

Implementasi *Vector Error Correction Model* dalam Menganalisis Hubungan Tingkat Kesejahteraan Petani Antar Subsektor

Zidni Permana Ardianysah, Sri Harini*, and Juhari

Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan tingkat kesejahteraan petani antar subsektor pertanian di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang menggunakan pendekatan *Vector Error Correction Model* (VECM). Data yang digunakan mencakup Nilai Tukar Petani (NTP) dari lima subsektor: Pangan, Hortikultura, Perkebunan, Peternakan, dan Perikanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hubungan antar subsektor dalam jangka pendek dan jangka panjang. Dalam jangka panjang, NTP Pangan, NTP Hortikultura, dan NTP Perkebunan saling memengaruhi secara signifikan, baik positif maupun negatif, sedangkan NTP Peternakan dan NTP Perikanan cenderung memiliki pengaruh yang lebih terbatas. Di sisi lain, hubungan jangka pendek lebih dipengaruhi oleh nilai-nilai NTP dari periode sebelumnya. Model VECM terbukti akurat dalam memodelkan hubungan antar subsektor, dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) seluruh subsektor berada di bawah 10%. Secara rinci, MAPE untuk NTP Pangan sebesar 2.18%, NTP Hortikultura 4.18%, NTP Perkebunan 3.43%, NTP Peternakan 0.71%, dan NTP Perikanan 0.86%. Dengan demikian, model VECM efektif digunakan untuk menganalisis dinamika kesejahteraan petani antar subsektor di Indonesia.

Kata Kunci: VECM, Nilai Tukar Petani, Subsektor Pertanian, Hubungan Jangka Pendek Hubungan Jangka Panjang

Abstract

This study aims to analyze the relationship between the level of farmers' welfare between agricultural subsectors in Indonesia in the short and long term using the *Vector Error Correction Model* (VECM) approach. The data used includes the Farmer Exchange Rate (NTP) from five subsectors: Food, Horticulture, Plantations, Farms, and Fisheries. The results of the study show that there are differences in the relationship between subsectors in the short and long term. In the long term, Food NTP, Horticulture NTP, and Plantation NTP affect each other significantly, both positively and negatively, while Farms NTP and Fisheries NTP tend to have a more limited influence. On the other hand, short-term relationships are more influenced by NTP values from previous periods. The VECM model proved to be accurate in modeling the relationship between subsectors, with the *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) value of all subsectors being below 10%. In detail, MAPE for Food NTP is 2.18%, Horticulture NTP 4.18%, Plantation NTP 3.43%, Farms NTP 0.71%, and Fisheries NTP 0.86%. Thus, the VECM model is effectively used to analyze the dynamics of farmers' welfare between subsectors in Indonesia.

*Corresponding author. E-mail: sriharini@mat.uin-malang.ac.id

Keywords: VECM, Farmer's Exchange Rate, Agriculture SubSector, Long Term Relationship, Short Term Relationship

Copyright © 2025 by Authors, Published by JRMM Group. This is an open access article under the CC BY-SA License (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)

1 Pendahuluan

Analisis deret waktu (*Time Series*) merupakan metode untuk memahami dan memodelkan data yang diamati secara berurutan dalam interval waktu tertentu, dengan tujuan utama mendukung prediksi dan perencanaan masa depan.[1]. Pendekatan ini terbagi menjadi univariat, yang menganalisis satu variabel berdasarkan urutan waktu [2], dan multivariat, yang memungkinkan pengamatan simultan serta interaksi antar dua atau lebih variabel dalam kerangka waktu yang sama [3]. Dalam praktiknya, data deret waktu seringkali menunjukkan sifat tidak stasioner, yaitu ketidakstabilan atau perubahan yang tidak konsisten seiring waktu. Untuk mengatasi hal ini, teknik differencing diterapkan untuk mentransformasi data menjadi stasioner, suatu prasyarat penting bagi pemodelan yang akurat [4].

Dalam konteks pemodelan data deret waktu multivariat yang tidak stasioner namun memiliki hubungan jangka panjang, *Vector Error Correction Model* (VECM) menjadi pilihan metodologi yang robust. VECM merupakan pengembangan dari model *Vector Autoregressive* (VAR), yang secara efektif menganalisis hubungan variabel berdasarkan nilai-nilai periode sebelumnya [5]. Model ini diperkenalkan oleh Engle dan Granger (1987) untuk menganalisis hubungan antar variabel, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, khususnya ketika variabel-variabel tersebut terkointegrasi, mengindikasikan adanya keseimbangan jangka panjang di antara variabel [6]. Salah satu aplikasi VECM adalah dalam menganalisis sektor-sektor ekonomi yang memiliki peranan penting terhadap stabilitas nasional, seperti sektor pertanian.

Sektor pertanian memegang peran yang sangat signifikan dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Kontribusinya terhadap PDB, kapasitasnya dalam mendukung ekspor, dan perannya sebagai penyedia lapangan kerja merupakan tiga pilar utama yang menopang perekonomian nasional [7]. Dengan sekitar 30% angkatan kerja, atau sekitar 40 juta jiwa, yang bergantung pada sektor ini [8]. Oleh karena itu, peningkatan kesejahteraan masyarakat di sektor pertanian menjadi prioritas utama pemerintah, yang diwujudkan melalui berbagai kebijakan dan program berkelanjutan [9]. Kesejahteraan petani secara spesifik diukur melalui Nilai Tukar Petani (NTP), yang merepresentasikan rasio daya beli petani antara indeks harga yang diterima dari hasil produksi dengan indeks harga yang dibayarkan untuk kebutuhan konsumsi dan biaya produksi. NTP digunakan sebagai indikator penting untuk mengevaluasi kondisi impas, surplus, atau defisit yang dialami petani di berbagai subsektor pertanian, termasuk tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, peternakan, dan perikanan [10].

Melihat pentingnya sektor pertanian di Indonesia, sehingga diperlukan metode analisis yang dapat memahami keterkaitan antar subsektor secara komprehensif. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan menganalisis tingkat kesejahteraan petani di kelima subsektor pertanian di Indonesia menggunakan VECM. Penerapan VECM ini diharapkan dapat memperdalam pemahaman mengenai interaksi jangka pendek dan jangka panjang antar variabel, serta memberikan model yang lebih lengkap dan mampu menjelaskan hubungan yang lebih kompleks demi perumusan kebijakan pertanian yang berkelanjutan.

