

Metode Estimasi Luas Panen Jagung di Provinsi Sulawesi Tenggara

Zakiah Fithah A'ini¹, Zuhana Realita Alfy^{2*}, & Ardhi Dinullah Baihaqie³

^{1,2,3} Universitas Indraprasta PGRI

INFO ARTICLES

Key Words:

Corn, Harvest area, Estimate, Satellite imagery, Southeast Sulawesi



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Abstract: Corn production data is a strategic information in planning the development of the agricultural sector and national food security. In Southeast Sulawesi Province, corn productivity is obtained through plot surveys by the Central Statistics Agency (BPS), while the harvest area still relies on manual recording by field officers from the Agricultural Service. This recording method is vulnerable to errors and delays, thus reducing the reliability of production data. This research aims to develop and test a more accurate and timely corn harvest area estimation method, with a case study in Southeast Sulawesi. Based on the research results, the Single Exponential Smoothing method is the best method for forecasting corn harvest area in Southeast Sulawesi Province. This is indicated by the smallest MAPE value, which signifies a relatively low prediction error rate. Additionally, the relatively stable MAD and MSD values demonstrate the consistency of this method in forecasting future data. These findings are expected to support the modernization efforts of the agricultural statistics system to be more accurate and reliable in supporting the national food security program.

Abstrak: Data produksi jagung merupakan informasi strategis dalam perencanaan pembangunan sektor pertanian dan ketahanan pangan Nasional. Di Provinsi Sulawesi Tenggara, produktivitas jagung diperoleh melalui survei ubinan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), sementara luas panen masih mengandalkan pencatatan manual oleh petugas lapangan Dinas Pertanian. Metode pencatatan ini rentan terhadap kesalahan dan keterlambatan, sehingga menurunkan keandalan data produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji metode estimasi luas panen jagung yang lebih akurat dan tepat waktu, dengan studi kasus di Sulawesi Tenggara. Berdasarkan hasil penelitian, metode *Single Exponential Smoothing* menjadi metode terbaik dalam peramalan luas panen jagung di Provinsi Sulawesi Tenggara. Hal ini ditunjukkan oleh nilai MAPE terkecil, yang menandakan tingkat kesalahan prediksi relatif rendah. Selain itu, nilai MAD dan MSD yang cukup stabil menunjukkan konsistensi metode ini dalam meramalkan data masa depan. Temuan ini diharapkan dapat mendukung upaya modernisasi sistem statistik pertanian agar lebih akurat dan dapat diandalkan untuk mendukung program ketahanan pangan nasional.

Correspondence Address: Jalan. Raya Tengah No.80, RT.6/RW.1, Gedong, Pasar Rebo, Jakarta Timur, Jakarta, 13760, Indonesia; e-mail: zuhanarealita28@gmail.com

How to Cite (APA 6th Style): A'ini, Z. F., Alfy, Z. R., & Baihaqie, A. D. (2025). Metode Estimasi Luas Panen Jagung di Provinsi Sulawesi Tenggara. *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 477-486.

Copyright: Zakiah Fithah A'ini, Zuhana Realita Alfy, & Ardhi Dinullah Baihaqie, (2025)

PENDAHULUAN

Menurut UU No. 18 Tahun 2012 Pasal 1, pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati baik dari produk pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan maupun perairan, yang dimana sudah melalui proses pengolahan maupun belum diolah yang digunakan untuk bahan makanan ataupun minuman yang nantinya akan konsumsi oleh manusia dimana pemenuhannya merupakan kebutuhan dasar bagi manusia. Penggolongan pangan berguna untuk merencanakan produksi, mencatat ketersediaan pangan yang ada, dan sebagai bahan konsumsi pangan oleh manusia. Kelompok pangan yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia ada 9 jenis yaitu: padi-padian, umbi-umbian, pangan hewani, minyak dan lemak, buah biji berminyak, kacang-kacangan, gula, sayur, serta bumbu yang lainnya (Yuniastuti dalam Suhaimi, 2019). Sebagai salah satu negara terbesar di dunia, Indonesia harus dapat membangun sistem ketahanan pangan untuk seluruh masyarakat, dimana kecukupan pangan sangat erat kaitannya dengan status kemiskinan, tingkat kesehatan masyarakat, dan status gizi masyarakat.

