

PENGGUNAAN METODE *LEAST SQUARE* UNTUK PERAMALAN VOLUME PRODUKSI IKAN BANDENG DI PROVINSI JAWA TIMUR

Roudlotul Badi'ah^{1)*}, Mu'ah²⁾, Masram³⁾, Mesra Surya Ariefin⁴⁾

Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan Lamongan, Jl. KH. Ahmad Dahlan No. 41, Lamongan

^{1)*}roudlotulbadiah@ahmaddahlan.ac.id, ²⁾mama.stiead@gmail.com, ³⁾masramwarji@gmail.com,

⁴⁾mesrasuryaariefin93@gmail.com

ABSTRAK: Provinsi Jawa Timur memiliki peran penting dalam ketahanan pangan nasional melalui industri perikanan, termasuk budidaya ikan bandeng. Namun, tantangan seperti kelangkaan pupuk dan penghapusan subsidi pupuk di sektor pertambakan telah mengakibatkan fluktuasi dan penurunan volume produksi ikan bandeng, terutama dalam beberapa tahun terakhir. Dengan demikian, pentingnya peran peramalan produksi semakin terlihat jelas, memungkinkan pemerintah dan pemangku kepentingan industri perikanan untuk membuat keputusan yang tepat terkait dengan tantangan masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan volume produksi ikan bandeng di Jawa Timur tahun 2024-2028 dan mengevaluasi tingkat keakuratan peramalan. Metode deskriptif kuantitatif dengan metode peramalan *least square* dan tingkat akurasi peramalan MAPE digunakan dalam penelitian ini. Data volume produksi ikan bandeng di Jawa Timur dari tahun 2010-2023 menjadi dasar analisis. Analisis data penelitian dilakukan menggunakan metode *least square* dengan perhitungan manual dan bantuan perangkat lunak *POM-QM for Windows*. Hasil peramalan menunjukkan tren peningkatan volume produksi dari tahun 2024 hingga 2028, dengan rincian tahun 2024 sebesar 195.411,5 ton; tahun 2025 sebesar 202.190,2 ton; tahun 2026 sebesar 208.968,9 ton; tahun 2027 sebesar 215.747,6 ton; dan tahun 2028 sebesar 222.526,3 ton. Tingkat akurasi peramalan (MAPE) sebesar 11,05%, menunjukkan kemampuan peramalan yang baik. Peramalan ini dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam mengatasi tantangan kelangkaan pupuk dan subsidi, serta untuk mendukung ketahanan pangan dan ekonomi di Jawa Timur.

Kata Kunci: Peramalan, produksi, *least square*, ikan bandeng, ketahanan pangan

ABSTRACT: East Java Province is essential to national food security through the fishing industry, including milkfish cultivation. However, challenges like fertilizer scarcity and eliminating fertilizer subsidies in the aquaculture sector have resulted in fluctuations and declines in milkfish production volumes, especially in recent years. Thus, the importance of production forecasting is becoming increasingly clear, enabling governments and fishing industry stakeholders to make informed decisions regarding future challenges. This research aims to predict the volume of milkfish production in East Java in 2024-2028 and evaluate the level of forecasting accuracy. Quantitative descriptive methods with least squares forecasting methods and MAPE forecasting accuracy levels were used in this research. Data on the volume of milkfish production in East Java from 2010-2023 is the basis for the analysis. Research data analysis was carried out using the least squares method with manual calculations and the help of *POM-QM for Windows* software. Forecasting results show a trend of increasing production volume from 2024 to 2028, with details in 2024 of 195,411.5 tons; in 2025 amounting to 202,190.2 tons; in 2026 amounting to 208,968.9 tons; in 2027 amounting to 215,747.6 tons; and in 2028 it will be 222,526.3 tons. The forecasting accuracy rate (MAPE) is 11.05%, indicating good forecasting capabilities. This forecast can be a basis for decision-making in overcoming the challenges of fertilizer scarcity and subsidies and supporting food and economic security in East Java.

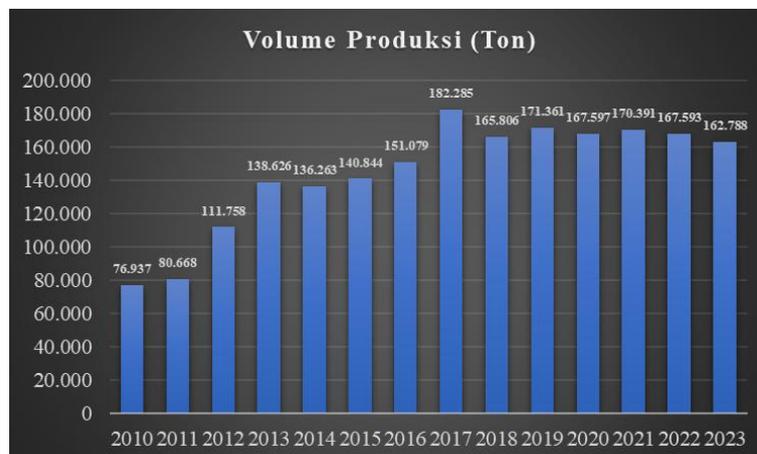
Keywords: Forecasting, production, least squares, milkfish, food security

