



Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Produksi Gula serta Perbandingan Akurasi Regresi Linear dan Single Exponential Smoothing

Puspita Dea Anggraini^{1*}, Dwi Junianto²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bhinneka PGRI, Tulungagung, Indonesia

Email: puspitadeadea@gmail.com¹, dwi.junianto@ubhi.ac.id²

Abstrak

Produksi gula di Indonesia masih mengalami fluktuasi dan belum mampu memenuhi kebutuhan domestik yang terus meningkat, sehingga diperlukan analisis yang komprehensif terhadap faktor-faktor yang berkaitan dengan produksi gula serta metode peramalan yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan produksi tebu dan rendemen terhadap produksi gula di Indonesia serta membandingkan tingkat akurasi metode peramalan regresi linear berganda dan *Single Exponential Smoothing* (SES). Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik dengan jumlah 44 observasi. Analisis dilakukan menggunakan regresi linear untuk menguji hubungan antar variabel dan metode SES untuk melakukan peramalan hingga tahun 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi tebu dan rendemen memiliki hubungan yang signifikan terhadap produksi gula, baik secara parsial maupun simultan, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,703. Pengujian akurasi menunjukkan bahwa metode regresi linear memiliki nilai MAPE sebesar 11,75%, sedangkan metode SES sebesar 8,85%, sehingga SES dinilai lebih akurat. Hasil peramalan mengindikasikan adanya kecenderungan peningkatan produksi gula hingga tahun 2025. Dengan demikian, metode SES lebih sesuai digunakan untuk peramalan, sementara regresi linear lebih tepat untuk menganalisis hubungan antar variabel.

Kata Kunci: Produksi Gula; Regresi Linear; *Single Exponential Smoothing*; Peramalan; Rendemen

ABSTRACT

Sugar production in Indonesia is still fluctuating and has not been able to meet the increasing domestic demand, so a comprehensive analysis of factors related to sugarcane production and accurate forecasting methods is needed. This study aims to analyze the relationship between sugarcane production and yield to sugar production in Indonesia and compare the accuracy of multiple linear regression forecasting methods and Single Exponential Smoothing (SES). The data used is secondary data obtained from the Central Statistics Agency with a total of 44 observations. The analysis was carried out using linear regression to test the relationship between variables and the SES method to forecast until 2025. The results showed that sugarcane production and yield had a significant relationship with sugar production, both partially and simultaneously, with a determination coefficient value (R^2) of 0.703. The accuracy test showed that the linear regression method had a MAPE value of 11.75%, while the SES method was 8.85%, so the SES was considered more accurate. The forecast results indicate a trend to increase sugar production until 2025. Thus, the SES method is more suitable for forecasting, while linear regression is more appropriate for analyzing the relationships between variables.

Keywords: Sugar Production; Linear Regression; *Single Exponential Smoothing*; Forecasting; Yields

1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang memiliki potensi besar dalam sektor pertanian, termasuk pada subsektor perkebunan tebu sebagai sumber utama bahan baku gula. Gula merupakan komoditas penting yang dibutuhkan tidak hanya untuk konsumsi rumah tangga, tetapi juga sebagai bahan baku berbagai industri. Meskipun demikian, produksi gula nasional masih mengalami fluktuasi dan belum mampu sepenuhnya memenuhi kebutuhan domestik (Amin et al., 2024). Di sisi lain, permintaan gula terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan sektor industri, sehingga menyebabkan kesenjangan antara produksi dan konsumsi serta meningkatkan ketergantungan terhadap impor (Tamtomo *et al.*, 2022).

Besarnya produksi gula dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, di antaranya jumlah produksi tebu dan nilai rendemen (Hartatie *et al.*, 2021). Produksi tebu mencerminkan ketersediaan bahan baku, sedangkan rendemen menunjukkan tingkat efisiensi dalam menghasilkan gula dari tebu yang diolah. Kedua faktor tersebut saling berkaitan dalam menentukan hasil akhir produksi gula (Amin et al., 2024). Namun, peningkatan jumlah tebu tidak selalu diikuti oleh peningkatan produksi gula apabila rendemen yang dihasilkan rendah. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk memahami hubungan antara kedua variabel tersebut dalam memengaruhi produksi gula (Afandi, 2024).

Selain faktor produksi, ketidakpastian jumlah produksi gula dari waktu ke waktu juga memerlukan pendekatan perencanaan yang lebih baik melalui teknik peramalan. Peramalan memiliki peran penting dalam membantu pengambilan keputusan, baik dalam penentuan kapasitas produksi maupun kebijakan impor (Hariadi *et al.*, 2025). Pemilihan metode yang tepat akan menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan dapat dijadikan dasar perencanaan yang efektif.