Didalam UU No. 18 Tahun 2012, Ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan. Pada masa pandemi Covid 19, pemenuhan ketersediaan pangan menjadi hal yang sangat penting. Pemerintah dituntut untuk dapat memenuhi ketersediaan pangan sesuai dengan amanah yang menyatakan bahwa pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang paling utama dan pemenuhannya merupakan bagian dari hak asasi setiap rakyat Indonesia. Pemenuhan konsumsi pangan harus mengutamakan produksi dalam negeri dengan memanfaatkan sumber daya dan kearifan lokal secara optimal. Diversifikasi pangan akan membantu tercapainya ketahanan pangan.

Setiap provinsi difokuskan memproduksi panganan lokal selain beras. Salah satu komoditas panganan lokal tersebut adalah Jagung. Jagung merupakan komoditas pangan strategis di Indonesia, termasuk di Provinsi Sulawesi Tenggara, yang memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan dan perekonomian lokal. Data produksi jagung yang akurat sangat diperlukan sebagai dasar perencanaan, evaluasi program pertanian, dan penyusunan kebijakan nasional. Sebagai bentuk dukungan terhadap ketahanan pangan nasional, provinsi Sulawesi Tenggara mengembangkan Kawasan Mandiri Pangan (KMP) sejak tahun 2017. Sejak dikembangkannya KMP, tren produksi jagung di Sulawesi Tenggara mulai mengalami peningkatan pada tahun 2017 yaitu sebesar 91,18% dibandingkan tahun 2016. Namun tren ini mulai mengalami penurunan sejak tahun 2020. Produksi jagung di Sulawesi Tenggara pada tahun 2020 turun sebesar 39,89% dibandingkan tahun 2019. Penurunan produksi jagung di Sulawesi Tenggara selain disebabkan oleh menurunnya luas panen juga disebabkan oleh menurunnya produktivitas jagung. Pada tahun 2020, rata-rata produktivitas jagung di Sulawesi Tenggara sebesar 32,56 kuintal per hektar, jauh di bawah rata-rata nasional sebesar 54,74 kuintal per hektar.

Komponen produksi jagung terdiri dari dua variabel utama: produktivitas dan luas panen. Produktivitas diperoleh melalui survei ubinan oleh BPS dengan pendekatan statistik yang terstandar. Namun, data luas panen selama ini diperoleh dari pencatatan manual oleh petugas lapangan Dinas Pertanian. Metode ini memiliki kelemahan, seperti keterlambatan pelaporan, perbedaan persepsi petugas, serta tidak tersedianya bukti visual atas pencatatan. Kondisi ini menyebabkan data produksi jagung seringkali kurang akurat, sehingga dapat mengganggu estimasi ketersediaan pangan, distribusi, dan perencanaan kebijakan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Irsan, Murti, dan Widayani (2019) yang berjudul “Estimasi produksi jagung (*Zea mays L.*) dengan menggunakan citra sentinel 2A di sebagian wilayah kabupaten Jeneponto Provinsi Sulawesi Selatan”, menyatakan bahwa tingkat akurasi pemetaan penggunaan lahan dengan menggunakan citra Sentinel 2A mencapai 90%, sementara hasil uji akurasi model estimasi produksi jagung dengan menggunakan data lapangan, model estimasi

indeks EVI memiliki nilai SE yang paling rendah yaitu 0,69 dengan jumlah produksi sebanyak 178.660,69 ton. Sedangkan estimasi produksi dengan menggunakan pendekatan spektral yakni transformasi indeks vegetasi menunjukkan korelasi indeks dengan produksi di lapangan yaitu 74 %.

Sementara itu menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Aqil, Subagio, Andayani, dan Tabri (2019) yang berjudul “Pendugaan luas panen dan produksi jagung nasional menggunakan pendekatan modeling”, menyatakan bahwa Model Arima memprediksi variabel luas tanam dan produksi lebih baik dibandingkan model *Dumped*. Nilai korelasi luas panen dengan model Arima mencapai 0,78 sedangkan model *Dumped* lebih rendah yaitu 0,74. Korelasi produksi nilainya lebih tinggi yaitu > 0,95.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, peneliti bertujuan untuk melakukan beberapa metode yang diperlukan untuk menentukan estimasi luas panen jagung yang dapat meningkatkan akurasi, kecepatan, dan objektivitas data sehingga data produksi jagung pada Provinsi Sulawesi Tenggara yang tersedia lebih akurat yang nantinya ketahanan pangan pada Provinsi tersebut tercukupi untuk semua rakyatnya.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Provinsi Sulawesi Tenggara dengan pendekatan studi kasus dan analisis kuantitatif terhadap data luas panen jagung. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang bersumber dari data produksi jagung dan luas panen dari BPS dan Dinas Pertanian Sulawesi Tenggara (1991–2024).