A. PENDAHULUAN

Provinsi Jawa Timur dikenal sebagai salah satu wilayah dengan hasil tangkapan perikanan terbesar di Indonesia, mencapai angka sekitar 609.685 ton, serta menjadi peringkat kedua dalam

produksi perikanan budidaya dengan jumlah sekitar 1.314.200,80 ton (Dinas KOMINFO Provinsi Jawa Timur, 2024). Biro Perekonomian Sekretariat Daerah Pemerintah Provinsi Jawa Timur (2024) menjelaskan bahwa produksi perikanan tangkap di Jawa Timur melampaui hasil dari wilayah-wilayah di Timur Indonesia seperti Maluku dan Sulawesi Tengah. Di Provinsi Jawa Timur, terdapat dua komoditas unggulan perikanan tangkap, yaitu tongkol dan lemuru. Jawa Timur menghasilkan tiga komoditas perikanan budidaya unggulan dengan tingkat produksi tertinggi, yaitu rumput laut, bandeng, dan lele. Data ini menegaskan Provinsi Jawa Timur posisinya yang kuat dalam industri perikanan, baik dalam sektor tangkap maupun budidaya, yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pasokan ikan nasional. Ini sesuai dengan salah satu program prioritas pembangunan Provinsi Jawa Timur, yaitu peningkatan kemandirian pangan.

Meskipun begitu, beberapa tantangan menghambat kegiatan perikanan budidaya, termasuk masalah penghapusan subsidi pupuk di sektor pertambakan dan kelangkaan pupuk untuk tambak ikan di Jawa Timur, yang telah menjadi perhatian utama petambak dalam beberapa tahun terakhir. Kelangkaan pupuk ini menjadi perhatian mendesak karena kebutuhan pupuk di Jawa Timur sangat signifikan, mengingat di antara provinsi-provinsi di Indonesia, Jawa Timur menempati posisi 3 besar dalam hal produksi perikanan budidaya (Yusron, 2023). Selain itu, keputusan pemerintah untuk menghentikan subsidi pupuk bagi tambak dapat berpotensi mengurangi produksi ikan secara keseluruhan dan mengancam kesejahteraan para petani (Sholahuddin, 2023). Hal ini berdampak pada terhambatnya produksi ikan bandeng dan komoditas tambak lainnya, yang berpotensi mengancam ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat pesisir. Fenomena ini juga diperkuat oleh data yang menunjukkan fluktuasi dan penurunan volume produksi ikan bandeng di Jawa Timur selama tiga tahun terakhir, sebagaimana terlihat dalam Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Grafik Produksi Ikan Bandeng di Provinsi Jawa Timur

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dari tahun 2010 hingga 2023 menunjukkan tren yang bervariasi. Pada tahun 2010, produksi mencapai 76.937 ton dan mengalami peningkatan secara bertahap hingga mencapai puncaknya pada tahun 2017 dengan volume produksi sebesar 182.285 ton. Setelah itu, terjadi fluktuasi dalam produksi, namun pada tahun 2020, terjadi penurunan signifikan menjadi 167.597 ton, diikuti oleh penurunan lebih lanjut pada tahun 2021 dan 2022 dengan masing-masing volume produksi sebesar 170.391 ton dan 167.593 ton. Pada tahun 2023, produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur menurun menjadi 162.788 ton, menunjukkan adanya penurunan yang signifikan dalam periode tersebut. Secara keseluruhan, data produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur menunjukkan variasi dalam tren produksi selama periode yang diamati, dengan beberapa tahun mengalami peningkatan produksi yang signifikan, diikuti oleh tahun-tahun di mana produksi cenderung menurun. Dengan demikian, peran penting peramalan produksi menjadi semakin jelas mengingat variasi dalam tren produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur. Dengan memperkirakan kebutuhan produksi di masa depan, pemerintah dan para pemangku kepentingan industri perikanan

dapat merencanakan langkah-langkah strategis yang tepat untuk mengatasi tantangan yang mungkin akan muncul.

Teori peramalan berlandaskan pada asumsi bahwa dengan menganalisis data dan tren yang ada saat ini dan di masa lampau dapat digunakan sebagai dasar membuat suatu tindakan dalam memperkirakan atau memprediksi tentang masa depan (Arisoma, Supangat, & Narulita, 2019; Petropoulos et al., 2022). Peramalan penting karena dapat menjadi landasan pengambilan keputusan dan perencanaan jangka panjang organisasi, baik dalam hal hasil yang diperoleh maupun perencanaannya (Ahmad, 2020; Petropoulos et al., 2022). Tiga perusahaan terkemuka, yaitu ExxonMobil, BP, dan Shell juga telah mencapai keberhasilan dalam peramalan produksi dan menerapkan strategi yang menggabungkan berbagai pendekatan, termasuk pemodelan reservoir, analisis data produksi, dan penerapan *machine learning* untuk meningkatkan akurasi peramalan produksi minyak dan gas (Hidayat et al., 2024). Hasil peramalan yang telah dilakukan nantinya dapat menjadi landasan bagi pemerintah dalam merumuskan strategi dan kebijakan untuk meningkatkan produksi dan menilai berbagai aspek, seperti akuntansi, keuangan, SDM, pemasaran, dan operasi (Badi'ah, Odelia, & Effendi, 2022).

