need for crude oil greatly affects economic activities on a micro and macro scale. Indonesia is one of the countries that produces crude oil, although the amount produced is not as large as countries in the Middle East. The global price of crude oil has a direct impact on Indonesia's rising fuel prices. To find out the world price of crude oil in the future, forecasting can be done. Widuri type crude oil is one of the crude oils that is a priority in Indonesia. This study compares the accuracy of forecasting the price of Widuri type crude oil with the MAPE accuracy calculation method and the forecasting method compared is the ARIMA method with the FTS Chen method.

Keywords: forecasting, Oil, ARIMA, Fuzzy Time Series (FTS) Chen.

1. PENDAHULUAN

Minyak mentah adalah komoditas primer yg memengaruhi harga bahan bakar minyak (BBM). Sebagai bahan standar primer BBM, fluktuasi harga minyak mentah pada pasar dunia memiliki dampak dalam produksi & distribusi bahan bakar. Harga minyak mentah yg tinggi cenderung mendorong kenaikan harga BBM, yg bisa memengaruhi daya beli warga dan logistik pada banyak sektor ekonomi. Sebaliknya, penurunan harga minyak mentah bisa meringankan beban ekonomi, namun pula menyebabkan tantangan bagi negara-negara penghasil minyak yg bergantung dalam pendapatan berdasarkan sektor energi. Oleh lantaran itu, minyak mentah sebagai salah satu indikator krusial pada stabilitas ekonomi dunia, terutama bagi industri transportasi, manufaktur, & perdagangan.

Kandungan sulfur dan derajat API (American Petroleum Institute) adalah dua faktor yang menentukan harga minyak. Bahan bakar fosil menjadi bahan yang penting bagi kehidupan, khususnya minyak, untuk memenuhi kebutuhan energinya. Mengingat distribusi cadangan minyak yang tidak merata di seluruh dunia, sehingga menyebabkan harga bahan bakar minyak memiliki pengaruh yang besar dalam bidang perdagangan. Dijelaskan dalam penelitian (Safitri et al., 2022) bahwa dalam perdagangan internasional, ada tiga jenis minyak yang berbeda: minyak Brent untuk Eropa, minyak West Texas Intermediate (WTI) untuk Amerika, dan minyak Dubai untuk Timur Tengah.

Indonesia dianggap sebagai salah satu produsen minyak mentah meskipun tidak dapat dibandingkan dengan jumlah yang diproduksi oleh negara-negara Timur Tengah (Ferryan et al., 2022). Salah satu minyak mentah unggulan Indonesia adalah minyak mentah Widuri, yang memiliki karakteristik manis dan ringan sehingga sangat dicari oleh kilang minyak di beberapa negara (Setyonugroho et al., 2019). Spesialisasi ini menyebabkan minyak Widuri memiliki peranan yang strategis terhadap perekonomian di Indonesia, terutama bagi perkembangan industri energi domestik dan diekspor. Memahami harga dan pergerakan harga minyak Widuri sangat penting dalam membantu proses pengambilan keputusan terkait kebijakan ekonomi dan energi di negara ini. Selain Widuri, terdapat juga jenis minyak mentah lain yang diproduksi oleh Indonesia, yaitu: kondensat Arun, attaka, Belanak, Bekapai, Bula, Cepu, Kerapu, Ketapang, Anoa, dan Langsa.

Salah satu dampak positif yang dirasakan masyarakat dengan turunnya harga minyak mentah adalah turunnya harga BBM, di sisi lain turunnya harga minyak mentah dunia juga akan membawa dampak negatif, seperti melambatnya pertumbuhan ekonomi (Indah Lestari et al., 2022). Kenaikan harga bahan bakar di Indonesia terkait erat dengan harga minyak mentah dunia (Wijaya, 2023). *Forecasting* untuk memprediksi harga minyak global di tahun-tahun mendatang dapat diambil manfaatnya sehingga bagaimana kestabilan harga minyak dapat diketahui lebih awal.

Beberapa artikel terdahulu menggunakan metode peramalan *Time Series* ARIMA. Pada tahun 1993 seorang peneliti bernama Song dan Chissom (Lestari & Yurinanda, 2023) melakukan pengembangan metode fuzzy time series (FTS) untuk melengkapi kelemahan metode *Time Series* yang berupa data historis dan keharusan adanya asumsi stasioneritas, homogenitas, dan autokorelasi. Beberapa model FTS yaitu model Song, model Chissom, model Chen, dan model Lee. Dalam penelitian (Qiu et al., 2011) dijelaskan bahwa model Lee dan