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu data *time series*. Menurut Terimajaya, dkk (2024) penyajian data *time series* adalah pendekatan dalam statistika yang melibatkan pengumpulan data secara berkala selama periode waktu tertentu yang kemudian digunakan untuk menganalisis perubahan atau tren dalam variabel yang diamati sepanjang waktu, dimana hal ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana suatu variabel berubah seiring waktu serta adanya kemungkinan analisis tentang pola atau perilaku jangka panjang. Adapun variabel-variabel didalam data *time series* antara lain metode *smoothing*, metode *box jenkins* (ARIMA), dan metode proyeksi trend. (Amsari dan Barus, 2023). Penggunaan data *time series* sangat penting dilakukan karena memberikan informasi mengenai suatu objek dalam waktu yang berbeda, memberikan perbandingan dampak terhadap suatu objek terkait adanya fenomena tertentu (kebijakan, peristiwa alam, politik, dll), dan memberikan prediksi terhadap suatu objek di masa mendatang dengan menggunakan data masa lalu.

Data dalam *forecasting* adalah data *time series* yang dikumpulkan menurut urutan waktu dengan rentang waktu tertentu, metode ini digunakan untuk mendapatkan perkiraan informasi yang bersifat ramalan kejadian masa yang akan datang berdasarkan dari data yang digunakan sebagai acuannya (Riyanto dan Putera, 2022).

Metode data *time series* yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *smoothing* dan metode proyeksi trend.

Metode *Smoothing*

Metode *Smoothing* dipakai untuk mengurangi ketidakteraturan data yang bersifat musiman dengan cara membuat keseimbangan rata-rata dari data masa lampau (Genarsih & Tisngati, 2024). Metode *smoothing* terdiri dari:

- 1) *Single Moving Average* : Metode ini menggunakan rata-rata sebagai ramalan untuk periode mendatang. Pada setiap nilai, muncul nilai pengamatan baru, nilai rata-rata baru dapat dihitung dengan membuang nilai observasi yang paling lama dan memasukkan nilai pengamatan yang terbaru.

- 2) *Single Exponential Smoothing* : Metode ini dapat mengatasi kesulitan nilai-nilai historis dari variabel yang harus dilakukan pada metode rata-rata bergerak sederhana. Metode ini digunakan untuk peramalan data *time series* tanpa trend atau pola *stasioner*.
- 3) *Double Exponential Smoothing* : Metode ini didapat dengan melakukan pemulusan kembali hasil dari pemulusan *single exponential smoothing*. Pendekatan metode ini lebih memberikan bobot yang semakin menurun pada observasi masa lalu dibandingkan *single exponential smoothing*.
- 4) *Winters Method* : Metode ini disesuaikan untuk trend dan variasi musiman, merupakan pengembangan dari metode eksponensial. Metode *winters* merevisi estimasi berdasarkan pengalaman terkini, trend (*slope*) dan musiman.

Metode Proyeksi Trend

Data *time series* dapat juga berbentuk *trend*. Artinya, plot data menyebar membentuk suatu kecenderungan menaik ataupun menurun secara konstan. Meskipun dalam realitanya data yang konstan menaik ataupun menurun jarang sekali ditemukan, namun data yang telah menaik atau menurun dalam jangka waktu yang cukup panjang sudah dapat dikatakan sebagai data yang memuat pola *trend*. Metode proyeksi tren terdiri dari beberapa tren, yaitu :

1) Trend Linier

Trend Linier merupakan garis peramalan yang sifatnya linier sehingga secara matematis bentuk fungsinya adalah sebagai berikut:

$$Y' = a + bX$$

Keterangan :

