Peramalan Harga Bahan Pangan Hewani di Kota Medan dengan Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing*

Khairul Abdi[1*], Susiana[2]
[1,2] Matematika, Universitas Negeri Medan, Kota Medan, 20221, Indonesia
*Corresponding Author: abdikhairul71@gmail.com

Abstrak

Fluktuasi harga komoditas pangan hewani di Kota Medan, khususnya daging sapi, daging ayam ras, dan telur ayam ras, menunjukkan pola perubahan yang dipengaruhi oleh tren dan musiman sehingga memerlukan pendekatan analisis deret waktu yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan meramalkan harga ketiga komoditas tersebut menggunakan metode Holt–Winters Exponential Smoothing. Data yang digunakan berupa harga rata-rata bulanan periode Januari 2018 hingga Mei 2025 yang diperoleh dari Sistem Informasi dan Manajemen Pangan (SIMPANG) DKP3 Kota Medan serta BRIDA Kota Medan. Analisis awal dilakukan menggunakan Autocorrelation Function (ACF) untuk mengidentifikasi pola tren dan musiman. Pemodelan dilakukan dengan pendekatan Holt–Winters aditif dan multiplikatif, dengan optimasi parameter level, tren, dan musiman (α, β, γ) melalui metode grid search. Evaluasi akurasi peramalan dilakukan secara in-sample menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh model menghasilkan nilai MAPE di bawah 10%, dengan model Holt–Winters aditif memberikan kinerja terbaik dalam merepresentasikan pola harga. Temuan ini menunjukkan bahwa metode Holt–Winters efektif digunakan untuk memodelkan dinamika harga pangan hewani dan dapat dimanfaatkan sebagai informasi pendukung dalam perencanaan stabilisasi harga dan pengelolaan pangan daerah.
Kata kunci: Bahan Pangan Hewani; Holt–Winters; Peramalan Harga; Time Series

Abstract

Price fluctuations of animal-based food commodities in Medan City, particularly beef, broiler chicken meat, and eggs, exhibit patterns influenced by trend and seasonality, requiring appropriate time series analysis. This study aims to model and forecast the prices of these commodities using the Holt–Winters Exponential Smoothing method. The data consist of monthly average prices from January 2018 to May 2025, obtained from the Food Security, Agriculture, and Fisheries Information System (SIMPANG) of Medan City and the Regional Research and Innovation Agency (BRIDA). Preliminary analysis was conducted using the Autocorrelation Function (ACF) to identify trend and seasonal patterns. Forecasting models were developed using both additive and multiplicative Holt–Winters approaches, with optimization of level, trend, and seasonal parameters (α, β, γ) through a grid search procedure. Forecast accuracy was evaluated using an in-sample approach based on the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results indicate that all models achieved MAPE values below 10%, with the additive Holt–Winters model providing the best performance in capturing price dynamics. These findings suggest that Holt–Winters Exponential Smoothing is effective for modeling animal-based food price movements and can serve as supporting information for regional price stabilization planning and food management.
Keywords: Animal-Based Foods; Holt–Winters; Price Forecasting; Time Series

Citation: Abdi, K., & Susiana. (2025). Peramalan Harga Bahan Pangan Hewani di Kota Medan dengan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2025*. 114 - 125

PENDAHULUAN

Pangan berperan sebagai kebutuhan dasar manusia yang mendukung kualitas hidup dan pembangunan sumber daya manusia (Rumawas et al., 2021; Sutrisno, 2022). Ketahanan pangan tidak hanya menekankan pada kecukupan ketersediaan pangan, tetapi juga pada jaminan harga yang stabil dan dapat dijangkau oleh masyarakat. Fluktuasi harga pangan yang tinggi dapat menurunkan kemampuan rumah tangga dalam mengakses pangan secara berkelanjutan, sehingga analisis perilaku harga menjadi komponen penting dalam perencanaan dan pengendalian sistem pangan berba sis data (FAO et al., 2025; Insani & Sari, 2025). Pangan hewani merupakan salah satu kelompok komoditas strategis karena berfungsi sebagai sumber utama protein. Namun, tingkat konsumsi pangan hewani di Indonesia masih tergolong lebih rendah dibandingkan sebagian besar negara di Asia Tenggara. (OECD, 2022). Salah satu faktor yang berkaitan dengan kondisi tersebut adalah fluktuasi harga pangan hewani yang bersifat volatil dan berulang secara musiman. Variabilitas ini menunjukkan bahwa harga pangan hewani memiliki karakteristik data yang tidak stasioner serta dipengaruhi oleh pola tren dan musiman, sehingga memerlukan pendekatan analisis deret waktu yang sesuai untuk memodelkan dan memprediksi pergerakannya.

Kota Medan, yang berperan sebagai salah satu pusat pertumbuhan ekonomi terbesar di Pulau Sumatra, masih menghadapi kendala dalam pemenuhan kebutuhan pangan hewani, khususnya pada komoditas daging ayam ras, telur ayam ras, dan daging sapi. (BPS Kota Medan, 2024). Ketiga komoditas tersebut tidak hanya menjadi sumber utama protein hewani masyarakat, tetapi juga berperan penting dalam menjaga stabilitas ekonomi daerah. Dalam beberapa tahun

terakhir, harga pangan hewani di Kota Medan menunjukkan tingkat volatilitas yang cukup tinggi. Data BRIDA Kota Medan (2023) mencatat bahwa harga daging sapi berfluktuasi pada kisaran Rp103.298 hingga Rp157.610 per kilogram selama periode 2018–2023. Ketidakstabilan harga dipengaruhi oleh perubahan permintaan, biaya distribusi, kondisi produksi, serta faktor musiman (Anisah et al., 2021; Chintia & Destiningsih, 2022). Dari sudut pandang ekonomi pangan, kondisi ini menuntut adanya instrumen kuantitatif yang mampu memberikan estimasi pergerakan harga ke depan sebagai dasar perencanaan pasokan dan stabilisasi harga (Sitepu et al., 2023). Secara statistik, perilaku tersebut dapat dimodelkan sebagai proses deret waktu yang mengandung komponen level, tren, dan musiman.