Heizer, Render, & Munson (2020) menjelaskan bahwa terdapat berbagai teknik peramalan, baik kuantitatif maupun kualitatif. Pendekatan kualitatif mengandalkan pertimbangan, pengalaman, intuisi, dan faktor-faktor lain yang sulit diukur, sementara peramalan kuantitatif menggunakan data historis dan hubungan sebab-akibat, atau asosiatif, untuk memproyeksikan permintaan di masa depan. Dalam penelitian ini menggunakan metode *least square* untuk meramalkan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur. Metode *least square* ini memiliki model matematika yang sama dengan analisis regresi linier, dimana analisis regresi linier adalah model peramalan asosiatif kuantitatif yang paling umum (Heizer et al., 2020). Pilihan metode peramalan secara signifikan menentukan tingkat keberhasilan prediksi (Badi'ah, Odelia, & Syauqi, 2022). Metode *least square* merupakan suatu teknik analisis yang digunakan untuk meramalkan data di masa depan dengan menentukan pola tren melalui analisis *time series*, yang dapat diterapkan dalam dua kondisi, yaitu ketika jumlah data genap maupun ganjil (R. A. Y. Sari & Yadi, 2022). Badi'ah & Handayani (2020) menyimpulkan bahwa metode *linear regression/least squares* adalah pilihan metode peramalan yang paling optimal karena tingkat akurasi dan kesesuaiannya yang lebih tinggi dibandingkan metode lain.

Beberapa penelitian sejenis berkaitan dengan peramalan dengan menggunakan metode *least square* telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Fadhilah, Suroso, & Anggela (2022) mempergunakan metode *least square* untuk meramalkan produksi buah mangga, sedangkan I. I. Sari & Kurniawati (2020) menggunakan metode tersebut untuk meramalkan produksi padi. Selain itu, Apriliyanti & Sulaeman (2023) memanfaatkan metode *least square* untuk meramalkan permintaan ekspor batu bara, dan Kiki Agisni et al. (2022) melakukan peramalan penjualan dengan metode yang sama. Hasil-hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode *least square* telah sering digunakan untuk meramalkan produksi, permintaan, dan penjualan. Namun, beberapa penelitian tersebut masih mengandalkan perhitungan manual, oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan penelitian sebelumnya dengan membandingkan hasil peramalan dari perhitungan manual dan menggunakan perangkat lunak. Dalam hal ini, perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian adalah *POM-QM for Windows*. Pilihan ini dipilih karena program *QM for Windows* dapat membantu mempermudah proses pengambilan keputusan dan analisis lebih lanjut terhadap permasalahan yang diteliti, sebagaimana dijelaskan oleh Badi'ah & Handayani (2020).

Dengan demikian, tujuan utama penelitian ini adalah untuk meramalkan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dalam kurun waktu lima tahun ke depan dari tahun 2024 hingga tahun 2028 dengan menggunakan metode *least square*, serta mengevaluasi tingkat keakuratan peramalan yang dihasilkan baik menggunakan perhitungan secara manual maupun dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *POM-QM for Windows*. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang tren volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dan menilai seberapa handal metode peramalan yang digunakan. Hal ini

diharapkan dapat membantu pemerintah dan para pemangku kepentingan dalam merencanakan langkah-langkah strategis yang efektif untuk mengatasi tantangan yang dihadapi di Provinsi Jawa Timur.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan deskriptif kuantitatif dalam metodologi penelitiannya. Sugiyono & Setiyawami (2022) mendefinisikan penelitian deskriptif sebagai penelitian yang berfokus pada pengukuran dan deskripsi nilai satu atau lebih variabel secara mandiri dengan menggunakan metode kuantitatif. Selain itu, untuk menganalisis peramalan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur, digunakan metode peramalan kuantitatif dengan model *time series*, di mana penelitian ini menggunakan pendekatan *least square*.

Dalam rangka mengumpulkan data terkait volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur, kami melakukan pencarian melalui dokumentasi resmi yang disediakan pada situs web pemerintah provinsi dan pemerintah pusat terkait. Data yang diperoleh dari sumber-sumber ini menjadi landasan utama dalam proses analisis data *trend* volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur. Dengan menggunakan dokumentasi yang sah dan terpercaya, kami berupaya untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan relevan, sehingga mampu memberikan gambaran yang komprehensif tentang kondisi volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur.

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa informasi volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur mulai dari tahun 2010 hingga 2022, yang kami peroleh dari situs Statistik KKP yang dapat diakses melalui tautan https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=prod_ikan_prov&i=2#panel-footer. Sementara itu, data mengenai volume produksi ikan bandeng tahun 2023 kami peroleh dari situs web Biro Perekonomian Sekretariat Daerah Pemerintah Provinsi Jawa Timur yang dapat diakses melalui tautan <https://ro-ekonomi.jatimprov.go.id/berita/1704301203-gubernur-jawa-timur-khofifah-indar-parawansa-optimis-upaya-peningkatan-kemandirian-pangan-kembali-tercapai-tahun-2023>.