Y' = Nilai tren pada periode tertentu atau nilai peramalan pada periode tertentu

a = Nilai tren pada periode dasar

b = Koefisien arah garis tren atau perubahan tren setiap periode

X = Unit periode yang dihitung dari periode dasar

2) Tren Kuadratik

Tren parabolik (kuadratik) adalah trend yang nilai variabel tak bebasnya naik atau turun secara linier atau terjadi parabola bila datanya dibuat *scatter plot* (hubungan variabel dependen dan independen adalah kuadratik). Metode Trend Parabolik digunakan untuk memproyeksi data historis ke arah garis lengkung yang berbentuk parabola. Adapun rumus yang digunakan antara lain :

$$yc = a + bx + cx^2$$

Dimana :

$$a = \frac{(\sum x^4) (\sum y) - (\sum x^2) - (\sum x^2 y)}{n (\sum x^4) - n (\sum x^2)^2}$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$c = \frac{n (\sum x^2 y) - (\sum x^2) (\sum y)}{n (\sum x^4) - (\sum x^2)^2}$$

Keterangan :

Yc = Nilai terhitung dari variabel yang akan diprediksi (variabel terikat)

a = Titik potong sumbu y

b	=	Kemiringan garis regresi
Σ	=	Tanda penjumlahan total
x	=	Nilai variabel bebas
Y	=	Nilai variabel terikat
n	=	Jumlah data atau pengamatan

3) Trend Eksponensial

Trend eksponensial adalah sebuah trend yang variabel bebasnya naik secara berlipat ganda atau tidak linier.

$$\hat{Y} = \alpha\beta^x$$

Keterangan :

\hat{Y}	=	Nilai dugaan pada periode waktu ke-X
α dan β	=	Koefisien trend

4) Trend Kurva S

Kurva S mengacu pada bagan yang digunakan untuk menggambarkan, memvisualisasikan, dan memprediksi data dari waktu ke waktu. Lebih khusus lagi, adalah kurva logistik yang memplot kemajuan suatu variabel dengan menghubungkannya dengan variabel lain dari waktu ke waktu. Istilah kurva S dikembangkan sebagai hasil dari bentuk data yang diambil. Proyek pada kurva S sering mengalami pertumbuhan yang lambat di awal, pertumbuhan yang cepat di tengah, dan pertumbuhan yang lambat dan di akhir. Titik percepatan maksimum disebut titik belok. Pada titik inilah proyek atau bisnis kembali ke pertumbuhan awal yang lambat.

Pada metode *forecasting* data *time series* terdapat ukuran kebaikan yaitu (Genarsih & Tisngati, 2024) :

1. MAD (*Mean Absolute Deviation*)

Simpangan absolut rata-rata atau MAD mengukur akurasi peramalan dengan merata-ratakan nilai absolut kesalahan peramalan. Kesalahan diukur dalam unit ukuran yang sama seperti data aslinya. MAD digunakan untuk mengukur ketepatan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata absolut kesalahan dan membandingkan ketetapan ramalan antara metode peramalan yang berbeda. Maka jika ditulis secara matematis adalah sebagai berikut:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y(t) - y'(t)|$$

2. MSE (*Mean Squared Error*)

MSE menggunakan penyebut n tanpa memperhatikan derajat bebas model. MSE digunakan untuk mengukur ketepatan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam rata-rata kuadrat dari kesalahan dan juga dapat digunakan untuk membandingkan ketetapan ramalan antara metode peramalan yang berbeda, namun MSE memberikan ketelitian yang lebih baik dari pada MAD sehingga banyak dipakai dalam optimalisasi pembobotan.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y(t) - y'(t)|^2$$

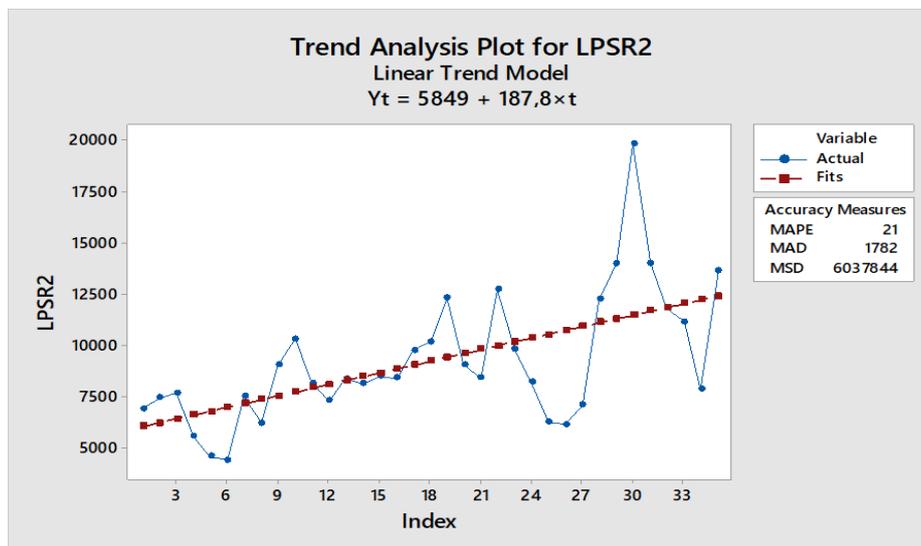
3. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Persentase kesalahan absolut rata-rata atau MAPE memberikan petunjuk seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya. MAPE digunakan untuk mengukur ketepatan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut kesalahan dan lebih banyak digunakan untuk perbandingan pada data-data yang mempunyai skala interval waktu berbeda.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y(t) - y'(t)}{y(t)} \right|$$