Dalam analisis deret waktu, peramalan digunakan untuk mengestimasi nilai masa depan berdasarkan pola historis data. Keterkaitan antara teori ekonomi pangan dan metode statistik terletak pada kebutuhan stabilisasi harga yang didukung oleh pemahaman kuantitatif terhadap dinamika pergerakan harga dalam berbagai periode waktu. Dengan demikian, metode peramalan yang mampu menangkap tren jangka panjang dan fluktuasi musiman menjadi relevan dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data pada komoditas pangan (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode *Holt–Winters Exponential Smoothing* merupakan pendekatan yang efektif dalam peramalan data deret waktu dengan komponen tren dan musiman. Dewi dan Listiowarni (2020) melaporkan bahwa metode *Holt–Winters* menghasilkan tingkat akurasi yang sangat baik dalam peramalan harga bahan pangan, dengan nilai *Error* (MAPE) < 2% untuk model aditif dan multiplikatif. Kusuma (2024) menemukan bahwa *Holt–Winters* memberikan kinerja yang lebih akurat dibanding Seasonal ARIMA dalam peramalan produksi beras bulanan di Indonesia. Selain itu, (Permata Junita & Handini Primandari, 2023) mengindikasikan bahwa penerapan *Triple Exponential Smoothing* menghasilkan performa peramalan yang akurat dalam peramalan harga telur di tingkat produsen dengan nilai MAPE sebesar 3,58%. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada komoditas atau wilayah tertentu dan belum secara spesifik mengkaji peramalan harga pangan hewani menggunakan data deret waktu terbaru pada tingkat daerah, khususnya di Kota Medan.

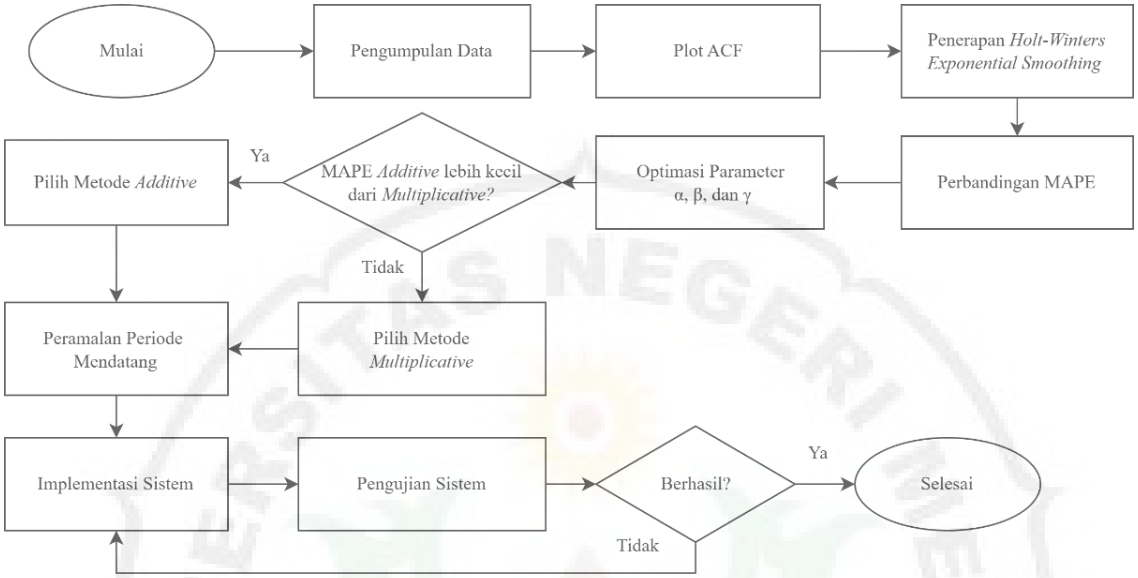
Kebaruan ilmiah penelitian ini terletak pada penerapan metode *Holt–Winters Exponential Smoothing* untuk memodelkan dan meramalkan harga komoditas pangan hewani utama di Kota Medan menggunakan data deret waktu bulanan terbaru, serta evaluasi kinerja model secara kuantitatif berdasarkan kesalahan peramalan. Pendekatan ini memberikan kontribusi empiris dalam memahami pola tren dan musiman harga pangan hewani di tingkat daerah sebagai dasar perencanaan berbasis data. Penelitian ini diarahkan untuk mengembangkan model peramalan harga komoditas pangan hewani di Kota Medan, khususnya daging sapi, daging ayam ras, dan telur ayam ras, dengan pendekatan *Holt–Winters Exponential Smoothing*. Akurasi model dievaluasi menggunakan ukuran *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), sementara hasil peramalan disajikan untuk horizon 12 bulan ke depan sebagai dasar pertimbangan dalam kebijakan stabilisasi harga dan pengelolaan pangan daerah.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa harga bulanan komoditas pangan hewani yang diperoleh dari SIMPANG Kota Medan serta laporan Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Medan. Data mencakup harga daging sapi, daging ayam ras, dan telur ayam ras selama periode Januari 2018 hingga Mei 2025 dengan total 89 observasi untuk setiap komoditas. Data disusun dalam bentuk deret waktu bulanan dan tidak mengandung data hilang. Prosedur penelitian yang dilakukan dijelaskan pada gambar 1.

Tahap awal penelitian dilakukan melalui eksplorasi data deret waktu untuk mengidentifikasi pola tren dan musiman. Analisis ini didukung oleh pemeriksaan *Autocorrelation Function* (ACF) guna mendeteksi ketergantungan antarwaktu serta indikasi musiman tahunan. Pemodelan peramalan dilakukan menggunakan metode *Holt–Winters Exponential Smoothing* dengan dua pendekatan, yaitu model aditif dan multiplikatif. Panjang musim ditetapkan sebesar 12 sesuai dengan frekuensi data bulanan. Parameter pemulusan *level* (α), *tren* (β), dan musiman (γ) dioptimalkan menggunakan metode *Grid Search* dengan rentang nilai 0 hingga 1 dan interval 0,1. Dengan skema ini diperoleh 1331 kombinasi parameter untuk setiap model dan komoditas. Akurasi peramalan diukur menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) berdasarkan kesesuaikan antara nilai aktual dan nilai hasil peramalan pada data historis. Model dengan nilai MAPE terkecil dipilih sebagai model terbaik. Model terbaik kemudian digunakan untuk menghasilkan prakiraan harga selama 12 bulan ke depan, yaitu periode Juni 2025 hingga Mei 2026. Hasil peramalan selanjutnya diintegrasikan ke dalam sistem aplikasi berbasis web. Proses peramalan dilakukan secara *server-side*, di mana model *Holt–Winters* dan parameter optimal dijalankan di *backend* menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Sistem secara otomatis memanggil model untuk menghasilkan nilai peramalan berdasarkan data terbaru, tanpa input manual dari

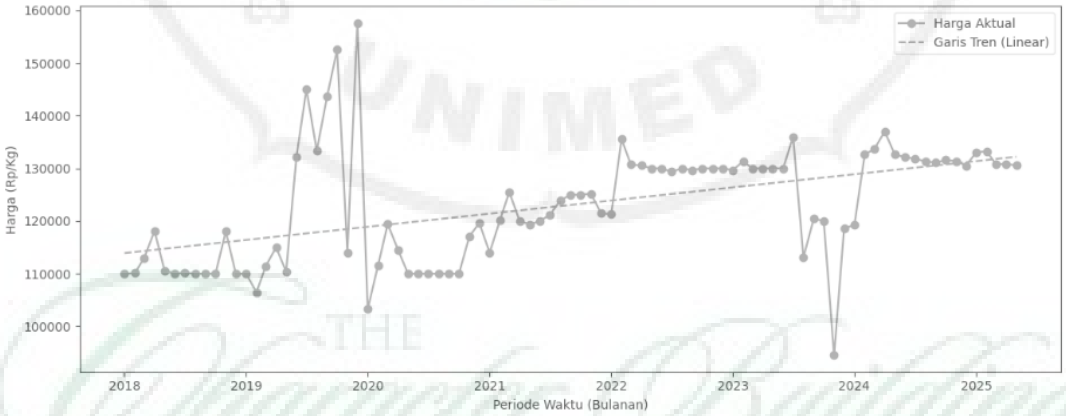
pengguna. Aplikasi web berfungsi untuk memvisualisasikan hasil peramalan dalam bentuk tabel dan grafik sebagai alat bantu pengambilan keputusan.