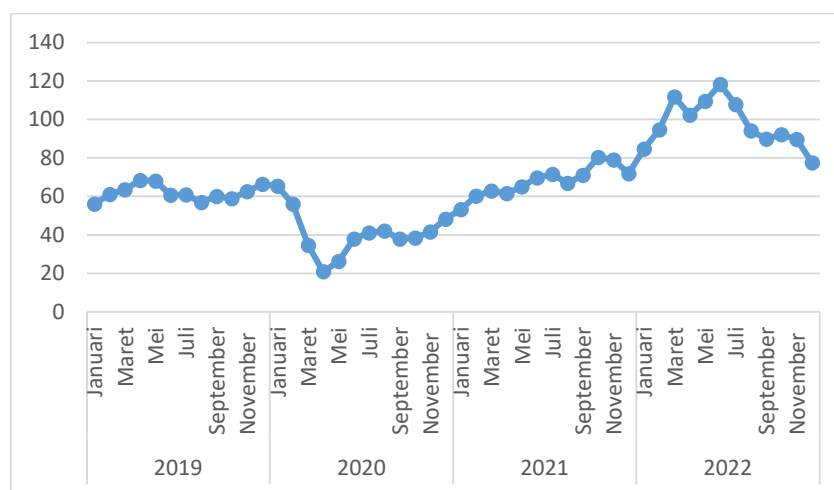
model Chen menghasilkan akurasi peramalan yang keakuratannya lebih tinggi daripada model Song dan Chissom.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah membandingkan akurasi peramalan harga minyak mentah jenis Widuri dengan metode perhitungan akurasi *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE) dan metode peramalan yang dibandingkan adalah metode ARIMA dengan metode *FTS Chen*. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan MAPE dari metode ARIMA dengan MAPE *FTS Chen* dalam peramalan harga minyak mentah jenis Widuri. Hasil yang diharapkan adalah manfaat yang baik bagi pemerintah untukantisipasi dalam membuat kebijakan terkait kenaikan dan penurunan harga barang-barang akibat kenaikan dan penurunan harga minyak.

2. METODE

2.1. Prosedur Penelitian

Dataset yang dipilih untuk eksperimen diperoleh dari laman Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Data sekunder yang dipilih untuk eksperimen bersifat *public dataset* yang dapat diunduh dengan mengakses <https://migas.esdm.go.id/>. Periode dataset yang digunakan adalah periode Tahun 2019 sampai Tahun 2022.



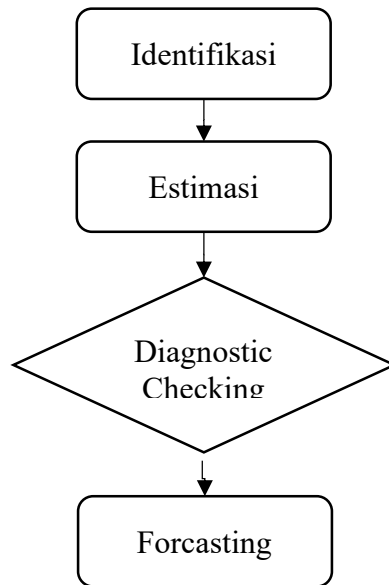
Gambar 1. Harga Minyak Mentah Widuri Periode Tahun 2019 sampai Tahun 2022

Ditunjukkan pada Gambar 1 bahwa harga minyak widuri terendah terjadi pada bulan April 2020 dengan harga 20,91 US\$. Harga minyak widuri tertinggi terjadi pada bulan Juni 2022 dengan harga 118,34 US\$.

2.2. Desain Penelitian

Metode ARIMA

Metode Autoregressive Integrated Moving Average Models (ARIMA atau Box Jenkins Model) adalah metode yang dipilih untuk *forecasting* harga minyak mentah jenis Widuri. Berdasarkan penelitian (Yusnitasari, 2020) langkah-langkah dalam metode ARIMA ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 2. Langkah-langkah Metode Box Jenkins

Secara umum model *Moving Avergae* (MA):

$$Y_t = a_0 + a_1e_t + a_2e_{t-1} + a_3e_{t-3} + \dots + a_qe_{t-q}$$

dengan e_t = residual; $e_{t-1}, e_{t-2}, \dots, e_{t-q}$ = kelambanan (lag) dari residual; dan q = tingkat MA.