2 Metode Penelitian

Bagian ini menjelaskan tahapan analisis yang digunakan untuk memodelkan keterkaitan Nilai Tukar Petani (NTP) antar subsektor pertanian menggunakan pendekatan *Vector Error Correction*

Model (VECM). Alur metode disusun secara berurutan, dimulai dari pemahaman karakteristik data melalui statistika deskriptif, dilanjutkan dengan pengujian prasyarat utama deret waktu seperti stasioneritas dan penentuan *lag* optimal. Selanjutnya dilakukan uji stabilitas dan uji kointegrasi untuk memastikan kelayakan penggunaan VECM, serta uji kausalitas Granger untuk mengidentifikasi arah keterkaitan antar variabel. Setelah model VECM diestimasi, dilakukan pengujian diagnostik residual melalui uji Portmanteau dan evaluasi akurasi peramalan menggunakan MAPE. Dengan struktur tersebut, setiap subsection berikut berfungsi sebagai langkah yang saling melengkapi guna menghasilkan model yang valid serta interpretasi hubungan jangka pendek dan jangka panjang yang konsisten.

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan data dan penyajian suatu kelompok data sehingga memberikan informasi yang mudah dipahami. Statistika deskriptif biasanya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau diagram untuk memudahkan pemahaman terhadap data[11].

2.2 Uji Stasioner

Stasioneritas pada data time series menunjukkan bahwa data tidak mengalami tren naik atau turun yang signifikan seiring waktu. *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) test untuk mendeteksi adanya akar unit [12]. Jika terdapat akar unit, maka data dianggap tidak stasioner. ADF merupakan pengembangan dari uji Dickey-Fuller, dengan model regresi sebagai berikut [13]:

$$\Delta y_t = \Phi_0 + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \Phi_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (1)$$

Hipotesis pengujian ADF:

- H_0 : Data mengandung akar unit (tidak stasioner)
- H_1 : Data tidak mengandung akar unit (stasioner)

Kriteria pengujian:

- Tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ (data stasioner)
- Terima H_0 jika $|t_{hitung}| \leq t_{tabel}$ atau $p\text{-value} \geq \alpha$ (data tidak stasioner)

Jika data tidak stasioner, maka dilakukan *differencing*, yaitu teknik mengubah nilai data menjadi selisih terhadap periode sebelumnya [4]. Rumus differencing orde pertama (*first differencing*) adalah:

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} = (1 - B)y_t \quad (2)$$

di mana B adalah operator *backward shift*. Umumnya, differencing cukup dilakukan satu hingga dua kali untuk mencapai kestasioneran [14].

2.3 Lag Optimal

Penentuan panjang lag optimal dalam *Vector Error Correction Model* (VECM) penting karena memengaruhi kemampuan model menangkap dinamika data, di mana lag maksimum dapat ditentukan menggunakan rumus menurut [15].

$$P_{\max} = T^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

Selanjutnya, lag optimal dipilih berdasarkan kriteria tertentu seperti *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Final Prediction Error* (FPE)[16]:

$$AIC(p) = \ln |\Sigma_{\hat{u}\hat{u}}| + \frac{(k + pk^2)2}{T} \quad (4)$$

$$FPE(p) = \left(\frac{T + kp + 1}{T - kp - 1} \right)^k |\Sigma_{\hat{u}\hat{u}}| \quad (5)$$

2.4 Uji Stabilitas

Stabilitas model diuji dengan menganalisis akar-akar dari fungsi polinomial karakteristik (*roots of characteristic polynomial*). Kestabilan model dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.[17].

$$\det(I_{kp} - \Phi z) = \det(I_k - \Phi_1 z - \dots - \Phi_p z^p) \neq 0, \quad |z| \leq 1 \quad (6)$$

di mana z adalah akar dari fungsi polinomial dan merupakan bilangan kompleks.

Hipotesis:

- H_0 : Terdapat akar yang berada di luar lingkaran satuan artinya model tidak stabil
- H_1 : Semua akar berada di dalam lingkaran satuan artinya model stabil

Kriteria Uji:

- Tolak H_0 jika modulus akar $|z| \leq 1$, maka akar berada di dalam lingkaran unit kompleks artinya model stabil.
- Terima H_0 jika terdapat modulus $|z| > 1$, maka terdapat akar yang berada di luar lingkaran unit kompleks artinya model tidak stabil.

2.5 Uji Kointegrasi

Granger (1980) memperkenalkan uji kointegrasi untuk menguji hubungan jangka panjang variabel non-stasioner, yang kemudian disempurnakan oleh Johansen (1988) dengan pendekatan rasio kemungkinan.[18]. Pada uji kointegrasi didasarkan pada yaitu uji *trace* [19].

Hipotesis:

- H_0 : Banyaknya vektor kointegrasi $r = 0$ artinya tidak ada vektor kointegrasi
- H_1 : Banyaknya vektor kointegrasi $r > 0$ artinya ada r vektor kointegrasi

Statistik Uji:

$$T_{\text{trace}}(r) = -T \sum_{i=r+1}^k \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (7)$$

Kriteria Uji:

- Tolak H_0 jika nilai statistik trace lebih besar dari nilai kritis atau $p\text{-value} < \alpha$
- Terima H_0 jika nilai statistik trace lebih kecil dari nilai kritis atau $p\text{-value} \geq \alpha$

2.6 Kausalitas Granger

Kausalitas Granger adalah metode statistik untuk mengidentifikasi arah hubungan antara dua variabel, apakah memiliki hubungan dua arah, satu arah, atau tidak saling memengaruhi. [20].

Hipotesis:

- H_0 : $\sum_{i=1}^m \Phi_{12,i} = 0$ artinya tidak terdapat kausalitas Granger dari y_2 ke y_1
- H_1 : $\sum_{i=1}^m \Phi_{12,i} \neq 0$ artinya terdapat kausalitas Granger dari y_2 ke y_1

Statistik Uji:

$$F_{\text{hit}} = \frac{(RSS_R - RSS_{UR})/m}{RSS_{UR}/(T - s)} \quad (8)$$

Kriteria Uji:

- Tolak H_0 jika $F_{\text{hit}} > F_{\text{tabel}}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, artinya ada hubungan kausalitas variabel y_1 dan variabel y_2 .