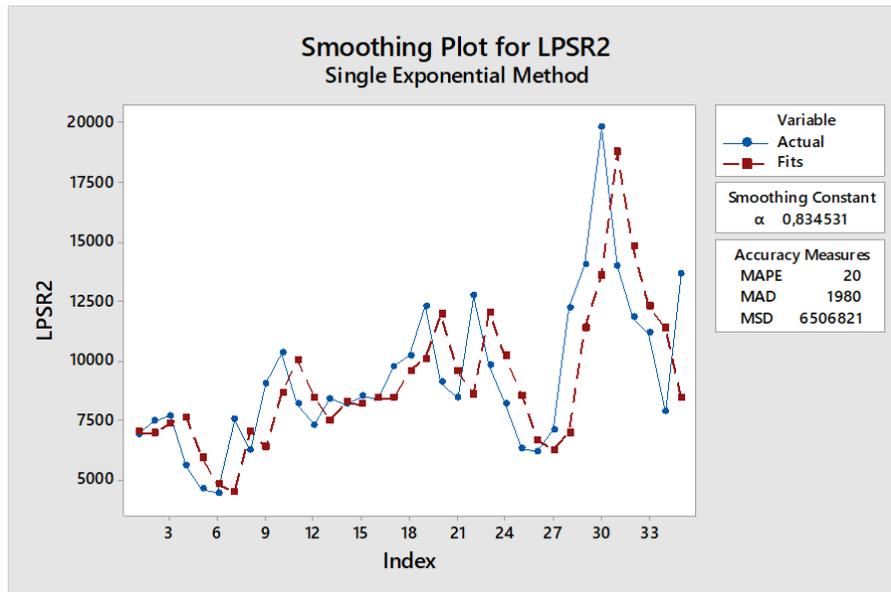
HASIL

Data *time series* yang digunakan pada penelitian ini adalah data produksi jagung yang ada di Provinsi Sulawesi Tenggara dari tahun 1991-2024 yang bersumber dari BPS Provinsi Sulawesi Tenggara. Analisis dilakukan menggunakan beberapa metode peramalan, yakni *Trend Linier*, *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Moving Average*.