Metode Fuzzy Time Series (FTS) Chen

Metode *Fuzzy Time Series (FTS) Chen* untuk peramalan harga minyak mentah Widuri di Indonesia kemudian akan dibandingkan dengan metode ARIMA. Langkah-langkah metode *FTS Chen* (Rahmawati & Sulistijanti, 2023) berdasarkan penelitian (Qiu et al., 2011) yaitu:

1. Pembentukan U atau pemebentukan himpunan semesta (U)

$$U = [D_{\min} - Z1, D_{\max} + Z2] \tag{1}$$

Ket.:

D_{\min} = min value

D_{\max} = max value

Z_1 dan Z_2 = Bilangan sembarang positif

2. Pembentukan R atau panjang interval U dan menentukan K atau basis interval

$$R = D_{\max} + Z2 + D_{\min} - Z1 \tag{2}$$

$$mean = \frac{\sum_{t=1}^{N-1} |(D_{t-1}) - D_t|}{N-1} \tag{3}$$

$$K = \frac{mean}{2} \tag{4}$$

3. Penentuan banyaknya himpunan *fuzzy* atau menentukan n

$$n = \frac{R}{K} \tag{5}$$

4. *Fuzzifikasi* dataset

Dilakukan '*Fuzzifikasi* pada data historis, tujuan *Fuzzifikasi* adalah membentuk himpunan *fuzzy* yang sesuai untuk setiap data.

5. Membentuk *Fuzzy Logic Relations* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG)

FLR dibentuk berdasarkan data terbaru, FLR dapat dilambangkan dengan $A_i \rightarrow A_j$, *current state* dilambangkan dengan A_i dan *next state* dilambangkan dengan A_j .

FLRG ditentukan dengan cara menyatukan himpunan *fuzzy* dengan *current state* yang sama menjadi satu *next state*.

6. Melakukan proses *defuzzifikasi* dan peramalan

Proses *defuzzifikasi* adalah proses perhitungan dari hasil luaran peramalan untuk kemudian dihitung sehingga mendapatkan hasil dengan bilangan *crisp* (Elfajar et al., 2017). Aturan dalam melakukan *defuzzifikasi*:

a. Aturan pertama, jika hasil *fuzzyfikasi* pada tahun ke t adalah A_j dan terdapat *fuzzyfikasi* yang tidak memiliki relasi logika *fuzzy* maka hasil peramalan $y_t^{(m)}$ sebagai berikut:

$$y_t^{(m)} = m_j \tag{6}$$

a. Aturan kedua, jika hasil *fuzzyfikasi* pada tahun ke t adalah A_j dan hanya terdapat satu FLR pada FLRG maka hasil peramalan $y_t^{(m)}$ sebagai berikut:

$$y_t^{(1)} = m_j \tag{7}$$

a. Aturan ketiga, jika hasil *fuzzyfikasi* pada tahun ke t adalah A_j, A_k, \dots, A_l memiliki beberapa FLR (p) pada FLRG maka hasil peramalan $y_t^{(m)}$ sebagai berikut:

$$y_t^{(1)} = \frac{2}{p} m_j + \frac{2}{p} m_k + \dots + \frac{1}{p} m_l + \tag{8}$$

7. Menghitung ketepatan akurasi peramalan dengan *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE). Semakin kecil nilai MAPE maka hasil peramalan semakin akurat

$$MAPE = \left(N \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|D_t - y_t^{(m)}|}{D_t} \right) \times 100\% \tag{9}$$

Keterangan:

MAPE = Mean Absolut Percentage Error

N = Jumlah data

D_t = Data waktu ke- t

$y_t^{(m)}$ = Nilai peramalan orde ke- m periode ke- t

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode ARIMA dan Fuzzy Chen Series digunakan untuk peramalan harga minyak mentah Widuri periode Januari 2023 sampai Desember 2023. Hasil eksperimen untuk pengukuran akurasi peramalan dengan metode MAPE diperoleh nilai MAPE sebesar 2,65%.

Tabel 1. Perbandingan Nilai MAPE Metode ARIMA dan FTS Chen untuk Peramalan Harga Minyak Mentah Widuri Tahun 2023

Periode	Data Asli	MAPE ARIMA	MAPE FTS Chen
Januari 2023	78,55	6,23	1,59
Februari 2023	79,6	6,96	1,57
Maret 2023	74,86	0,54	1,67
April 2023	80,47	6,98	1,55
Mei 2023	72,15	4,30	1,73
Juni 2023	72,11	4,91	1,73
Juli 2023	77,86	2,32	1,61
Agustus 2023	85,34	10,41	1,47
September 2023	92,72	17,11	7,68
Oktober 2023	88,82	13,03	8,02
November 2023	81,66	4,91	1,53
Desember 2023	75,83	2,93	1,65
		6,72	2,65

Tabel 1 menunjukkan bahwa MAPE FTS Chen dan MAPE ARIMA masing-masing tidak melebihi batas 10% sehingga kedua metode tersebut akurat dalam hal peramalan. Namun, terdapat perbedaan kinerja di antara keduanya. Dalam hal ini, nilai MAPE FTS Chen adalah 2,65 yang lebih rendah daripada nilai MAPE ARIMA yang mencapai 6,72. Perbedaan ini menjelaskan bahwa metode FTS Chen lebih dominan mengekstrak dan menguasai pola data yang bersifat nonlinear yang rumit. Sementara ARIMA lebih baik digunakan pada data yang bersifat linear dan stasionary.