2.7 Vector Error Correction Model

Vector Error Correction Model (VECM) diperkenalkan oleh Engle dan Granger sebagai bentuk khusus dari model VAR untuk menangani variabel-variabel time series yang tidak stasioner tetapi memiliki hubungan kointegrasi. Dengan VECM, dapat menganalisis bagaimana variabel endogen berinteraksi dalam jangka pendek sambil tetap mempertahankan keseimbangan jangka panjang yang ada. Bentuk umum VECM adalah sebagai berikut [17].

$$\Delta \mathbf{y}_t = \delta \beta' \mathbf{y}_{t-1} + \Gamma_1 \Delta \mathbf{y}_{t-1} + \Gamma_2 \Delta \mathbf{y}_{t-2} + \cdots + \Gamma_{p-1} \Delta \mathbf{y}_{t-(p-1)} + \mathbf{e}_t \quad (9)$$

2.8 Uji Portmanteau

Uji Portmanteau Test, yang bertujuan untuk mendeteksi adanya autokorelasi pada residual [21]. Hipotesis:

H_0 : Tidak terdapat autokorelasi residual hingga lag ke- p

H_1 : Terdapat autokorelasi residual hingga lag ke- p

Statistik uji:

$$Q_p = T \sum_{i=1}^p \text{tr} \left(\hat{C}_i' \hat{C}_0^{-1} \hat{C}_i \hat{C}_0^{-1} \right)$$

Kriteria uji:

- Jika $p\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima: tidak terdapat autokorelasi residual hingga lag ke- p
- Jika $p\text{-value} \leq \alpha$, maka H_0 ditolak: terdapat autokorelasi residual hingga lag ke- p

2.9 Mean Absolute Percentage Error

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan dalam suatu model peramalan dengan menghitung rata-rata kesalahan persentase absolut antara nilai aktual dan nilai hasil peramalan. Rumus MAPE dapat dituliskan sebagai berikut [14].

$$\text{MAPE} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left| \frac{y_t - f_t}{y_t} \right| \times 100\% \quad (10)$$

Keakuratan MAPE terdiri dari beberapa range, menurut [22] tingkat keakuratan model berdasarkan range MAPE pada Tabel 1.

Tabel 1: Range Keakuratan MAPE

MAPE	Keakuratan
$\text{MAPE} \leq 10\%$	Sangat Akurat
$10\% < \text{MAPE} \leq 20\%$	Akurat
$20\% < \text{MAPE} \leq 50\%$	Cukup Akurat
$\text{MAPE} > 50\%$	Kurang Akurat

3 Hasil dan Pembahasan

Bagian hasil dan pembahasan menyajikan output empiris dari seluruh tahapan analisis pada bagian metode, sekaligus menafsirkan maknanya dalam konteks dinamika kesejahteraan petani antar subsektor. Penyajian dimulai dari ringkasan karakteristik data NTP sebagai gambaran awal pola dan variasi, kemudian dilanjutkan dengan hasil uji stasioneritas, pemilihan *lag* optimal, serta verifikasi kestabilan model. Setelah itu ditampilkan hasil uji kointegrasi dan kausalitas

Granger sebagai dasar penentuan struktur hubungan antar variabel, sebelum masuk pada estimasi dan interpretasi model VECM (jangka panjang dan jangka pendek). Bagian akhir memuat uji diagnostik residual melalui uji Portmanteau dan evaluasi akurasi peramalan menggunakan MAPE. Urutan ini dimaksudkan agar pembaca dapat mengikuti proses dari prasyarat model hingga interpretasi substantif dan kualitas model secara sistematis.

3.1 Statistika Deskriptif

Penelitian ini menggunakan data Nilai Tukar Petani (NTP) dari lima subsektor pertanian yaitu pangan, hortikultura, perkebunan, peternakan, dan perikanan, dengan periode Januari 2019 hingga Desember 2024. Data dibagi menjadi dua bagian yaitu in-sample yaitu Januari 2019–Desember 2023 dan out-sample yaitu Januari–Desember 2024. Seluruh data bersumber dari Badan Pusat Statistik¹. Untuk memahami karakteristik awal data, dilakukan analisis statistik deskriptif yang mencakup rata-rata, median, nilai maksimum, dan minimum.

Tabel 2: Statistika Deskriptif

Variabel	Obs	Mean	Median	Maximum	Minimum
NTP Pangan	72	103.0413	101.25	120.30	95,28
NTP Hortikultura	72	106.9938	104.47	125.66	95.36
NTP Perkebunan	72	121.6208	123.035	164.30	97.74
NTP Peternakan	72	100.2771	100.005	104.81	96.40
NTP Perikanan	72	102.9517	102.305	106.53	98,70

Berdasarkan [Tabel 2](#), seluruh variabel memiliki 72 observasi dalam satuan indeks. NTP Perkebunan menunjukkan nilai rata-rata, median, dan maksimum tertinggi, mencerminkan dominasi dan fluktuasi tinggi. Sebaliknya, NTP Peternakan dan Perikanan lebih stabil dengan variasi yang sempit. Nilai minimum terendah pada NTP Pangan mengindikasikan potensi penurunan kesejahteraan petani di sektor tersebut.

3.2 Stasioneritas

Uji stasioneritas dilakukan untuk mendeteksi akar unit, di mana data dikatakan stasioner jika tidak mengandung akar unit. Pada penelitian ini, pengujian diterapkan pada data NTP dari berbagai subsektor pertanian.

Tabel 3: Hasil Uji Stasioneritas ADF pada Level (I(0))

Variabel	T-Statistik	Critical Value 5%	P-Value
NTP Pangan	0.97162	-2.91173	0.9958
NTP Hortikultura	-1.41119	-2.91173	0.5709
NTP Perkebunan	-0.92250	-2.91173	0.7743
NTP Peternakan	-1.76629	-2.91173	0.3934
NTP Perikanan	-1.33106	-2.91173	0.6095

Berdasarkan [Tabel 3](#), uji ADF pada data level menunjukkan bahwa seluruh variabel NTP subsektor (Pangan, Hortikultura, Perkebunan, Peternakan, dan Perikanan) memiliki $p\text{-value} > 0.05$, H_0 diterima, sehingga data tidak stasioner pada level. Oleh karena itu, perlu dilakukan *differencing*. Hasil uji ADF pada data setelah *differencing* adalah sebagai berikut.

¹<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTcOMSMY/ntp--nilai-tukarpetani--menurut-provinsi--2018-100-.html>

Tabel 4: Hasil Uji Stasioneritas ADF pada First Difference (I(1))

Variabel	T-Statistik	Critical Value 5%	P-Value
NTP Pangan	-4.10040	-2.91263	0.0020
NTP Hortikultura	-6.36043	-2.91263	0.0000
NTP Perkebunan	-6.43517	-2.91263	0.0000
NTP Peternakan	-5.94328	-2.91263	0.0000
NTP Perikanan	-6.31977	-2.91263	0.0000

Berdasarkan Tabel 4, uji ADF pada data level menunjukkan bahwa seluruh variabel NTP subsektor (Pangan, Hortikultura, Perkebunan, Peternakan, dan Perikanan) memiliki $p\text{-value} < 0.05$, H_0 ditolak, artinya data seluruh variabel NTP subsektor (Pangan, Hortikultura, Perkebunan, Peternakan, dan Perikanan) sudah setasioner pada *differencing* pertama.

3.3 Pemilihan Lag Optimal

Penentuan lag optimal dilakukan berdasarkan dua kriteria, yaitu AIC dan FPE, dengan mencoba lag dari 1 hingga lag maksimum 4. Nilai AIC dan FPE untuk setiap lag disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5: Nilai FPE dan AIC pada Berbagai Lag

Lag	FPE	AIC
1	16.60355	16.99464
2	16.27749	16.95184
3	11.09234	16.50914
4	11.63925	16.44009

Berdasarkan Tabel 5, lag optimal dipilih pada lag ke-3 karena memiliki nilai FPE terendah yaitu 11.09234, meskipun AIC minimum tercatat pada lag ke-4. Pemilihan ini didasarkan pada pendekatan yang memprioritaskan minimasi kesalahan prediksi.