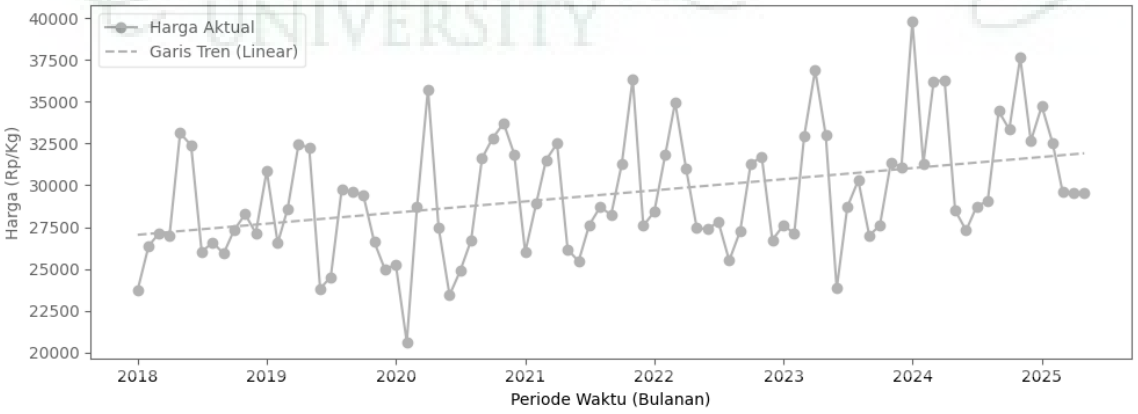
Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

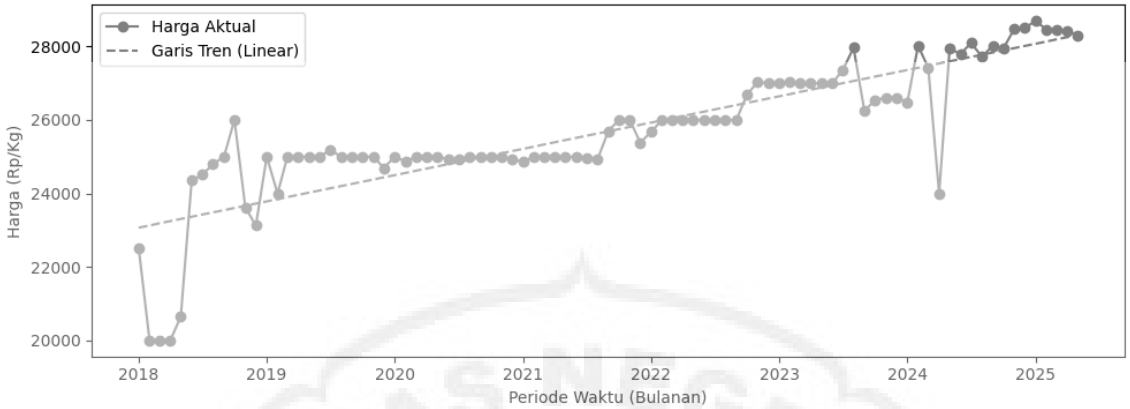
Data harga komoditas daging sapi, daging ayam ras, dan telur ayam ras yang tercatat di Kota Medan terdiri atas 89 observasi bulanan untuk masing-masing komoditas pada periode Januari 2018 hingga Mei 2025. Secara visual, ketiga deret harga menunjukkan fluktuasi yang berulang dari waktu ke waktu dengan kecenderungan tren jangka panjang yang berbeda antar komoditas. Pola ini mengindikasikan bahwa data tidak bersifat stasioner dan dipengaruhi oleh komponen tren serta variasi musiman. Grafik perubahan harga untuk masing-masing komoditas ditampilkan pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 4.