Dalam analisis data peramalan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur, metode yang digunakan adalah metode *least square*. Peramalan dilakukan melalui perhitungan manual dan menggunakan bantuan perangkat lunak *POM-QM for Windows 3*. Proses peramalan dengan metode *least square* secara manual, seperti yang dijelaskan oleh Machfiroh & Ramadhan (2022), melibatkan beberapa langkah, termasuk analisis data, penentuan periode data (variabel waktu), perhitungan jumlah produksi (Y), skor X, koefisien a, koefisien b, formulasi persamaan variabel nilai *trend*, serta pengukuran akurasi peramalan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data

Untuk meramalkan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur, kami mengumpulkan 14 dataset yang mencakup data volume produksi dari tahun 2010 hingga tahun 2023 dan akan memproyeksikan volume produksi untuk 5 tahun kedepan. Rincian data ini terdokumentasikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Volume Produksi Ikan Bandeng di Provinsi Jawa Timur Tahun 2010 - 2023

No	Tahun	Volume Produksi (Ton)
1	2010	76.937
2	2011	80.668
3	2012	111.758
4	2013	138.626
5	2014	136.263
6	2015	140.844
7	2016	151.079

8	2017	182.285
9	2018	165.806
10	2019	171.361
11	2020	167.597
12	2021	170.391
13	2022	167.593
14	2023	162.788
Jumlah		2.023.996

Perhitungan Peramalan Volumen Produksi

Penelitian ini menggunakan metode *least square* untuk melakukan peramalan terhadap volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur. Berikut adalah langkah-langkah yang diikuti dalam penelitian ini:

Pertama, data volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dari tahun 2010 hingga tahun 2014 digunakan dalam analisis. Data tersebut terdiri dari 14 observasi (data genap), seperti yang tercantum dalam Tabel 2. Menurut Sari, Yusda, & Sapta (2022), metode *least square* dapat diterapkan dalam dua kasus, yaitu kasus data genap dan ganjil. Untuk kasus data genap, diperlukan nilai tertentu untuk variabel X, dimana nilai X/t adalah ..., -5, -3, -1, 1, 3, 5,... Sedangkan untuk kasus data ganjil, nilai X/t adalah ..., -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3,....

Langkah berikutnya adalah mencari koefisien *a* dan *b* menggunakan rumus yang diberikan, dimana rumus tersebut akan digunakan untuk menentukan persamaan garis tren yang dapat meramalkan volume produksi ikan bandeng di masa depan. Koefisien *a* dan *b* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$a = \frac{\sum y}{n} \quad b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

Langkah berikutnya adalah menemukan nilai *a* dan *b* dengan menerapkan rumus persamaan. Untuk mendapatkan nilai koefisien *a* dan *b*, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

$$a = \frac{\sum y}{n} \quad b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$a = \frac{2.023.996}{14} = 144.571,143 \quad b = \frac{3.084.314}{910} = 3.389,356$$

Dengan demikian, didapatkan persamaan garis tren sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + bX$$

$$\hat{Y} = 144.571,1 + 3.389,356X$$

Setelah persamaan tren telah ditentukan, langkah berikutnya adalah menentukan nilai tren untuk volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dari tahun 2010 hingga 2023. Hal ini dapat dilakukan dengan memasukkan persamaan tren yang telah diperoleh ($\hat{Y} = 144.571,143 + 3.389,356X$), dimana nilai X didasarkan pada tahun yang ditentukan. Dengan cara ini, nilai tren untuk volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dapat dihitung dari tahun 2010 hingga 2023. Berikut adalah perhitungannya:

- $\hat{Y} = 144.571,143 + 3.389,356X$
- $\hat{Y}_{2010} = 144.571,143 + 3.389,356(-13)$
 $= 144.571,143 + (-44.061,628) = 100.509,515$
- $\hat{Y}_{2011} = 144.571,143 + 3.389,356(-11)$

- $\widehat{Y}_{2012} = 144.571,143 + (-37.282,916) = 107.288,227$
- $\widehat{Y}_{2012} = 144.571,143 + 3.389,356 (-9)$
 $= 144.571,143 + (-30.504,204) = 114.066,939$
- $\widehat{Y}_{2013} = 144.571,143 + 3.389,356 (-7)$
 $= 144.571,143 + (-23725,492) = 120.845,651$
- $\widehat{Y}_{2014} = 144.571,143 + 3.389,356 (-5)$
 $= 144.571,143 + (-16.946,78) = 127.624,363$
- $\widehat{Y}_{2015} = 144.571,143 + 3.389,356 (-3)$
 $= 144.571,143 + (-10.168,068) = 134.403,075$
- $\widehat{Y}_{2016} = 144.571,143 + 3.389,356 (-1)$
 $= 144.571,143 + (-3.389,356) = 141.181,787$
- $\widehat{Y}_{2017} = 144.571,143 + 3.389,356 (1)$
 $= 144.571,143 + 3.389,356 = 147.960,499$
- $\widehat{Y}_{2018} = 144.571,143 + 3.389,356 (3)$
 $= 144.571,143 + 10.168,068 = 154.739,211$
- $\widehat{Y}_{2019} = 144.571,143 + 3.389,356 (5)$
 $= 144.571,143 + 16.946,78 = 161.517,923$
- $\widehat{Y}_{2020} = 144.571,143 + 3.389,356 (7)$
 $= 144.571,143 + 23.725,492 = 168.296,635$
- $\widehat{Y}_{2021} = 144.571,143 + 3.389,356 (9)$
 $= 144.571,143 + 30.504,204 = 175.075,347$
- $\widehat{Y}_{2022} = 144.571,143 + 3.389,356 (11)$
 $= 144.571,143 + 37.282,916 = 181.854,059$
- $\widehat{Y}_{2023} = 144.571,143 + 3.389,356 (13)$
 $= 144.571,143 + 44.061,628 = 188.632,771$

Dengan menggunakan perhitungan nilai tren untuk volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dari tahun 2010 hingga 2023, hasilnya terdokumentasikan dalam Tabel 2. Tabel tersebut menyajikan detail nilai-nilai tren produksi ikan bandeng selama periode tersebut.