3.4 Uji Stabilitas

Model VAR dianggap stabil jika semua akar karakteristik (roots) terletak di dalam lingkaran unit kompleks, yaitu jika seluruh nilai modulus-nya kurang dari satu ($|z| < 1$). Berikut hasil uji stabilitas model dengan lag 3 yang ditampilkan dalam Tabel 6.

Tabel 6: Hasil Uji Stabilitas

Root	Modulus	Keputusan
0,929136	0,929136	H_0 ditolak
0,739629 - 0,401199i	0,841434	H_0 ditolak
0,739629 + 0,401199i	0,841434	H_0 ditolak
0,058909 - 0,811568i	0,813703	H_0 ditolak
0,058909 + 0,811568i	0,813703	H_0 ditolak
-0,303879 - 0,698307i	0,761561	H_0 ditolak
-0,303879 + 0,698307i	0,761561	H_0 ditolak
0,398829 - 0,568809i	0,694700	H_0 ditolak
0,398829 + 0,568809i	0,694700	H_0 ditolak
0,336976 - 0,596271i	0,684903	H_0 ditolak
0,336976 + 0,596271i	0,684903	H_0 ditolak
-0,599573 - 0,150259i	0,618115	H_0 ditolak
-0,599573 + 0,150259i	0,618115	H_0 ditolak
-0,510249 - 0,243776i	0,565491	H_0 ditolak
-0,510249 + 0,243776i	0,565491	H_0 ditolak

Berdasarkan Tabel 6, seluruh akar karakteristik memiliki modulus kurang dari satu ($|z| < 1$). Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) bahwa model tidak stabil ditolak. Artinya, seluruh akar

berada di dalam lingkaran unit kompleks, yang menunjukkan bahwa model dengan lag 3 memenuhi kriteria kestabilan dan layak digunakan untuk analisis selanjutnya.

3.5 Uji Kointegrasi

Uji kointegrasi menggunakan metode Johansen dengan Trace Statistic untuk mendeteksi hubungan jangka panjang antar variabel. Jika $p\text{-value} < 0.05$, maka terdapat kointegrasi dan model VECM digunakan; jika tidak, digunakan model VAR. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7: Hasil Uji Trace

Hipotesis	Eigenvalue	Trace Statistik	Nilai Kritis (5%)	p-value	Keputusan
$H_0: r = 0, H_1: r = 1$	0.486573	101.5491	60.06141	0.0000	Tolak H_0
$H_0: r = 0, H_1: r = 2$	0.407534	64.88340	40.17493	0.0000	Tolak H_0
$H_0: r = 0, H_1: r = 3$	0.309247	36.09298	24.27596	0.0010	Tolak H_0
$H_0: r = 0, H_1: r = 4$	0.246767	15.74443	12.32090	0.0128	Tolak H_0
$H_0: r = 0, H_1: r = 5$	0.002877	0.158472	4.129906	0.7421	Terima H_0

Berdasarkan Tabel 7, hasil uji kointegrasi menunjukkan adanya kointegrasi atau hubungan jangka panjang. Hal ini dibuktikan dengan nilai $p\text{-value} < \alpha$ (0,05) pada hipotesis pertama hingga keempat. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan kointegrasi, sehingga analisis selanjutnya dilakukan dengan menggunakan metode VECM.

3.6 Uji Kausalitas

Uji kausalitas Granger digunakan untuk mengidentifikasi apakah terdapat hubungan searah, dua arah, atau tidak ada hubungan antara variabel subsektor pertanian. Kausalitas dinyatakan signifikan jika $p\text{-value} < 0.05$ dan statistik $F > F_{\text{tabel}} = F_{(5-1, 57-5-1)} = F_{(4,51)} = 2.5534$. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8: Hasil Analisis Kausalitas Granger

Variabel	Hipotesis	F-statistik	p-value	Keputusan
$y_{1,t}$ dan $y_{2,t}$	$H_0: y_{2,t} \nrightarrow y_{1,t}$	2.53461	0.0673	H_0 Diterima
	$H_0: y_{1,t} \nrightarrow y_{2,t}$	1.47462	0.2327	H_0 Diterima
$y_{1,t}$ dan $y_{3,t}$	$H_0: y_{3,t} \nrightarrow y_{1,t}$	0.15485	0.9261	H_0 Diterima
	$H_0: y_{1,t} \nrightarrow y_{3,t}$	3.45627	0.0232	H_0 Ditolak
$y_{1,t}$ dan $y_{4,t}$	$H_0: y_{4,t} \nrightarrow y_{1,t}$	4.77319	0.0053	H_0 Ditolak
	$H_0: y_{1,t} \nrightarrow y_{4,t}$	1.20232	0.3185	H_0 Diterima
$y_{1,t}$ dan $y_{5,t}$	$H_0: y_{5,t} \nrightarrow y_{1,t}$	2.43348	0.0758	H_0 Diterima
	$H_0: y_{1,t} \nrightarrow y_{5,t}$	4.56320	0.0067	H_0 Ditolak
$y_{2,t}$ dan $y_{3,t}$	$H_0: y_{3,t} \nrightarrow y_{2,t}$	4.17398	0.0103	H_0 Ditolak
	$H_0: y_{2,t} \nrightarrow y_{3,t}$	0.78142	0.4194	H_0 Diterima
$y_{2,t}$ dan $y_{4,t}$	$H_0: y_{4,t} \nrightarrow y_{2,t}$	1.68309	0.1825	H_0 Diterima
	$H_0: y_{2,t} \nrightarrow y_{4,t}$	0.78142	0.5099	H_0 Diterima
$y_{2,t}$ dan $y_{5,t}$	$H_0: y_{5,t} \nrightarrow y_{2,t}$	1.55549	0.2118	H_0 Diterima
	$H_0: y_{2,t} \nrightarrow y_{5,t}$	1.72040	0.1747	H_0 Diterima
$y_{3,t}$ dan $y_{4,t}$	$H_0: y_{4,t} \nrightarrow y_{3,t}$	1.50113	0.2256	H_0 Diterima
	$H_0: y_{3,t} \nrightarrow y_{4,t}$	3.68235	0.0179	H_0 Ditolak
$y_{3,t}$ dan $y_{5,t}$	$H_0: y_{5,t} \nrightarrow y_{3,t}$	2.30786	0.0878	H_0 Diterima
	$H_0: y_{3,t} \nrightarrow y_{5,t}$	0.50795	0.6786	H_0 Diterima
$y_{4,t}$ dan $y_{5,t}$	$H_0: y_{5,t} \nrightarrow y_{4,t}$	3.23296	0.0299	H_0 Ditolak
	$H_0: y_{4,t} \nrightarrow y_{5,t}$	2.88967	0.0445	H_0 Ditolak

Berdasarkan Tabel 8 Hasil Uji Kausalitas Granger menunjukkan bahwa hubungan dua arah hanya terjadi antara NTP Perikanan dan NTP Peternakan. Hubungan satu arah ditemukan pada beberapa pasangan variabel, yaitu dari NTP Pangan ke NTP Perkebunan dan NTP Perikanan,

dari NTP Peternakan ke NTP Pangan, dari NTP Perkebunan ke NTP Hortikultura dan NTP Peternakan. Sementara itu, tidak terdapat hubungan kausalitas antara NTP Hortikultura dengan NTP Pangan, Peternakan, dan Perikanan; serta antara NTP Perkebunan dengan NTP Perikanan.