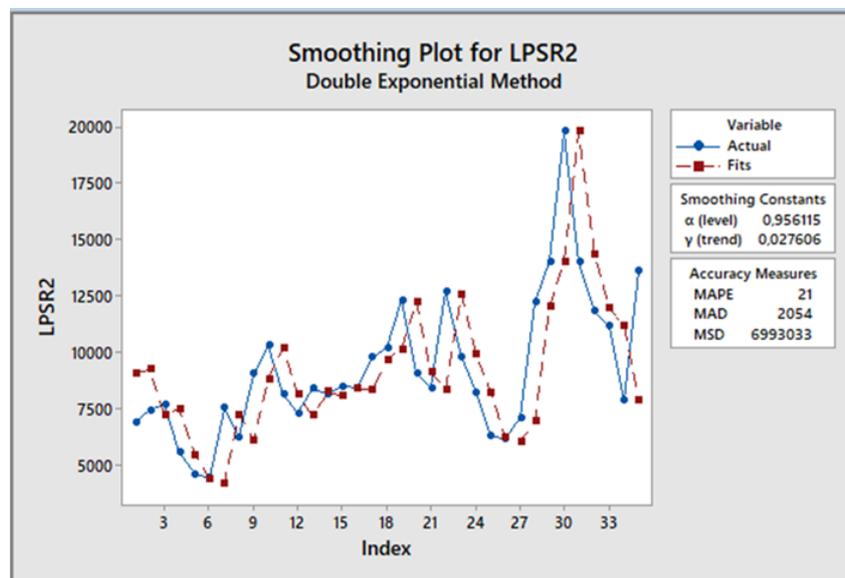


Gambar 1. Grafik Trend Linier

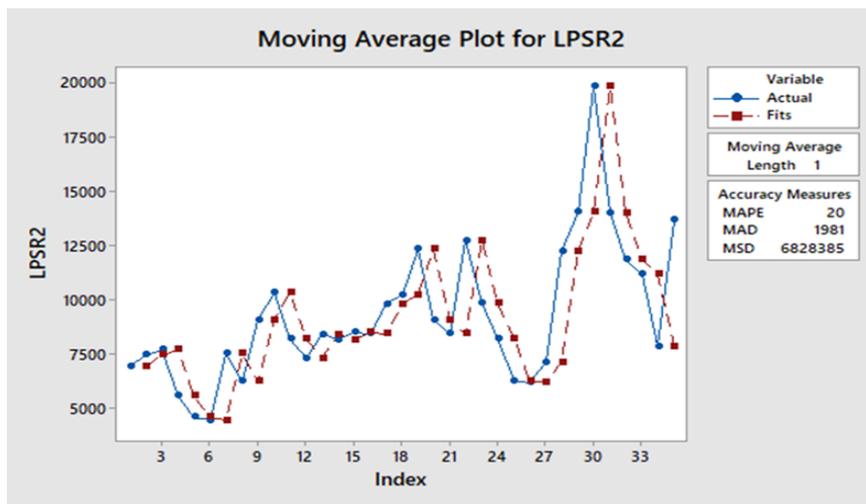
Berdasarkan grafik yang dihasilkan terlihat bahwa grafik Trend Linier menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan produksi jagung dari tahun ke tahun, meskipun terdapat fluktuasi signifikan. Fluktuasi ini disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kondisi cuaca, perubahan luas tanam, serta intervensi kebijakan pertanian di tingkat lokal. Trend linier memberikan gambaran umum mengenai arah perkembangan produksi, tetapi kurang mampu menangkap dinamika perubahan jangka pendek.

Gambar 2. Grafik *Single Exponential Smoothing*

Berdasarkan grafik tersebut, grafik peramalan sejalan dengan grafik aktual hal ini menunjukkan bahwa hasil peramalan mengikuti data aktual di lapangan. Dengan nilai alpha (α) sebesar 0,8345, *Single Exponential Smoothing* memberikan hasil peramalan yang cenderung mengikuti data aktual. Hal ini menunjukkan bahwa model ini lebih responsif terhadap perubahan data terbaru. Responsivitas tinggi ini penting mengingat produksi jagung sangat dipengaruhi oleh faktor musiman dan kebijakan tahunan. Keunggulan metode ini terletak pada kesederhanaannya dan kemampuannya beradaptasi dengan perubahan terkini.

Gambar 3. Grafik *Double Exponential Smoothing*

Berdasarkan grafik yang dihasilkan melalui metode *Double Exponential Smoothing*, nilai yang dihasilkan untuk $\alpha = 0.956115$ dimana nilai tersebut hampir mendekati nilai 1 hal ini menunjukkan bahwa metode tersebut sangat responsif setiap perubahan data yang ada. Sementara untuk nilai $\gamma = 0.027606$ menunjukkan bahwa nilai tersebut tidak mempengaruhi perubahan yang ada. *Double Exponential Smoothing* cocok digunakan untuk data dengan trend yang kuat, namun dalam konteks penelitian ini hasilnya sedikit lebih fluktuatif dibandingkan *Single Exponential Smoothing*.

Gambar 4. Grafik *Moving Average*

Berdasarkan grafik yang dihasilkan dapat terlihat bahwa metode *Moving Average* menghasilkan grafik yang cukup stabil dan mengikuti pola data aktual. Namun, metode ini kurang responsif terhadap perubahan mendadak pada data terbaru. Kelebihan *Moving Average* adalah kemampuannya mereduksi fluktuasi jangka pendek, tetapi kelemahannya adalah keterlambatan dalam merespons trend terbaru.