Tabel 2. Perhitungan Peramalan Volume Produksi Ikan Bandeng di Provinsi Jawa Timur

Tahun	Volume Produksi Y (Ton)	Prediksi (X)	X ²	X.Y (Ton)	Nilai Trend (\widehat{Y})
2010	76.937	-13	169	-1.000.181	100.509,515
2011	80.668	-11	121	-887.348	107.288,227
2012	111.758	-9	81	-1.005.822	114.066,939
2013	138.626	-7	49	-970.382	120.845,651
2014	136.263	-5	25	-681.315	127.624,363
2015	140.844	-3	9	-422.532	134.403,075
2016	151.079	-1	1	-151.079	141.181,787
2017	182.285	1	1	182.285	147.960,499
2018	165.806	3	9	497.418	154.739,211
2019	171.361	5	25	856.805	161.517,923
2020	167.597	7	49	1.173.179	168.296,635
2021	170.391	9	81	1.533.519	175.075,347
2022	167.593	11	121	1.843.523	181.854,059
2023	162.788	13	169	2.116.244	188.632,771
Σ	2.023.996	0	910	3.084.314	2.023.996,002

Jika analisis peramalan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *POM-QM for Windows* menggunakan metode *linear regression/least squares*, hasilnya dapat diperoleh melalui output pada bagian *detail and error analysis*. Berikut ini merupakan hasil yang dapat diperoleh:

VOLUME PRODUKSI IKAN BANDENG DI PROVINSI JAWA TIMUR Solution									
	Volume Produksi (y)	Prediksi (x)	x ²	x * y	Forecast	Error	Error	Error ²	Pct Error
2010	76937	-13	169	-1000181	100509,5	-23572,52	23572,52	555663500	,306
2011	80668	-11	121	-887348	107288,2	-26620,23	26620,23	708636500	,33
2012	111758	-9	81	-1005822	114066,9	-2308,938	2308,938	5331193,0	,021
2013	138626	-7	49	-970382	120845,6	17780,35	17780,35	316140900	,128
2014	136263	-5	25	-681315	127624,4	8638,641	8638,641	74626110	,063
2015	140844	-3	9	-422532	134403,1	6440,922	6440,922	41485480	,046
2016	151079	-1	1	-151079	141181,8	9897,219	9897,219	97954940	,066
2017	182285	1	1	182285	147960,5	34324,5	34324,5	1178171000	,188
2018	165806	3	9	497418	154739,2	11066,8	11066,8	122474000	,067
2019	171361	5	25	858805	161517,9	9843,078	9843,078	96886180	,057
2020	167597	7	49	1173179	168296,6	-699,625	699,625	469475,1	,004
2021	170391	9	81	1533519	175075,3	-4684,344	4684,344	21943080	,027
2022	167593	11	121	1843523	181854,1	-14261,06	14261,06	203377900	,085
2023	162788	13	169	2116244	188632,8	-25844,77	25844,77	667951900	,159
TOTALS	2023996	0	910	3084314		,031	195983,0	4091133000	1,548
AVERAGE	144571,1	0	65	220308,1		,002	13998,78	292223800	,111
Next period forecast					195411,5	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
Intercept	144571,1						Std err	18464,23	
Slope	3389,356								

Gambar 2. Output Detail and Error Analysis pada POM-QM for Windows

Hasil pengolahan data menggunakan POM-QM for Windows menunjukkan nilai yang serupa dengan perhitungan manual, dengan perbedaan hanya pada jumlah angka di belakang koma. Output pada bagian detail and error analysis juga menyajikan nilai-nilai seperti y, x, x², xy, forecast, intercept, dan slope. Intercept (a) dalam hal ini adalah 144.571,1, sementara nilai slope (b) adalah 3.389,356.

Langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan untuk meramalkan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur selama lima tahun ke depan, yaitu tahun 2024, 2025, 2026, 2027, dan 2028. Peramalan dilakukan dengan menggunakan persamaan tren ($\hat{Y} = 144.571,143 + 3.389,356X$), di mana nilai X akan bertambah 2 (dua) dari nilai X terakhir pada tahun 2023, sesuai dengan metode least square. Dengan demikian, dapat dicari peramalan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur sebagai berikut:

- $\hat{Y} = 144.571,143 + 3.389,356X$
- $\hat{Y}_{2024} = 144.571,143 + 3.389,356 (15)$
 $= 144.571,143 + 50.840,34 = 195.411,483$
- $\hat{Y}_{2025} = 144.571,143 + 3.389,356 (17)$
 $= 144.571,143 + 57.619,052 = 202.190,195$
- $\hat{Y}_{2026} = 144.571,143 + 3.389,356 (19)$
 $= 144.571,143 + 64.397,764 = 208.968,907$
- $\hat{Y}_{2027} = 144.571,143 + 3.389,356 (21)$
 $= 144.571,143 + 71.176,476 = 215.747,619$
- $\hat{Y}_{2028} = 144.571,143 + 3.389,356 (23)$
 $= 144.571,143 + 77.955,188 = 222.526,331$