3.7 Identifikasi VECM

Identifikasi VECM yang digunakan untuk menganalisis hubungan jangka pendek dan jangka panjang antar kelima variabel subsektor. Hasil estimasi VECM dianggap signifikan jika nilai $|t\text{-statistik}| > t_{(0.05;57-5)} = 2.00665$.

Tabel 9: Hasil Estimasi Jangka Panjang NTP Pangan

Variabel	Koefisien	t-statistik	Keputusan
NTP Hortikultura(-1)	-0.403492	-2.13066	Signifikan
NTP Perkebunan(-1)	0.320471	2.17273	Signifikan
NTP Peternakan(-1)	-0.893614	-0.94843	Tidak Signifikan
NTP Perikanan(-1)	-0.048998	-0.04543	Tidak Signifikan

Berdasarkan [Tabel 9](#), hasil estimasi VECM jangka panjang NTP Pangan menunjukkan bahwa NTP Hortikultura berpengaruh negatif signifikan terhadap NTP Pangan, sedangkan NTP Perkebunan berpengaruh positif signifikan dalam jangka panjang. Sebaliknya, NTP Peternakan dan NTP Perikanan tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap NTP Pangan dalam jangka panjang.

Tabel 10: Hasil Estimasi Jangka Pendek NTP Pangan

Variabel	Koefisien	t-statistik	Keputusan
CointEq1	-0.076517	-2.56673	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Pangan}(-1))$	0.952370	6.30268	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Pangan}(-2))$	-0.219056	-1.32469	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Hortikultura}(-1))$	0.118598	2.79221	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Hortikultura}(-2))$	0.022526	0.55709	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perkebunan}(-1))$	0.113680	2.23246	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perkebunan}(-2))$	0.138429	2.58482	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Peternakan}(-1))$	0.146510	0.86082	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Peternakan}(-2))$	0.496753	2.86299	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perikanan}(-1))$	-0.156656	-0.53604	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perikanan}(-2))$	-0.932537	-3.70687	Signifikan

Berdasarkan [Tabel 10](#) Hasil Estimasi Jangka Pendek NTP Pangan menunjukkan bahwa NTP Pangan periode sebelumnya, NTP Hortikultura periode sebelumnya, NTP Perkebunan periode sebelumnya dan dua periode sebelumnya, serta NTP Peternakan dua periode sebelumnya berpengaruh positif signifikan terhadap NTP Pangan dalam jangka pendek. Sebaliknya, NTP Perikanan dua periode sebelumnya berpengaruh negatif signifikan terhadap NTP Pangan dalam jangka pendek. Sementara variabel lainnya tidak berpengaruh secara signifikan terhadap NTP Pangan dalam jangka pendek.

Tabel 11: Hasil Estimasi Jangka Panjang NTP Hortikultura

Variabel	Koefisien	t-statistik	Keputusan
NTP Pangan(-1)	-2.478363	-4.13118	Signifikan
NTP Perkebunan(-1)	-0.794245	-2.17492	Signifikan
NTP Peternakan(-1)	2.214699	0.81861	Tidak Signifikan
NTP Perikanan(-1)	0.121436	0.04449	Tidak Signifikan

Berdasarkan Tabel 11, hasil estimasi jangka panjang NTP Hortikultura menunjukkan NTP Pangan, dan NTP Perkebunan berpengaruh negatif signifikan terhadap NTP Hortikultura dalam jangka panjang. Sementara itu, NTP Peternakan dan NTP Perikanan tidak berpengaruh signifikan terhadap NTP Hortikultura dalam jangka panjang.

Tabel 12: Hasil Estimasi Jangka Pendek NTP Hortikultura

Variabel	Koefisien	t-statistik	Keputusan
CointEq1	-0.186023	-4.50833	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Pangan}(-1))$	-0.528660	-1.01989	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Pangan}(-2))$	0.075550	0.13319	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Hortikultura}(-1))$	-0.023400	-0.16060	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Hortikultura}(-2))$	-0.241924	-1.74413	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perkebunan}(-1))$	-0.552989	-3.16575	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perkebunan}(-2))$	-0.475066	-2.58594	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Peternakan}(-1))$	-0.184536	-0.31607	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Peternakan}(-2))$	-0.243962	-0.40988	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perikanan}(-1))$	0.793357	0.79137	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perikanan}(-2))$	1.742978	2.01973	Signifikan

Berdasarkan Tabel 12 Hasil Estimasi Jangka Pendek NTP Hortikultura menunjukkan bahwa NTP Perikanan dua periode sebelumnya berpengaruh positif signifikan terhadap NTP Pangan dalam jangka pendek. Sebaliknya, NTP Perkebunan periode sebelumnya dan dua periode sebelumnya berpengaruh negatif signifikan terhadap NTP Hortikultura dalam jangka pendek. Sementara itu subsektor lainnya tidak memiliki hubungan jangka pendek yang signifikan dengan subsektor Hortikultura.

Tabel 13: Hasil Estimasi Jangka Panjang NTP Perkebunan

Variabel	Koefisien	t-statistik	Keputusan
NTP Pangan(-1)	3.120403	4.15039	Signifikan
NTP Hortikultura(-1)	-1.259058	-2.14272	Signifikan
NTP Peternakan(-1)	-2.788434	-1.32757	Tidak Signifikan
NTP Perikanan(-1)	-0.152895	-0.09402	Tidak Signifikan

Berdasarkan Tabel 13, hasil estimasi jangka panjang NTP Perkebunan menunjukkan bahwa NTP Pangan berpengaruh positif signifikan terhadap NTP Perkebunan, sedangkan NTP Hortikultura berpengaruh negatif signifikan dalam jangka panjang. Sementara itu, NTP Peternakan dan NTP Perikanan tidak berpengaruh signifikan terhadap NTP Perkebunan dalam jangka panjang.