PEMBAHASAN

Tabel 1. Estimasi Ukuran Kebaikan Metode *Trend Linear* dan Metode *Smoothing*

Metode	Estimasi	MAPE	MAD	MSD
<i>Linear Trend Model</i>	12609,7	21	178	6037844
<i>Single Exponential Smoothing</i>	12778,8	20	1980	6506821
<i>Double Exponential Smoothing</i>	12456	21	2054	6993033
<i>Moving Average</i>	13643,5	20	1981	6828385

Sumber : Diolah dari data Hasil Penelitian, 2025

Berdasarkan tabel estimasi diatas, dapat dilihat bahwa metode yang memiliki nilai MAPE terkecil merupakan metode yang paling akurat untuk meramalkan luas panen jagung di Provinsi Sulawesi Tenggara. Metode yang memiliki MAPE terkecil berada pada metode *Single Exponential Smoothing* dan *moving average* yang memiliki nilai = 20. Untuk memilih metode mana yang terbaik untuk meramalkan estimasi luas panen jagung di Provinsi Sulawesi Tenggara, kita lihat juga hasil dari nilai MAD dan MSD nya. Jika nilai MAD dan MSD nya kecil maka metode tersebut yang bisa digunakan untuk metode estimasi luas panen jagung di Provinsi Sulawesi Tenggara. Pada tabel 1 nilai yang memiliki MAD dan MSD terkecil yaitu berada pada metode *Single Exponential Smoothing* dengan nilai MAD = 1980 dan nilai MSD = 6506821. Sehingga metode *Single Exponential Smoothing* merupakan metode terbaik secara keseluruhan dalam hal akurasi dan stabilitas kesalahan prediksi dalam meramalkan estimasi luas panen jagung di Provinsi Sulawesi Tenggara pada tahun 1991-2024

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, metode *Single Exponential Smoothing* menjadi metode terbaik dalam peramalan luas panen jagung di Provinsi Sulawesi Tenggara. Hal ini ditunjukkan oleh nilai MAPE terkecil, yang menandakan tingkat kesalahan prediksi relatif rendah. Selain itu, nilai MAD

dan MSD yang cukup stabil menunjukkan konsistensi metode ini dalam meramalkan data masa depan. Metode *Single Exponential Smoothing* merupakan metode estimasi terbaik untuk meramalkan luas panen jagung di Provinsi Sulawesi Tenggara. Metode ini unggul dalam hal akurasi, responsivitas terhadap data terbaru, dan kemudahan implementasi. Temuan ini diharapkan dapat mendukung upaya modernisasi sistem statistik pertanian agar lebih akurat dan dapat diandalkan untuk mendukung program ketahanan pangan nasional.

DAFTAR RUJUKAN

- Amsari, S., & Barus, D. S. (2023). *Manajemen Operasional*. Medan : UMSU Press.
- Aqil, M., Subagio, H., Andayani, N.N., & Tabri, F. (2019). Pendugaan Luas Panen dan Produksi Jagung Nasional Menggunakan Pendekatan Modeling. Vol 28 (1). <https://doi.org/10.33964/jp.v28i1.425>
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2024). *Data Produksi Jagung Provinsi Sulawesi Tenggara Tahun 1991-2024*.
- Dinas Pertanian Provinsi Sulawesi Tenggara. (2024). *Data Luas Panen Jagung Provinsi Sulawesi Tenggara Tahun 1991-2024*.
- Genarsih, T., & Tisngati, U. (2024). *Belajar Statistika Konsep Dasar dan Pengantar Statistika Penelitian*. Yogyakarta : Zahir Publishing.
- Irsan, L. M., Murti, S. G., & Widayani, P. (2019). Estimasi Produksi Jagung (*Zea Mays L.*) dengan Menggunakan Citra Sentinel 2A di Sebagian Wilayah Kabupaten Jeneponto Provinsi Sulawesi Selatan. Vol 8 (2), Hal. 93-104. <https://doi.org/10.22146/teknosains.36885>
- Riyanto, S., & Putera, A. R. (2022). *Metode Riset Penelitian Kesehatan dan Sains*. Yogyakarta : CV. Deepublish Publisher.
- Suhaimi, A. (2019). *DEA : Pangan, Gizi, dan Kesehatan*. Yogyakarta : CV. Deepublish Publisher.
- Terimajaya, I. W., dkk. (2024). *Dasar-dasar Statistika Konsep dan Metode Analisis*. Jambi : PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Undang-Undang No. 18 Tahun 2012 Tentang Pangan. [UU Nomor 18 Tahun 2012.pdf](#).