Gambar 2. Grafik Harga Daging Sapi

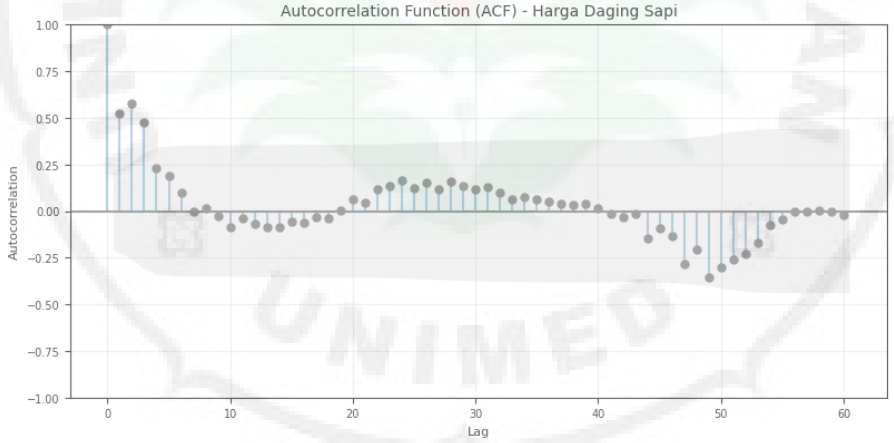


Gambar 3. Harga Daging Ayam Ras

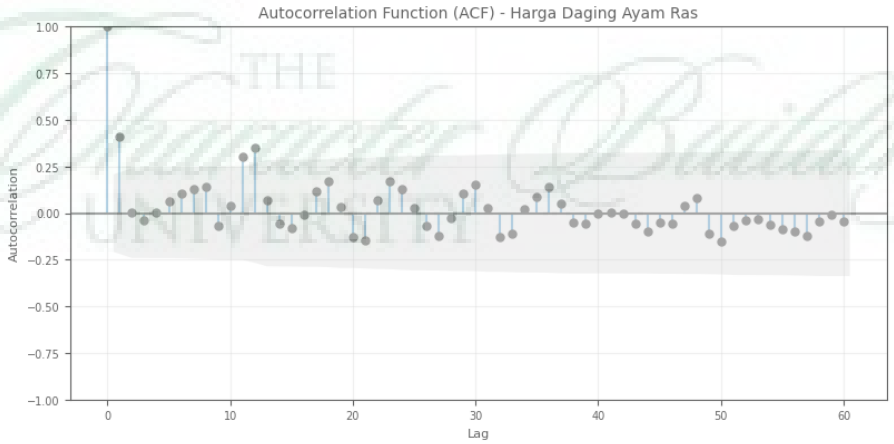


Gambar 4. Harga Telur Ayam Ras

Untuk mengonfirmasi karakteristik tersebut, dilakukan analisis *Autocorrelation Function* (ACF) pada masing-masing komoditas. Hasil analisis ACF menunjukkan adanya autokorelasi signifikan pada lag awal untuk seluruh komoditas, yang mengindikasikan ketergantungan antarperiode waktu. Pada harga daging ayam ras yang ditunjukkan pada Gambar 6, terlihat puncak autokorelasi yang berulang pada lag kelipatan 12, yang menandakan adanya pola musiman tahunan yang konsisten. Sebaliknya, pada harga daging sapi dan telur ayam ras yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 7, autokorelasi menurun secara bertahap tanpa puncak musiman yang jelas, yang menunjukkan dominasi komponen tren jangka panjang. Hasil ini mendukung penggunaan metode *Holt–Winters Exponential Smoothing* dalam memodelkan dinamika harga pangan hewani di Kota Medan.



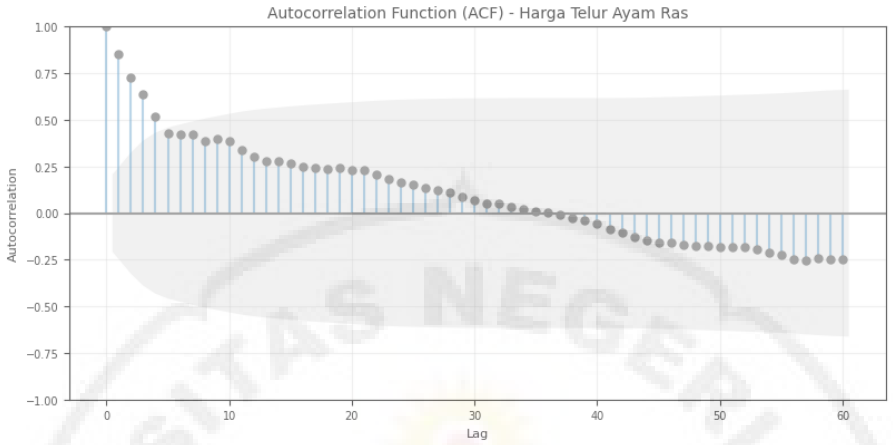
Gambar 5. Plot ACF Harga Daging Sapi



Gambar 6. Plot ACF Harga Daging Ayam Ras

Temuan pada plot ACF (Gambar 5–7) memberikan justifikasi statistik awal terhadap pemilihan metode *Holt–Winters Exponential Smoothing*. Pola musiman tahunan yang kuat pada harga daging ayam ras mendukung penggunaan komponen musiman eksplisit, sedangkan dominasi tren pada harga daging sapi dan telur ayam ras menunjukkan bahwa

fluktuasi musiman bersifat relatif konstan. Karakteristik ini sejalan dengan asumsi model *Holt–Winters* aditif, yang selanjutnya terbukti menghasilkan nilai MAPE yang lebih rendah dibandingkan model multiplikatif.



Gambar 7. Plot ACF Harga Telur Ayam Ras

Setelah karakteristik data teridentifikasi, dilakukan pemodelan menggunakan metode *Holt–Winters Exponential Smoothing* dengan pendekatan aditif dan multiplikatif. Proses inisialisasi komponen level, tren, dan musiman dilakukan menggunakan satu musim awal (12 bulan) sesuai dengan sifat data bulanan. Nilai level awal ditentukan menggunakan rata-rata data satu musim pertama, nilai *trend* dihitung menggunakan perubahan rata-rata antarmusim, sedangkan nilai musiman dihitung menggunakan selisih antara data aktual dan level untuk model aditif atau rasio antara data aktual dan level untuk model multiplikatif. Rumus yang digunakan dalam proses inisialisasi tersebut sebagai berikut (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

$$\ell_s = (y_1 + y_2 + \ldots + y_s)/s \tag{1}$$

$$T_s = \frac{\frac{y_{s+1} - y_1}{s} + \frac{y_{s+2} - y_2}{s} + \ldots \frac{y_{s+s} - y_s}{s})}{s} \tag{2}$$

Pada model aditif, nilai musiman dihitung sebagai selisih antara data aktual dan level awal menggunakan Persamaan (3), Sedangkan pada model multiplikatif, nilai musiman dihitung sebagai rasio antara data aktual dan level awal, Sebagaimana ditunjukkan dalam Persamaan (4):

$$S_p = y_p - \ell_s \tag{3}$$

$$S_p = \frac{y_p}{\ell_s} \tag{4}$$

Melalui penggunaan Persamaan (1) sampai dengan persamaan (4) di atas, seluruh nilai awal *level, trend,* dan *seasonal* untuk daging sapi, ayam ras, dan telur ayam ras ditampilkan pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Inisilisasi Harga Daging Sapi

Tahun	Bulan (t)	Harga (y)	*Level (l)*	*Trend (T)*	*Seasonal (S)*
Additive					
2018	1	110000			-1676.25
	2	110125			-1551.25
	...	...			...
	11	118013			1323.75
	12	110000	111676.25	1330.19	-1676.25
Multiplicative					
2018	1	110000			-1676.25
	2	110125			-1551.25
	...	...			...
	11	118013			1.06
	12	110000	111676.25	1330.19	0.98

Tabel 2. Hasil Inisilisasi Harga Daging Ayam Ras

Tahun	Bulan (t)	Harga (y)	*Level (l)*	*Trend (b)*	*Seasonal (s)*
Additive					
2018	1	23750			-3834.83
	2	26375			-1209.83
	...	...			...