Tabel 14: Hasil Estimasi Jangka Pendek NTP Perkebunan

Variabel	Koefisien	t-statistik	Keputusan
CointEq1	-0.059881	-2.08301	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Pangan}(-1))$	0.401853	0.88380	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Pangan}(-2))$	0.811398	1.63066	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Hortikultura}(-1))$	0.040476	0.31669	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Hortikultura}(-2))$	0.136430	1.12130	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perkebunan}(-1))$	0.088994	0.58081	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perkebunan}(-2))$	0.343781	2.13332	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Peternakan}(-1))$	-0.378301	-0.73867	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Peternakan}(-2))$	-0.177945	-0.34083	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perikanan}(-1))$	0.858433	0.97618	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perikanan}(-2))$	0.019239	0.02541	Tidak Signifikan

Berdasarkan [Tabel 14](#) Hasil Estimasi Jangka Pendek NTP Perkebunan menunjukkan bahwa hanya NTP Perkebunan dua periode sebelumnya yang berpengaruh positif signifikan terhadap NTP Perkebunan. Sementara itu subsektor lainnya tidak memiliki hubungan jangka pendek yang signifikan dengan subsektor Perkebunan.

Tabel 15: Hasil Estimasi Jangka Panjang NTP Peternakan

Variabel	Koefisien	t-statistik	Keputusan
NTP Pangan(-1)	-1.119052	-4.78633	Signifikan
NTP Hortikultura(-1)	0.451529	2.13066	Signifikan
NTP Perkebunan(-1)	-0.358624	-3.50729	Signifikan
NTP Perikanan(-1)	0.054832	0.14133	Tidak Signifikan

Berdasarkan [Tabel 15](#), hasil estimasi jangka panjang NTP Peternakan menunjukkan bahwa NTP Pangan dan NTP Perkebunan berpengaruh negatif signifikan terhadap NTP Peternakan, sedangkan NTP Hortikultura berpengaruh positif signifikan terhadap NTP Peternakan dalam jangka panjang. Sementara itu, NTP Perikanan tidak berpengaruh signifikan terhadap NTP Peternakan dalam jangka panjang.

Tabel 16: Hasil Estimasi Jangka Pendek NTP Peternakan

Variabel	Koefisien	t-statistik	Keputusan
CointEq1	-0.043136	-1.94186	Tidak Signifikan
Δ (NTP Pangan(-1))	-0.167755	-1.33136	Tidak Signifikan
Δ (NTP Pangan(-2))	-0.202583	-1.46915	Tidak Signifikan
Δ (NTP Hortikultura(-1))	-0.006630	-0.18720	Tidak Signifikan
Δ (NTP Hortikultura(-2))	-0.029426	-0.87273	Tidak Signifikan
Δ (NTP Perkebunan(-1))	-0.049674	-1.16986	Tidak Signifikan
Δ (NTP Perkebunan(-2))	-0.052453	-1.17457	Tidak Signifikan
Δ (NTP Peternakan(-1))	0.181932	1.28190	Tidak Signifikan
Δ (NTP Peternakan(-2))	-0.415349	-2.87074	Signifikan
Δ (NTP Perikanan(-1))	0.004532	0.01860	Tidak Signifikan
Δ (NTP Perikanan(-2))	0.458750	2.18685	Signifikan

Berdasarkan [Tabel 16](#), hasil estimasi jangka pendek NTP Peternakan menunjukkan bahwa NTP Perikanan dua periode sebelumnya berpengaruh positif signifikan terhadap NTP Peternakan dalam jangka pendek. Sebaliknya, NTP peternakan dua periode sebelumnya berpengaruh negatif signifikan terhadap NTP Peternakan. Sementara itu subsektor lainnya tidak memiliki hubungan jangka pendek yang signifikan dengan subsektor Peternakan.

Tabel 17: Hasil Estimasi Jangka Panjang NTP Perikanan

Variabel	Koefisien	t-statistik	Keputusan
NTP Pangan(-1)	-20.40883	-4.29965	Signifikan
NTP Hortikultura(-1)	8.234802	2.17198	Signifikan
NTP Perkebunan(-1)	-6.540447	-4.65884	Signifikan
NTP Peternakan(-1)	18.23761	2.65064	Signifikan

Berdasarkan [Tabel 17](#), hasil estimasi jangka panjang NTP Perikanan menunjukkan bahwa NTP Pangan dan NTP Perkebunan berpengaruh negatif signifikan, sedangkan NTP Hortikultura dan NTP Peternakan berpengaruh positif signifikan terhadap NTP Perikanan dalam jangka panjang.

Berdasarkan [Tabel 18](#), hasil estimasi jangka pendek NTP Perikanan menunjukkan bahwa hanya NTP Perkebunan dua periode sebelumnya berpengaruh negatif signifikan terhadap NTP Perikanan. Sementara itu subsektor lainnya tidak memiliki hubungan jangka pendek yang signifikan dengan subsektor Perikanan.

Tabel 18: Hasil Estimasi Jangka Pendek NTP Perikanan

Variabel	Koefisien	t-statistik	Keputusan
CointEq1	0.001293	1.64449	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Pangan}(-1))$	-0.028515	-0.35051	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Pangan}(-2))$	-0.095561	-1.07336	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Hortikultura}(-1))$	0.034927	1.52737	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Hortikultura}(-2))$	0.023910	1.09833	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perkebunan}(-1))$	0.050139	1.82888	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perkebunan}(-2))$	0.071952	2.49546	Signifikan
$\Delta(\text{NTP Peternakan}(-1))$	0.166637	1.81853	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Peternakan}(-2))$	-0.106695	-1.14216	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perikanan}(-1))$	-0.032862	-0.20886	Tidak Signifikan
$\Delta(\text{NTP Perikanan}(-2))$	0.093431	0.68983	Tidak Signifikan