Informasi tentang nilai untuk setiap tahun dan hasil perhitungan peramalan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur untuk periode 2024-2028 tersedia dalam tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Peramalan Volume Produksi Ikan Bandeng di Provinsi Jawa Timur

Tahun	Prediksi (X)	Volume (\hat{Y})
2024	15	195.411,483
2025	17	202.190,195
2026	19	208.968,907
2027	21	215.747,619
2028	23	222.526,331
Σ		1.044.844,535

Jika analisis peramalan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *POM-QM for Windows* menggunakan metode *linear regression/least squares*, hasilnya dapat diperoleh melalui *output* pada bagian *forecasting results*. Berikut ini merupakan hasil yang dapat diperoleh:

VOLUME PRODUKSI IKAN BANDENG DI PROVINSI JAWA TIMUR Summary			
Measure	Value	Future Period	Forecast
Error Measures		15	195411,5
Bias (Mean Error)	,002	17	202190,2
MAD (Mean Absolute Deviation)	13998,78	19	208968,9
MSE (Mean Squared Error)	292223800	21	215747,6
Standard Error (denom=n-2=12)	18464,23	23	222526,3
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	,111	25	229305,0
Regression line		27	236083,8
Volume Produksi (y) = 144571,1		29	242862,5
+ 3389,356 * Prediksi (x)		31	249641,2
Statistics		33	256419,9
Correlation coefficient	,848	35	263198,6
Coefficient of determination (r ²)	,719	37	269977,3

Gambar 3. *Forecasting Results* pada *POM-QM for Windows*

Hasil *output* dari pengolahan data menggunakan *POM-QM for Windows* menunjukkan nilai yang serupa dengan perhitungan manual, dengan perbedaan hanya pada jumlah angka di belakang koma. *Output* dalam bagian *forecast error* ini juga menyajikan nilai dari *error measures*, *regression line*, dan *forecast*. Dalam hal ini *regression line* memiliki nilai yang sama dengan persamaan tren yang telah dihitung sebelumnya, yaitu Volume Produksi (y) = 144.571,1 + 3.389,356 * Prediksi (x), dan meliputi nilai *future period* selama 5 tahun berikutnya, yaitu 15, 17, 19, 21, dan 23. Sementara itu, hasil *forecast* terdapat hasil peramalan untuk 12 periode kedepan, akan tetapi dalam penelitian ini hanya mencakup proyeksi untuk 12 periode ke depan, namun untuk penelitian ini hanya diambil lima periode. Hasil peramalan untuk tahun 2024 adalah 195.411,5 ton; tahun 2025 adalah 202.190,2 ton; tahun 2026 adalah 208.968,9 ton; tahun 2027 adalah 215.747,6 ton; dan tahun 2028 adalah 222.526,3 ton, sehingga total peramalan untuk 5 tahun tersebut adalah 1.044.844,5 ton.

Pada Tabel 1, total volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dari tahun 2010 hingga 2023 mencapai 2.023.996 ton. Sementara itu, hasil peramalan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur untuk periode tahun 2024 hingga 2028 adalah sebesar 1.044.845,5 ton, yang tersaji dalam Tabel 3 dan Gambar 3. Dari hasil peramalan ini, terlihat adanya tren peningkatan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur setiap tahunnya mulai dari tahun 2024 hingga 2028.

Perhitungan Peramalan Produksi

Mean absolute percent error (MAPE) adalah rata-rata dari selisih absolut antara prediksi dan nilai aktual, yang dinyatakan sebagai persentase dari nilai actual (Heizer et al., 2020). MAPE merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk mengukur ketepatan atau akurasi suatu prediksi (Hudiyanti, Bachtiar, & Setiawan, 2019). Untuk menghitung nilai kesalahan menggunakan MAPE, rumus berikut dapat digunakan (Ngabidin, Sanwidi, & Arini, 2023):

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

Oleh karena itu, perhitungan MAPE untuk metode *least square* pada periode 2010-2023 dalam meramalkan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dengan variabel waktu per tahun adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y - \hat{Y}}{Y} \right|}{n} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{1,5480}{14} \times 100\% = 0,1105 \times 100\% = 11,05\%$$

Keterangan:

n = Jumlah pengamatan atau periode waktu

X_t / Y = Nilai aktual data periode t

F_t / \hat{Y} = Nilai peramalan pada periode t

Hasil perhitungan MAPE adalah sebesar 11,05%, yang menandakan bahwa peramalan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode least square dengan variabel waktu per tahun termasuk dalam kategori kemampuan peramalan yang baik. Pendekatan ini sesuai dengan klasifikasi yang dijelaskan oleh Chang, Wang, & Liu (2007), dimana nilai MAPE di bawah 10% termasuk dalam kategori kemampuan peramalan yang sangat baik, antara 10% - 20% masuk dalam kategori kemampuan peramalan yang baik, antara 20% - 50% termasuk kategori kemampuan peramalan yang cukup, dan di atas 50% termasuk dalam kategori kemampuan peramalan yang buruk.