	11	28269			684.17
	12	27143	27584.83	58.53	-441.83
Multiplicative					
2018	1	23750			-1676.25
	2	26375			-1551.25
	...	...			...
	11	28269			1.02
	12	27143	27584.83	58.53	0.98

Tabel 3. Hasil Inisilisasi Harga Telur Ayam Ras

Tahun	Bulan (t)	Harga (y)	*Level (l)*	*Trend (b)*	*Seasonal (s)*
Additive					
2018	1	22508			-372.34
	2	20000			-2880.34
	...	...			...
	11	23622			741.67
	12	23125	22880.34	168.90	244.67
Multiplicative					
2018	1	22508			-1676.25
	2	20000			-1551.25
	...	...			...
	11	23622			1.03
	12	23125	22880.33	168.90	1.01

Tahap berikutnya adalah menerapkan proses peramalan (*forecasting*) harga bahan pangan dengan menghitung nilai pemulusan *level, trend, seasonal* serta nilai *forecasting*. peramalan harga dilakukan untuk periode Januari 2019 hingga Mei 2025 mengunakan persamaan (5) sampai dengan Persamaan (11) (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

Level Additive $:\boldsymbol{\ell_t = \alpha \times (y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha) \times (\ell_{t-1} + T_{t-1})}$ (1)

Level Multiplicative $:\boldsymbol{\ell_t = \alpha \times \left(\frac{y_t}{S_{t-s}}\right) + (1 - \alpha) \times (\ell_{t-1} + T_{t-1})}$ (2)

trend $:T_t = \beta \times (\ell_t - \ell_{t-1}) + (1-) \times T_{t-1}$ (3)

Seasonal Aditive $:S_t = g' (y_t - l_t) + (1 - g)' S_{t-s}$ (4)

Seasonal Multiplicative $:S_t = \gamma \times \left(\frac{y_t}{\ell_t}\right) + (1 - \gamma) \times S_{t-s}$ (5)

Forcasting Aditive $:\hat{y}_{t+m} = \ell_t + m \times T_t + S_{t+m-s}$ (6)

Forcasting Multiplicative $:\hat{y}_{t+m} = (\ell_t + m \times T_t) \times S_{t+m-s}$ (7)

Penentuan parameter pemulusan α, β, dan γ dilakukan melalui proses optimasi menggunakan *grid search* dengan rentang 0 hingga 1 dan langkah kenaikan 0,1 untuk mendapatkan kombinasi parameter paling tepat bagi setiap komoditas. Berdasarkan hasil optimasi, daging sapi memperoleh kombinasi terbaik pada α = 0,6, β = 0,1, dan γ = 0,2. Untuk daging ayam ras, parameter optimal diperoleh pada α = 0,0, β = 0,0, dan γ = 0,4. Sementara itu, komoditas telur ayam ras menunjukkan performa terbaik dengan kombinasi parameter α = 0,2, β = 0,0, dan γ = 0,9. Secara umum, nilai parameter tren (β) relatif kecil, yang mengindikasikan bahwa perubahan tren jangka panjang berlangsung secara gradual. Sementara itu, parameter musiman (γ) cenderung lebih besar pada komoditas daging ayam ras, sejalan dengan temuan pola musiman tahunan yang lebih kuat pada komoditas tersebut. Hasil peramalan untuk seluruh komoditas disajikan pada Tabel 4 hingga Tabel 6 sesuai dengan persamaan pemodelan yang digunakan.

Tabel 4. Hasil Peramalan Harga Daging Sapi

Tahun	Bulan (t)	Harga (y)	*Level (l)*	*Trend (T)*	*Seasonal (S)*	*Forecasting ($\hat{y}$)*
Additive						
2019	1	110000	112208.33	1250.38	-1782.67	111330.19
	2	106464	110192.63	923.77	-1986.73	111907.45
	...	...			...	...
2025	4	130833	128702.08	-144.53	3618.09	135480.40
	5	130556	130012.42	0.96	-232.35	128131.22
Multiplicative						
2019	1	110000	112208.33	1250.38	0.98	111310.22
	2	106464	110161.69	920.67	0.98	111882.69
	...	...			...	...

2025	4	130833	128518.59	-184.59	1.03	136227.62
	5	130556	129947.36	-23.26	1.00	127876.64

Tabel 5. Hasil Peramalan Harga Daging Ayam Ras

Tahun	Bulan (t)	Harga (y)	*Level (l)*	*Trend (T)*	*Seasonal (S)*	*Forecasting* ($\hat{y}$)
Additive						
2019	1	30863	27643.36	58.53	-1013.04	23808.53
	2	26544	27701.89	58.53	-1189.06	26492.06
	...	...			...	...
2025	4	29529	32032.94	58.53	1651.99	36455.56
	5	29526	32091.47	58.53	-1562.75	31197.20
Multiplicative						
2019	1	30863	27643.36	58.53	0.96	23800.39
	2	26544	27701.89	58.53	0.96	26486.92
	...	...			...	...
2025	4	29529	32032.94	58.53	1.06	36670.87
	5	29526	32091.47	58.53	0.95	31201.28

Tabel 6. Hasil Peramalan Harga Telur Ayam Ras

Tahun	Bulan (t)	Harga (y)	*Level (l)*	*Trend (T)*	*Seasonal (S)*	*Forecasting* ($\hat{y}$)
Additive						
2019	1	25000	23513.85	168.90	1300.30	25000
	2	24000	24322.26	168.90	-578.07	24000
	...	...			...	...
2025	4	28421	30780.79	168.90	-2508.43	28421
	5	28303	30544.59	168.90	-2079.56	28303
Multiplicative						
2019	1	25000	23522.09	168.90	1.05	22674.15
	2	24000	24444.07	168.90	0.97	20708.61
	...	...			...	...
2025	4	28421	31175.76	168.90	0.91	26332.87
	5	28303	30900.65	168.90	0.92	30460.38

Untuk menghasilkan peramalan pada periode berikutnya, komponen level dan tren yang digunakan berasal dari nilai terakhir pada Mei 2025, sedangkan komponen musiman diambil berdasarkan nilai musiman pada bulan yang sama satu siklus sebelumnya. Sebelum melakukan proyeksi ke periode mendatang, dilakukan evaluasi akurasi model menggunakan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) guna menentukan model terbaik dengan menggunakan persamaan berikut (Sari, 2023).

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t}\right| \times 100\% \quad (12)$$

Perbandingan nilai MAPE antara model aditif dan multiplikatif disajikan pada Tabel 7. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, kedua model menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik karena seluruh nilai MAPE berada di bawah 10%. Meskipun demikian, model aditif memberikan performa yang lebih unggul dibandingkan model multiplikatif dan dipilih sebagai model yang digunakan untuk peramalan lanjutan.