Berdasarkan [Tabel 9](#) - [Tabel 18](#) diperoleh model VECM sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\Delta y_{1,t} = & -0.076517 y_{1,t-1} + 0.030874 y_{2,t-1} - 0.024521 y_{3,t-1} + 0.068377 y_{4,t-1} + 0.003749 y_{5,t-1} \\ & + 0.952370 \Delta y_{1,t-1} - 0.219056 \Delta y_{1,t-2} + 0.118598 \Delta y_{2,t-1} + 0.022526 \Delta y_{2,t-2} \\ & + 0.113680 \Delta y_{3,t-1} + 0.138429 \Delta y_{3,t-2} + 0.146510 \Delta y_{4,t-1} + 0.496753 \Delta y_{4,t-2} \\ & - 0.156656 \Delta y_{5,t-1} - 0.932537 \Delta y_{5,t-2}\end{aligned}\quad (11)$$

$$\begin{aligned}\Delta y_{2,t} = & 0.461033 y_{1,t-1} - 0.186023 y_{2,t-1} + 0.147748 y_{3,t-1} - 0.411985 y_{4,t-1} - 0.022590 y_{5,t-1} \\ & - 0.528660 \Delta y_{1,t-1} + 0.075550 \Delta y_{1,t-2} - 0.023400 \Delta y_{2,t-1} - 0.241924 \Delta y_{2,t-2} \\ & - 0.552989 \Delta y_{3,t-1} - 0.475066 \Delta y_{3,t-2} - 0.184536 \Delta y_{4,t-1} - 0.243962 \Delta y_{4,t-2} \\ & + 0.793357 \Delta y_{5,t-1} + 1.742978 \Delta y_{5,t-2}\end{aligned}\quad (12)$$

$$\begin{aligned}\Delta y_{3,t} = & -0.186853 y_{1,t-1} + 0.075394 y_{2,t-1} - 0.059881 y_{3,t-1} + 0.166974 y_{4,t-1} + 0.009156 y_{5,t-1} \\ & + 0.401853 \Delta y_{1,t-1} + 0.811398 \Delta y_{1,t-2} + 0.040476 \Delta y_{2,t-1} + 0.136430 \Delta y_{2,t-2} \\ & + 0.088994 \Delta y_{3,t-1} + 0.343781 \Delta y_{3,t-2} - 0.378301 \Delta y_{4,t-1} - 0.177945 \Delta y_{4,t-2} \\ & + 0.858433 \Delta y_{5,t-1} + 0.019239 \Delta y_{5,t-2}\end{aligned}\quad (13)$$

$$\begin{aligned}\Delta y_{4,t} = & 0.048271 y_{1,t-1} - 0.019477 y_{2,t-1} + 0.015470 y_{3,t-1} - 0.043136 y_{4,t-1} - 0.002365 y_{5,t-1} \\ & - 0.167755 \Delta y_{1,t-1} - 0.202583 \Delta y_{1,t-2} - 0.006630 \Delta y_{2,t-1} - 0.029426 \Delta y_{2,t-2} \\ & - 0.049674 \Delta y_{3,t-1} - 0.052453 \Delta y_{3,t-2} + 0.181932 \Delta y_{4,t-1} - 0.415349 \Delta y_{4,t-2} \\ & + 0.004532 \Delta y_{5,t-1} + 0.458750 \Delta y_{5,t-2}\end{aligned}\quad (14)$$

$$\begin{aligned}\Delta y_{5,t} = & -0.026389 y_{1,t-1} + 0.010648 y_{2,t-1} - 0.008457 y_{3,t-1} + 0.023581 y_{4,t-1} + 0.001293 y_{5,t-1} \\ & - 0.028515 \Delta y_{1,t-1} - 0.095561 \Delta y_{1,t-2} + 0.034927 \Delta y_{2,t-1} + 0.023910 \Delta y_{2,t-2} \\ & + 0.050139 \Delta y_{3,t-1} + 0.071952 \Delta y_{3,t-2} + 0.166637 \Delta y_{4,t-1} - 0.106695 \Delta y_{4,t-2} \\ & - 0.032862 \Delta y_{5,t-1} + 0.093431 \Delta y_{5,t-2}\end{aligned}\quad (15)$$

3.8 Uji Portmanteau

Uji Portmanteau digunakan untuk menguji apakah residual bersifat acak, dengan hasilnya disajikan pada Tabel 19 berikut.

Tabel 19: Hasil Uji Portmanteau

Lag	Q-Stat	P-value	Adj. Q-Stat	P-value	Keputusan
1	9.811453	-	9.986657	-	-
2	21.28625	-	21.87872	-	-
3	45.57935	0.4479	47.52144	0.3703	H_0 diterima
4	72.41656	0.3981	76.38410	0.2810	H_0 diterima
5	93.54008	0.5231	99.53873	0.3548	H_0 diterima
6	116.5491	0.5721	125.2547	0.3530	H_0 diterima
7	142.2606	0.5488	154.5658	0.2780	H_0 diterima
8	156.1815	0.7686	170.7595	0.4692	H_0 diterima

Berdasarkan hasil uji Portmanteau yang ditunjukkan pada Tabel 19, terlihat bahwa nilai $p - value > \alpha(0.05)$ untuk lag 3 hingga lag 8, sehingga H_0 diterima, artinya tidak terdapat autokorelasi signifikan dalam residual. Ini menunjukkan residual bersifat white noise dan model layak digunakan untuk peramalan.

3.9 MAPE

MAPE dihitung untuk masing-masing subsektor NTP (Pangan, Hortikultura, Perkebunan, Peternakan, dan Perikanan). Hasil perhitungan MAPE disajikan pada Tabel 20

Tabel 20: Tabel 4.22 Hasil MAPE

Variabel	Observasi	MAPE
NTP Pangan	12	2.18%
NTP Hortikultura	12	4.18%
NTP Perkebunan	12	3.43%
NTP Peternakan	12	0.71%
NTP Perikanan	12	0.86%

Berdasarkan Tabel 20, *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) seluruh subsektor berada di bawah 10%. Secara rinci, MAPE untuk NTP Pangan sebesar 2.18%, NTP Hortikultura 4.18%, NTP Perkebunan 3.43%, NTP Peternakan 0.71%, dan NTP Perikanan 0.86%. Dengan demikian, seluruh model peramalan untuk kelima subsektor NTP sangat baik untuk digunakan pada periode mendatang.

4 Kesimpulan

Hubungan kesejahteraan petani antar subsektor di Indonesia menunjukkan bahwa dalam jangka panjang, NTP Pangan dipengaruhi oleh NTP Hortikultura dan NTP Perkebunan. NTP Hortikultura dipengaruhi oleh NTP Pangan dan NTP Perkebunan. NTP Perkebunan dipengaruhi oleh NTP Pangan dan NTP Hortikultura. NTP Peternakan dipengaruhi oleh NTP Pangan, NTP Perkebunan, dan NTP Hortikultura. NTP Perikanan dipengaruhi oleh NTP Pangan, NTP Perkebunan, NTP Hortikultura, dan NTP Peternakan. Dalam jangka pendek, NTP Pangan dipengaruhi oleh dirinya sendiri, NTP Hortikultura, NTP Perkebunan, NTP Peternakan, dan NTP Perikanan. NTP Hortikultura dipengaruhi oleh NTP Perkebunan dan NTP Perikanan. NTP Perkebunan dipengaruhi oleh dirinya sendiri. NTP Peternakan dipengaruhi oleh dirinya sendiri dan NTP Perikanan. NTP Perikanan dipengaruhi oleh NTP Perkebunan. Model VECM terbukti akurat dalam memodelkan hubungan antar subsektor, dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) seluruh subsektor berada di bawah 10%. Secara rinci, MAPE untuk

NTP Pangan sebesar 2.18%, NTP Hortikultura 4.18%, NTP Perkebunan 3.43%, NTP Peternakan 0.71%, dan NTP Perikanan 0.86%. Dengan demikian, model VECM efektif digunakan untuk menganalisis dinamika kesejahteraan petani antar subsektor di Indonesia.