FTS Chen juga lebih berhasil menerapkan pola data yang banyak dipengaruhi oleh ekstrem diakibatkan harga minyak mentah dunia mungkin adanya pasar, karena teknologi ini nantinya lebih menguntungkan sebagai bagian dari volatilitasnya. FTS Chen lebih unggul dalam hal pendanaan devisa yang disokong oleh hasil prediksi yang akurat. Untuk para pembuat kebijakan ekonomi dan kebijakan berhubungan dengan kebijakan subsidi, cadangan energi dan juga kestabilan pasaran energi dalam negeri di Indonesia akan menciptakan keuntungan, dimana diantaranya membantu memetakan sebaran distribusi ekspor.

4. SIMPULAN

Menggunakan analisis data dalam pendekatan Box-Jenkins yang lebih dikenal sebagai model ARIMA, dalam penelitian ini menganalisis harga minyak mentah widuri. "Biarkan data berbicara sendiri" adalah prinsip panduan dari pendekatan ini (Gujarati, 2015). Metode ARIMA yang digunakan adalah ARIMA (0,1,1). Untuk memeriksa akurasi prediksi, nilai MAPE

dihitung dan perbandingan dibuat dengan nilai MAPE metode FTS Chen. Analisis menunjukkan kesimpulan bahwa nilai MAPE ARIMA lebih besar (6,72) dibandingkan nilai MAPE FTS Chen (2,65) yang menunjukkan bahwa hasil metode FTS Chen lebih akurat.

Metode FTS Chen memiliki tingkat keakuratan lebih baik dari ARIMA karena mampu mengatasi permasalahan keterbatasan data. Sebagaimana ARIMA bersifat stasioner, FTS Chen tidak memerlukan asumsi tersebut yang lebih memudahkan dalam memperoleh pola pergerakan harga minyak mentah widuri yang sangat terpengaruh oleh perubahan pasar dunia, permintaan penawaran, dan kebijakan energi. Ini menandakan adanya karakter sifat nonlinier penelitian data minyak mentah widuri yang tidak sepenuhnya teratasi oleh model ARIMA.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Qiu et al., 2011) yang menjelaskan bahwa model Lee dan model Chen menghasilkan akurasi peramalan yang keakuratannya lebih tinggi daripada model lain.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Elfajar, A. B., Setiawan, B. D., & Dewi, C. (2017). Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, 1(2), 85–94.
- Ferryan, D. A., Intan, P. K., & Hafiyusholeh, M. (2022). Peramalan Harga Minyak Mentah di Indonesia dengan Metode Regresi Polinomial. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 19(1), 13–18.
- Indah Lestari, Sumargo, B., & Ladayya, F. (2022). Pemodelan ARIMA Intervensi Untuk Meramalkan Harga Minyak Mentah Dunia. *STATISTIKA Journal of Theoretical Statistics and Its Applications*, 22(2), 133–146.
- Lestari, S., & Yurinda, S. (2023). Prediksi Pajak Pertambahan Nilai pada Penyediaan Jasa dengan Metode Fuzzy Time Series Model Chen. *Euler : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, 11(2), 267–281.
- Qiu, W., Liu, X., & Li, H. (2011). A generalized method for forecasting based on fuzzy time series. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 10446–10453.
- Rahmawati, A., & Sulistijanti, W. (2023). Peramalan Harga Penutupan Saham PT . Unilever Indonesia Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Lee. *Jurnal Mirai Management*, 8(2), 367–378.
- Safitri, A. M., Anwar, K., & Abbas, T. (2022). Pengaruh Harga Minyak Dunia, Inflasi, Dan Ekspor Neto Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Regional Unimal*, 5(1), 21.
- Setyonugroho, A., Damar, A., & Nurjaya, I. W. (2019). Oil Spill Mitigation Risk Analysis, A Study Case: Western of Java Sea. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 9(3), 826–839.
- Wijaya, A. R. (2023). Model Prediksi Data Harga Minyak Mentah Dunia Dengan Metode Exponential Smoothing. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 12(1), 21–28.
- Yusnitasari, A. (2020). Peramalan Inflasi Indonesia dengan Menggunakan Metode ARIMA Box-Jenkins. *Paradigma Multidisipliner*, 1(1), 1–12.