Tabel 7. Perbandingan MAPE

Komoditas	(α)	(β)	(γ)	MAPE *Multiplicative*	MAPE *Additive*
Daging Sapi	0,6	0,1	0,2	5,13%	5,03 %
Daging Ayam Ras	0,0	0,0	0,4	9,84%	9,75 %
Telur Ayam Ras	0,2	0,0	0,9	3,85%	3,61 %

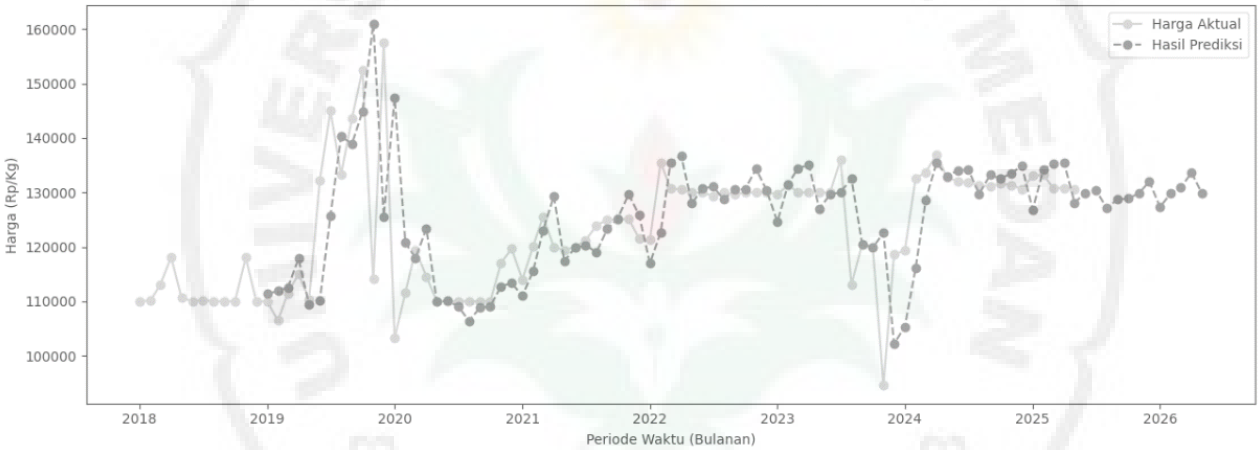
Model *Holt–Winters* aditif selanjutnya digunakan untuk menghasilkan peramalan harga selama 12 bulan ke depan, yaitu periode Juni 2025 hingga Mei 2026. Horizon peramalan 12 bulan dipilih untuk mencakup satu siklus musiman penuh, sehingga hasil peramalan dapat dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan tahunan. Tabel 8 menyajikan hasil peramalan ketiga komoditas untuk periode Juni 2025–Mei 2026. Gambar 8 sampai dengan Gambar 10 memperlihatkan perbandingan antara data aktual dan nilai peramalan untuk ketiga komoditas.

Tabel 8. Hasil Peramalan 12 Bulan ke Depan

Tahun	Bulan	Hasil Peramalan		
		Harga Daging Sapi	Harga Daging Ayam Ras	Harga Telur Ayam Ras

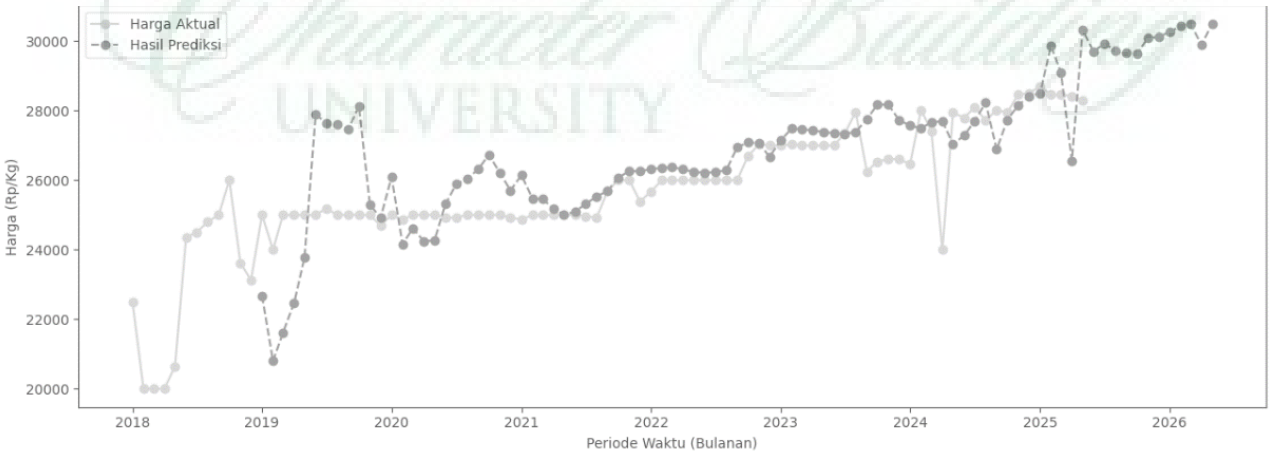
2025	Juni	129.925	30.068	28.277
	Juli	130.418	28.375	28.251
	Agustus	127.136	28.041	28.225
	September	128.708	27.321	28.199
	Oktober	128.885	27.530	28.172
	November	129.827	28.234	28.146
	Desember	131.990	25.152	28.120
2026	Januari	127.318	23.995	28.094
	Februari	129.917	23.173	28.068
	Maret	130.895	25.153	28.042
	April	133.641	25.266	28.016
	Mei	129.792	26.071	27.990

Harga daging sapi diperkirakan berfluktuasi ringan dengan kecenderungan naik pada awal 2026 sebelum menurun kembali di akhir periode. Harga daging ayam menunjukkan penurunan hingga awal 2026 lalu meningkat menjelang akhir periode, sejalan dengan pola musiman yang sensitif terhadap perubahan permintaan dan biaya produksi. Berbeda dengan keduanya, harga telur cenderung stabil dengan rentang perubahan kecil, menunjukkan minimnya pengaruh fluktuasi musiman.



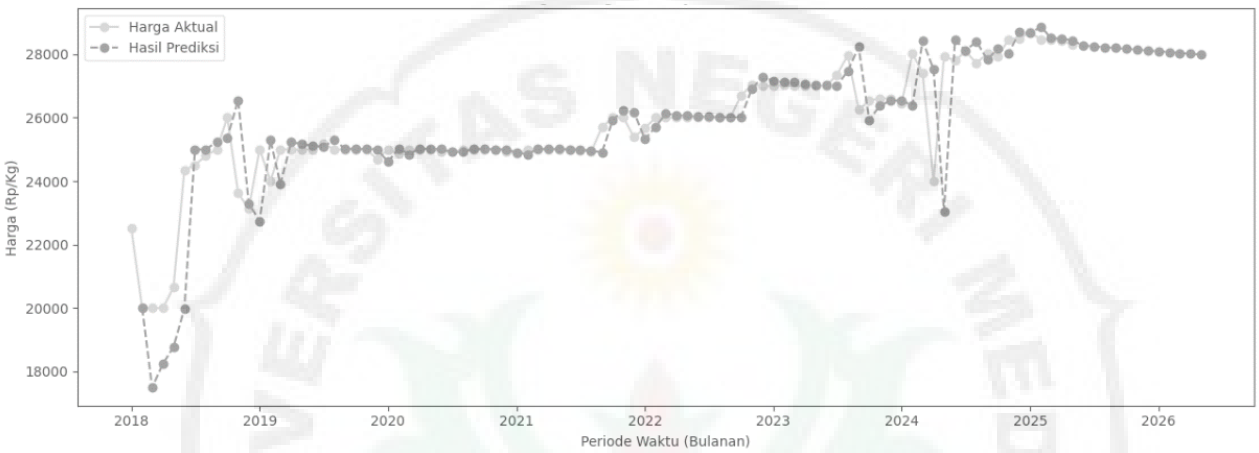
Gambar 8. Perbandingan Nilai Aktual dan Peramalan Harga Daging Sapi