Pernyataan Kontribusi Penulis (CRedit)

Zidni Permana Ardianysah Konseptualisasi, Metodologi, Penulisan–Draf Awal.

Sri Harini Kurasi Data, Analisis Formal, Validasi.

Juhari Penulisan–Telaah dan Penyuntingan, Validasi.

Deklarasi Penggunaan AI atau Teknologi Berbasis AI

Model ChatGPT versi 4 digunakan secara terbatas untuk membantu penyusunan draf dan pengecekan struktur kalimat, tanpa menggantikan peran penulis dalam analisis dan pengambilan keputusan ilmiah.

Deklarasi Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan yang dapat memengaruhi hasil atau interpretasi dari penelitian ini.

Pendanaan dan Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada pembimbing I, Ibu Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., dan pembimbing II, Bapak Juhari, M.Si. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan teman-teman atas kesabaran, motivasi, dan pengertian yang menjadi sumber kekuatan yang tak ternilai.

Ketersediaan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik (BPS) dan tersedia secara publik. Dataset mengenai Nilai Tukar Petani (NTP) menurut provinsi (2018=100) dapat diakses melalui laman BPS².

Daftar Pustaka

- [1] G. A. M. A. Putri, N. P. N. Hendayanti, and M. Nurhidayati, “Pemodelan data deret waktu dengan autoregressive integrated moving average dan logistic smoothing transition autoregressive,” *Jurnal Varian*, vol. 1, no. 1, p. 54, 2017. DOI: <https://doi.org/10.30812/varian.v1i1.50>
- [2] M. As’ad, S. S. Wibowo, and E. Sophia, “Peramalan jumlah mahasiswa baru dengan model autoregressive integrated moving average (arima),” *JIMP - Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*, vol. 2, no. 3, pp. 20–33, 2017. DOI: <https://doi.org/10.37438/jimp.v2i3.77>

²<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTcOMSMY/ntp--nilai-tukarpetani--menurut-provinsi--2018-100-.html>

- [3] R. Gusnadi, R. Rahmawati, and A. Prahutama, "Pemodelan generalized space time autoregressive (gstar) seasonal pada data jumlah wisatawan mancanegara empat kabupaten/kota di jawa tengah," *Jurnal Gaussian*, vol. 4, no. 4, pp. 1017–1026, 2015.
- [4] S. Nurman, M. Nusrang, and Sudarmin, "Analysis of rice production forecast in maros district using the box-jenkins method with the arima model," *ARRUS Journal of Mathematics and Applied Science*, vol. 2, no. 1, pp. 36–48, 2022. DOI: <https://doi.org/10.35877/mathscience731>
- [5] M. Putri, A. Nuryaman, and Warsono, "Penerapan model vector error correction model (vecm) pada peramalan data nilai ekspor dan nilai impor seluruh komoditas di provinsi lampung tahun 2022," *Jurnal Siger Matematika*, vol. 4, no. 2, pp. 67–75, 2023.
- [6] S. W. Nugroho, S. Nugroho, and J. Rizal, "Analisis indeks harga saham gabungan dengan pendekatan vector error correction model (vecm)," Universitas Bengkulu, 2016.
- [7] S. Oktaviani, B. Rofatin, and H. Nuryaman, "Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tukar petani subsektor hortikultura di indonesia tahun 2014-2018," *Jurnal Agristan*, vol. 3, no. 1, pp. 44–53, 2021. DOI: <https://doi.org/10.37058/ja.v3i1.3075>
- [8] BPS, *Keadaan angkatan kerja di indonesia agustus 2024*, Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024.
- [9] R. F. Setiawan, N. H. I. Fitriana, and P. N. Indah, "Strategi peningkatan nilai tukar petani terhadap tingkat kesejahteraan peternak kambing di kabupaten sidoarjo," *Journal Of Agribusiness Management*, vol. 10, no. 1, p. 706, 2022. DOI: <https://doi.org/10.24843/jma.2022.v10.i01.p16>
- [10] BPS, *Statistik nilai tukar petani 2023*, Badan Pusat Statistik Indonesia, 2023.
- [11] R. E. Walpole, *Pengantar Statistika, Edisi ke-3*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1988.
- [12] C. W. Ardianti, R. Santoso, and S. Sudarno, "Analisis arima dan wavelet untuk peramalan harga cabai merah besar di jawa tengah," *Jurnal Gaussian*, vol. 9, no. 3, pp. 247–262, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v9i3.28906>
- [13] D. M. Putri and Aghsilni, "Estimasi model terbaik untuk peramalan harga saham pt. polychem indonesia tbk dengan arima," *MAp Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2019.
- [14] D. C. Montgomery, C. L. Jennings, and M. Kulahci, *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. John Wiley & Sons, 2008.
- [15] M. A. Sinulingga, D. A. I. Maruddani, and A. Hoyyi, "Vector autoregressive stability condition check untuk pemodelan dan prediksi sumber penerimaan pabean belawan," *Jurnal Gaussian*, vol. 9, no. 2, pp. 193–203, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v9i2.27821>
- [16] G. Kirchgässner and J. Wolters, *Introduction to Modern Time Series Analysis*. Springer Berlin Heidelberg New York, 2007.
- [17] H. Lütkepohl, *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Springer-Verlag, 2005. DOI: [10.1007/3-540-27752-8](https://doi.org/10.1007/3-540-27752-8)
- [18] Q. Shao, X. Wang, Q. Zhou, and L. Balogh, "Pollution haven hypothesis revisited: A comparison of the brics and mint countries based on vecm approach," *Journal of Cleaner Production*, vol. 227, pp. 724–738, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.206>
- [19] D. F. Ristianti and J. Purwadi, "Implementasi metode vecm (vector error corection model) dalam menganalisis pengaruh kurs mata uang, inflasi dan suku bunga terhadap jakarta islamic indeks (jii)," *Jurnal Ilmiah Matematika*, vol. 6, no. 1, p. 13, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26555/konvergensi.v6i1.19544>

- [20] D. N. Gujarati, *Basic Econometrics, Fourth Edition*. McGraw-Hill Higher Education, 2003. DOI: [10.2307/2230043](https://doi.org/10.2307/2230043)
- [21] H. Lütkepohl and M. Kratzig, *Applied Time Series Econometrics*. Cambridge University Press, 2004.
- [22] D. M. Khairina, A. Muaddam, S. Maharani, and H. Rahmania, “Forecasting of groundwater tax revenue using single exponential smoothing method,” *E3S Web of Conferences*, vol. 125, pp. 1–5, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912523006>