Hasil perhitungan nilai kesalahan dalam meramalkan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dari tahun 2010 hingga 2023 tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Nilai MAPE tahun 2010 – 2023 Variabel Waktu Pertahun

Tahun	Produksi Aktual Y	Peramalan Produksi \hat{Y}	$ Y - \hat{Y} $	$ Y - \hat{Y} / Y$
2010	76.937	100.509,515	23.572,515	0,3064
2011	80.668	107.288,227	26.620,227	0,3300
2012	111.758	114.066,939	2.308,939	0,0207
2013	138.626	120.845,651	17.780,349	0,1283
2014	136.263	127.624,363	8.638,637	0,0634
2015	140.844	134.403,075	6.440,925	0,0457
2016	151.079	141.181,787	9.897,213	0,0655
2017	182.285	147.960,499	34.324,501	0,1883
2018	165.806	154.739,211	11.066,789	0,0667
2019	171.361	161.517,923	9.843,077	0,0574
2020	167.597	168.296,635	699,635	0,0042
2021	170.391	175.075,347	4.684,347	0,0275
2022	167.593	181.854,059	14.261,059	0,0851
2023	162.788	188.632,771	25.844,771	0,1588
Σ	2.023.996	2.023.996,002	195.982,984	1,5480

Jika dilakukan analisis kesalahan dalam meramalkan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan perangkat lunak *POM-QM for Windows* menggunakan metode *linear regression/least squares*, hasil perhitungan tersebut terlihat pada Gambar 2 dalam bagian *|Error|* dan *|Pct Error|* serta pada Gambar 3 dalam bagian *Error Measures MAPE (Mean Absolute Percent Error)*. Hasil *output* dari pengolahan data menggunakan *POM-QM for Windows* menunjukkan nilai yang serupa dengan perhitungan manual, dengan perbedaan hanya pada jumlah angka di belakang koma. Sebelum diubah menjadi persentase, nilai MAPE adalah 0,111.

D. PENUTUP

Dalam penelitian ini, metode *least square* digunakan untuk meramalkan volume produksi ikan bandeng di Provinsi Jawa Timur. Hasil peramalan menunjukkan tren peningkatan volume produksi dari tahun 2024 hingga 2028. Dua pendekatan perhitungan peramalan, yaitu manual dan menggunakan perangkat lunak *POM-QM for Windows*, memberikan hasil yang serupa dengan perbedaan hanya pada jumlah angka di belakang koma. Hasil peramalan untuk tahun 2024 adalah 195.411,5 ton; tahun 2025 adalah 202.190,2 ton; tahun 2026 adalah 208.968,9 ton; tahun 2027 adalah 215.747,6 ton; dan tahun 2028 adalah 222.526,3 ton, sehingga total peramalan untuk 5 tahun tersebut adalah 1.044.844,5 ton. Sedangkan tingkat akurasi peramalan dievaluasi menggunakan *mean absolute percent error* (MAPE), yang menghasilkan nilai sebesar 11,05%. Ini menunjukkan bahwa peramalan menggunakan metode *least square* dengan variabel waktu per tahun termasuk dalam kategori kemampuan peramalan yang baik.

Pemerintah dan pemangku kepentingan industri perikanan di Provinsi Jawa Timur dapat menggunakan hasil peramalan volume produksi ikan bandeng ini sebagai dasar dalam merencanakan dan merumuskan langkah-langkah strategis dan kebijakan yang tepat untuk mengatasi permasalahan kelangkaan pupuk untuk tambak ikan dan kebijakan penghapusan subsidi pupuk di sektor pertambakan sehingga diharapkan dapat mendukung ketahanan pangan dan ekonomi di Jawa Timur. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengembangkan metode peramalan yang lebih akurat dan canggih untuk membantu mengatasi fluktuasi dalam produksi ikan bandeng dan tantangan lainnya dalam industri perikanan di Provinsi Jawa Timur.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. (2020). Penentuan Metode Peramalan Pada Produksi Part New Granada Bowl ST di PT. X. *Jurnal Intergrasi Sistem Industri (JISI)*, 7(1), 31–39. <https://doi.org/10.24853/jisi.7.1.31-39>
- Apriliyanti, & Sulaeman, E. (2023). Peramalan Permintaan Metode Least Square Terhadap Penjualan Ekspor Batu Bara Pada Negara Filipina Untuk Tahun 2022-2025. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(6), 616–622. <https://doi.org/10.31004/innovative.v3i6.6313>
- Arisoma, D. S., Supangat, & Narulita, L. F. (2019). System Design and Development of Financial Product Sales Forecasting with Exponentially Weighted Moving Average and Exponential Smoothing Method. *Proceeding of The 3rd International Conference on Accounting, Business & Economics (UII-ICABE 2019)*, 1(1), 1–6. Retrieved from <https://journal.uii.ac.id/icabe/article/view/14681>
- Badi'ah, R., & Handayani, W. (2020). Analisis Peramalan Permintaan Produk Garam Konsumsi Beryodium Pada UD Garam Samudra. *Journal of Economics Development Issues (JEDI)*, 3(2), 309–323. <https://doi.org/10.33005/jedi.v3i2.62>
- Badi'ah, R., Odelia, E. M., & Effendi, R. (2022). Forecasting National People's Salt Production with Time Series Model Using POM-QM for Windows. *Jurnal Ilmiah Poli Bisnis*, 14(2), 191–206. <https://doi.org/10.30630/jipb.v0i0.826>
- Badi'ah, R., Odelia, E. M., & Syauqi, A. (2022). Proses Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Produk Chicken Nugget. *EKOMBIS REVIEW: Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Bisnis*, 10(S1), 47–58. <https://doi.org/10.37676/ekombis.v10iS1.1984>
- Biro Perekonomian Sekretariat Daerah Pemerintah Provinsi Jawa Timur. (2024). Gubernur Jawa Timur, Khofifah Indar Parawansa optimis upaya peningkatan kemandirian pangan kembali tercapai tahun 2023. Retrieved April 1, 2024, from RoEkonomi website: <https://roekonomi.jatimprov.go.id/berita/1704301203-gubernur-jawa-timur-khofifah-indar-parawansa-optimis-upaya-peningkatan-kemandirian-pangan-kembali-tercapai-tahun-2023>