Hasil peramalan ini memperkuat temuan bahwa masing-masing komoditas memiliki respons yang berbeda terhadap dinamika musiman dan tren jangka panjang. Perbedaan pola tersebut memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi pasar pangan hewani di Kota Medan, sekaligus menunjukkan bahwa intervensi kebijakan tidak dapat dilakukan secara seragam bagi seluruh komoditas. Dengan mengetahui estimasi pergerakan harga dalam 12 bulan ke depan, pemerintah daerah dan pelaku usaha dapat menyusun strategi yang lebih adaptif, baik dalam hal pengelolaan pasokan, distribusi, maupun stabilisasi harga. Temuan ini menjadi dasar penting untuk memahami perilaku pasar serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih berbasis data dalam upaya menjaga ketersediaan dan keterjangkauan pangan hewani bagi masyarakat.



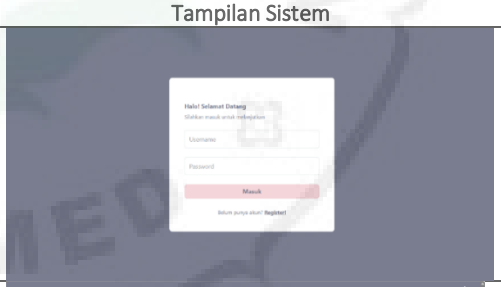
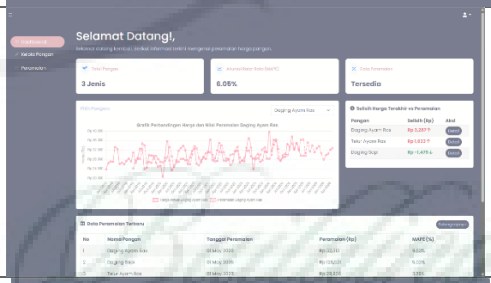
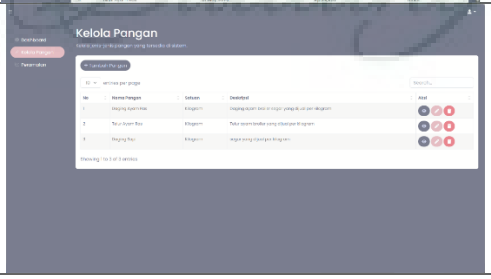
Gambar 9. Perbandingan Nilai Aktual dan Peramalan Harga Daging Ayam Ras

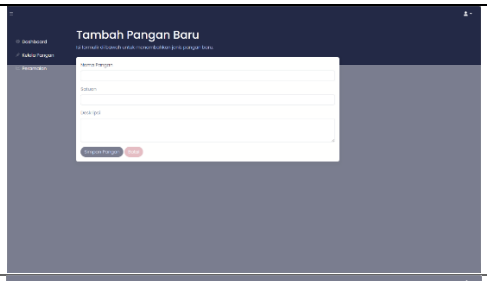
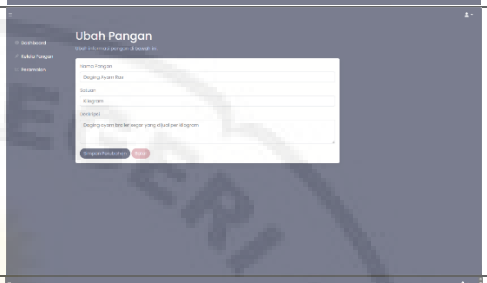
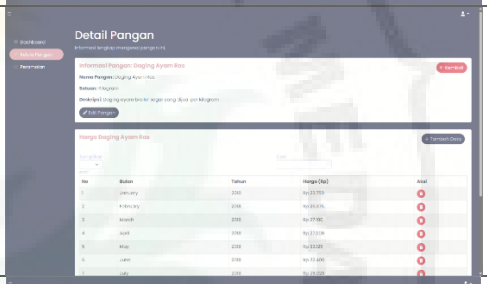
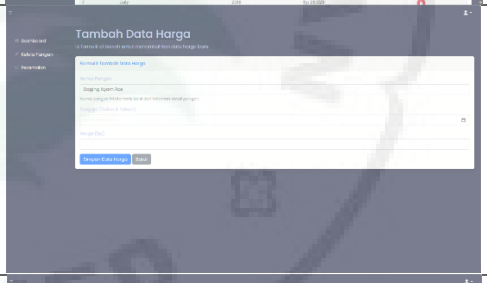
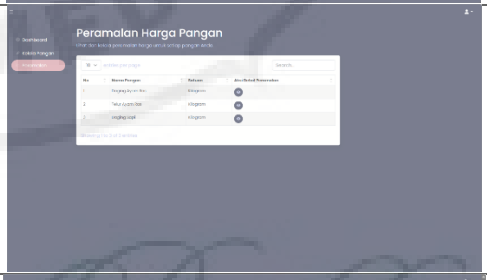
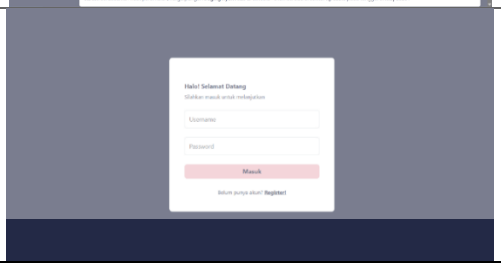
Hasil peramalan diintegrasikan ke dalam sistem aplikasi berbasis web yang berfungsi sebagai media visualisasi dan monitoring harga pangan hewani. Proses peramalan dilakukan secara *server-side*, di mana model *Holt–Winters* aditif beserta parameter optimal dijalankan di *backend* menggunakan bahasa pemrograman Python. Sistem secara otomatis memproses data historis dan menghasilkan nilai peramalan tanpa input manual dari pengguna. Evaluasi performa sistem dilakukan menggunakan metode *blackbox testing* untuk memastikan bahwa fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan hasil peramalan secara konsisten dan andal. Implementasi sistem ini bersifat pendukung dan tidak memengaruhi validitas analisis statistik yang dilakukan. Hasil implementasi dan pengujian sistem ditampilkan pada Tabel 9.