- Chang, P.-C., Wang, Y.-W., & Liu, C.-H. (2007). The Development of a Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting. *Expert Systems with Applications*, 32(1), 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.11.021>
- Dinas KOMINFO Provinsi Jawa Timur. (2024). Jatim Pasok Produksi Ikan Tangkap Terbesar Nasional. Retrieved April 1, 2024, from Dinas KOMINFO Provinsi Jawa Timur website: <https://kominformojatimprov.go.id/berita/jatim-pasok-produksi-ikan-tangkap-terbesar-nasional>
- Fadhilah, Z., Suroso, & Anggela, F. P. (2022). Peramalan Jumlah Produksi Buah Mangga di Kecamatan Tegalwaru Dengan Menggunakan Metode Least Square. *Jurnal Mahasiswa Manajemen Dan Akuntansi (JMMA)*, 2(1), 6–12. Retrieved from <https://journal.ubpkarawang.ac.id/mahasiswa/index.php/JMMA/article/view/367>
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (13th ed.). United Kingdom: Pearson Education Limited.
- Hidayat, N., Syamsuddin, Pratiwi, N. A., Rizkiyah, N. D., Nawasiah, N., Badi'ah, R., ... Anwar. (2024). *Manajemen Operasi dan Produksi*. Batam: Yayasan Cendikia Mulia Mandiri.
- Hudiyanti, C. V., Bachtiar, F. A., & Setiawan, B. D. (2019). Perbandingan Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Bandara Ngurah Rai. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(3), 2667–2672. Retrieved from <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/4791>
- Kiki Agisni, Nanda Ayu Yuliani, Dewi, A. P., Rahayu, S., Rahayu, Y. N., & Nurdiansyah, D. H. (2022). Analisis Peramalan Penjualan dengan Metode Least Square Pada Waroeng Cikul. *Referensi: Jurnal Ilmu Manajemen Dan Akuntansi*, 10(2), 51–55. <https://doi.org/10.33366/ref.v10i2.3894>
- Machfiroh, I. S., & Ramadhan, C. A. (2022). Peramalan Penjualan Produk Cup 220 ML Menggunakan Metode Least Square Pada PT. Panen Embun Kemakmuran Tahun 2022. *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 10(2), 17–24. <https://doi.org/10.24252/msa.v10i2.27870>
- Ngabidin, Z., Sanwidi, A., & Arini, E. R. (2023). Implementasi Metode Double Exponential Smoothing Brown Untuk Meramalkan Jumlah Penduduk Miskin. *EULER: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, 11(2), 328–338. <https://doi.org/10.37905/euler.v11i2.23054>
- Petropoulos, F., Apiletti, D., Assimakopoulos, V., Babai, M. Z., Barrow, D. K., Ben Taieb, S., ... Ziel, F. (2022). Forecasting: Theory and Practice. *International Journal of Forecasting*, 38(3), 705–871. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.11.001>
- Sari, I. I., & Kurniawati, E. F. (2020). Peramalan Produksi Padi Menggunakan Metode Least Square di Desa Leranwetan Kecamatan Palang Kabupaten Tuban. *Mathvision: Jurnal Matematika*, 2(1), 23–28. Retrieved from <http://journal.unirow.ac.id/index.php/mv/article/view/139>
- Sari, I., Yusda, R. A., & Sapta, A. (2022). Peramalan Prediksi Penjualan Garam Pada CV.Saltindo Megajaya Dengan Metode Least Square. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 9(4), 3607–3618. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i4.2805>
- Sari, R. A. Y., & Yadi, I. Z. (2022). Penerapan Metode Least Square Untuk Prediksi Hasil Penjualan Studi Kasus: Percetakan Hidayatullah (HD). *Bina Darma Conference on Computer Science*, 4(3), 577–585. Retrieved from <https://conference.binadarma.ac.id/index.php/BDCSS/article/view/3172>
- Sholahuddin, M. (2023). Jerit Petambak soal Pupuk: Belum Butuh Pembangunan, Kami Butuh

Makan. Retrieved April 1, 2024, from JawaPos.com website:
<https://www.jawapos.com/surabaya-raya/01437151/jerit-petambak-soal-pupuk-belum-butuh-pembangunan-kami-butuh-makan>

Sugiyono, & Setiyawami. (2022). *Metode Penelitian Sumber Daya Manusia (Kuantitatif, Kualitatif dan Studi Kasus)*. Bandung: Alfabeta.

Yusron. (2023). Pupuk Petani Tambak Jatim Langka, Komisi B Sambangi Dirjen Perikanan Budidaya KKP. Retrieved April 1, 2024, from DPRD Provinsi Jawa Timur website:
<https://dprd.jatimprov.go.id/berita/12281/pupuk-petani-tambak-jatim-langka-komisi-b-sambangi-dirjen-perikanan-b>