Gambar 10. Perbandingan Nilai Aktual dan Peramalan Harga Telur Ayam Ras

Tabel 9. Skenario pengujian Sitem Peramalan Harga Pangan

No	Skenario Uji	Input	Output yang Diharapkan	Tampilan Sistem	Ket
1	*Login* berhasil	*Username* & *password* valid	Pengguna masuk ke dashboard		Sesuai
2	*Login* gagal	*Username* / *password* salah	Pesan kesalahan muncul		Sesuai
3	*Dashboard*	Akses menu *dashboard*	Ringkasan data harga muncul		Sesuai
4	Kelola pangan	Klik menu kelola pangan	Daftar pangan tampil		Sesuai

5	Tambah pangan	Input data pangan	Data pangan tersimpan		Sesuai
6	Ubah pangan	Ubah data pangan	Data diperbarui sesuai input		Sesuai
7	Detail pangan	Klik tombol detail	Informasi & riwayat harga tampil		Sesuai
8	Tambah data harga	Isi form harga baru	Riwayat harga bertambah		Sesuai
9	Akses Peramalan	Klik menu peramalan	Daftar pangan untuk peramalan tampil		Sesuai
10	Detail peramalan	Klik detail peramalan	Info pangan dan tombol jalankan peramalan tampil		Sesuai
11	Jalankan prediksi	Klik tombol peramalan	Grafik & tabel hasil prediksi muncul		Sesuai
12	*Logout*	Klik tombol *logout*	Sistem kembali ke login		Sesuai

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, metode Holt–Winters mengasumsikan bahwa pola tren dan musiman relatif stabil sepanjang waktu, sehingga kurang adaptif terhadap kejadian luar biasa seperti gangguan pasokan atau perubahan kebijakan yang bersifat mendadak. Kedua, model peramalan tidak memasukkan variabel eksternal seperti inflasi, harga pakan, atau faktor cuaca yang berpotensi memengaruhi harga pangan hewani. Ketiga, data yang digunakan bersifat bulanan, sehingga fluktuasi harga jangka pendek tidak dapat ditangkap secara rinci. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan pendekatan dengan memasukkan variabel eksogen atau membandingkan dengan metode peramalan lain yang lebih adaptif terhadap perubahan struktural.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Holt–Winters Exponential Smoothing* mampu digunakan untuk meramalkan harga komoditas pangan hewani di Kota Medan berdasarkan data deret waktu bulanan. Hasil evaluasi akurasi menunjukkan bahwa model menghasilkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) di bawah 10%, yang mengindikasikan tingkat akurasi peramalan yang sangat baik sesuai kriteria umum evaluasi peramalan. Dalam konteks data dan periode penelitian ini, Model *Holt–Winters* aditif memberikan kinerja terbaik dalam merepresentasikan pola tren dan musiman harga daging sapi, daging ayam ras, dan telur ayam ras. Hasil peramalan untuk periode 12 bulan ke depan dapat dimanfaatkan sebagai informasi pendukung dalam perencanaan stabilisasi harga dan pengelolaan pangan hewani di tingkat daerah. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan pendekatan dengan memasukkan variabel eksternal atau menggunakan skema validasi yang berbeda guna meningkatkan ketepatan dan generalisasi hasil peramalan.

DAFTAR PUSTAKA

Anisah, H., Magdalena, M., Pratiwi, N. R., Amaliah, P. N., Septiyani, R., Rosdiana, R., Komariah, S., Allisa, S. N., & Khastini, R. O. (2021). Pengaruh Fluktuasi-Inflasi Terhadap Ketahanan Pangan di Provinsi Banten. *JASc (Journal of Agribusiness Sciences)*, *5*(1), 1–5. https://doi.org/https://doi.org/10.30596/jasc.v5i1.7038

Badan Pusat Statistik Kota Medan. (2024). *Kota Medan dalam Angka 2024*. https://medankota.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/37e78618776809c6328bec65/kota-medan-dalam-angka-2024.html

Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Medan. (2023). *Analisis Stabilisasi Harga dan Kebutuhan Pokok di Kota Medan*.

Chintia, R. A., & Destiningsih, R. (2022). Pengaruh harga komoditas pangan terhadap inflasi di kota semarang. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Bisnis*, *27*(2), 244–258. https://doi.org/https://doi.org/10.33626/inovasi.v20i2.790

Dewi, N. P., & Listiowarni, I. (2020). Implementasi Holt-Winters Exponential Smoothing untuk Peramalan Harga Bahan Pangan di Kabupaten Pamekasan. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, *11*(2), 219–231. https://doi.org/https://doi.org/10.31849/digitalzone.v11i2.4797

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2025). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2025: Addressing High Food Price Inflation for Food Security and Nutrition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). https://doi.org/10.4060/cd6008en

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: principles and practice, 3rd edition*. OTexts. https://otexts.com/fpp3

Insani, C. N., & Sari, D. M. (2025). Monitoring Sistem Fluktuasi Harga Pangan Secara Realtime Berbasis Website. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi ISSN*, *2407*, 4322. https://doi.org/https://doi.org/10.35957/jatisi.v12i1.9388

Kusuma, M. (2024). Perbandingan Metode Holt-Winters dan Seasonal ARIMA dalam Memprediksi Produksi Beras di Indonesia. *Jurnal Agribisnis*, *26*(02), 31–45. https://doi.org/https://doi.org/10.31849/agr.v26i02.17672

Organization for Economic Co-operation and Development. (2022, December). *Beef consumption per capita in Indonesia from 2017 to 2022, and forecasts until 2029**. https://www.statista.com/statistics/757351/indonesia-beef-consumption-per-capita/

Permata Junita, T., & Handini Primandari, A. (2023). Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing dan Metode Triple Exponential Smoothing untuk Harga Telur pada Produsen di Kabupaten Sukabumi. *Emerging Statistics and Data Science Journal*, *1*(2). https://doi.org/https://doi.org/10.20885/esds.vol1.iss.2.art21

Rumawas, V. V, Nayoan, H., & Kumayas, N. (2021). Peran Pemerintah Dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan di Kabupaten Minahasa Selatan (Studi Dinas Ketahanan Pangan Minahasa Selatan). *Governance*, *1*(1).

Sari, A. P. (2023). *Peramalan Utang Luar Negeri Indonesia dengan Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing dan Grey Double Exponential Smoothing* [Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah]. https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/76752

Sitepu, R. K. K., Asaad, M., & Sebayang, V. B. (2023). Strategi Kebijakan Stabilisasi Harga Komoditas Pangan di Provinsi Sumatera Utara. *Inovasi*, *20*(2), 135–143. https://doi.org/https://doi.org/10.33626/INOVASI.V20I2.790

Sutrisno, A. D. (2022). Kebijakan Sistem Ketahanan Pangan Daerah. *Kebijakan: Jurnal Ilmu Administrasi*, *13*(1), 28–42. https://doi.org/https://doi.org/10.23969/kebijakan.v13i1.4862