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas faktor-faktor yang memengaruhi produksi gula. Afandi (2024) mengungkapkan bahwa produksi tebu memiliki pengaruh signifikan terhadap produksi gula, sedangkan pengaruh rendemen tidak selalu terlihat secara parsial. Selanjutnya, Amin (2024) menyatakan bahwa produksi tebu dan rendemen berkontribusi terhadap penawaran gula secara nasional. Penelitian oleh Fissyroh *et al.* (2024) juga menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut berpengaruh terhadap peningkatan produksi dan pendapatan petani. Sementara itu, Hariadi *et al.* (2025) menemukan bahwa rendemen memiliki pengaruh positif terhadap produksi gula, meskipun tidak selalu signifikan secara parsial. Dalam konteks peramalan, Aditya *et al.* (2023) menjelaskan bahwa metode *exponential*

smoothing mampu menghasilkan prediksi yang cukup akurat untuk data dengan pola fluktuatif. Produksi tebu cenderung memiliki hubungan yang konsisten dan signifikan terhadap produksi gula, sedangkan peran rendemen masih menunjukkan hasil yang bervariasi antar penelitian. Perbedaan temuan tersebut mengindikasikan adanya ketidakkonsistenan hasil empiris. Belum terdapat kesimpulan yang kuat mengenai peran rendemen dalam produksi gula, khususnya dalam konteks data produksi gula nasional yang bersifat fluktuatif. Penelitian yang membandingkan kinerja metode regresi linear dengan metode peramalan seperti *Single Exponential Smoothing* (SES) masih terbatas, belum diketahui metode yang paling akurat untuk digunakan dalam perencanaan produksi. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk melakukan analisis yang tidak hanya menguji hubungan antar variabel, tetapi juga mengevaluasi metode peramalan yang paling sesuai.

Berdasarkan uraian tersebut, serta adanya keterbatasan dari penelitian sebelumnya dalam membandingkan kinerja metode peramalan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan produksi tebu dan rendemen terhadap produksi gula di Indonesia serta membandingkan tingkat akurasi metode regresi linear berganda dan *Single Exponential Smoothing* dalam melakukan peramalan. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi antara analisis hubungan antar variabel dan pendekatan peramalan dalam satu kajian, sehingga tidak hanya memberikan pemahaman mengenai faktor yang berkaitan dengan produksi gula, tetapi juga menghasilkan metode peramalan yang lebih akurat sebagai dasar dalam perencanaan dan pengambilan kebijakan di sektor industri gula.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis hubungan antara produksi tebu dan rendemen terhadap produksi gula serta melakukan peramalan produksi gula di Indonesia. Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan *Jamovi* untuk analisis regresi linear berganda dan *Microsoft Excel* untuk perhitungan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) serta evaluasi akurasi model. Data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dengan jumlah 44 observasi dalam bentuk runtun waktu (*time series*). Data yang digunakan mencakup periode tahun 1981 hingga 2024 sehingga diperoleh sebanyak 44 observasi. Pemilihan periode tersebut didasarkan pada penggunaan data dalam jangka panjang diperlukan untuk menangkap pola tren dan fluktuasi produksi gula secara lebih komprehensif, sehingga hasil analisis hubungan dan peramalan yang diperoleh menjadi lebih stabil dan representatif.

Objek penelitian meliputi data produksi tebu, rendemen, dan produksi gula nasional. Pengumpulan data dilakukan melalui teknik dokumentasi dengan memanfaatkan publikasi resmi BPS yang relevan dengan variabel penelitian. Data yang terkumpul kemudian diseleksi dan disusun sesuai kebutuhan analisis (Badan Pusat Statistik, 2025). Data yang digunakan dalam penelitian ini dipilih berdasarkan kriteria ketersediaan data yang lengkap, konsisten, dan berurutan selama periode pengamatan, sedangkan data yang tidak lengkap atau memiliki nilai hilang (*missing values*) tidak disertakan dalam analisis.

Sebelum pengolahan, dilakukan tahap *preprocessing* yang meliputi pengecekan kelengkapan data, penanganan nilai hilang (*missing values*), serta identifikasi nilai ekstrem (*outliers*) untuk memastikan kualitas data yang digunakan. Tahapan analisis diawali dengan analisis deskriptif untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik data. Selanjutnya, dilakukan analisis regresi linear berganda guna mengetahui pengaruh variabel produksi tebu dan rendemen terhadap produksi gula. Sebelum dilakukan analisis regresi, dilakukan pengujian asumsi klasik yang meliputi uji normalitas, multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi untuk memastikan model memenuhi kriteria analisis (Nurani *et al.*, 2023).

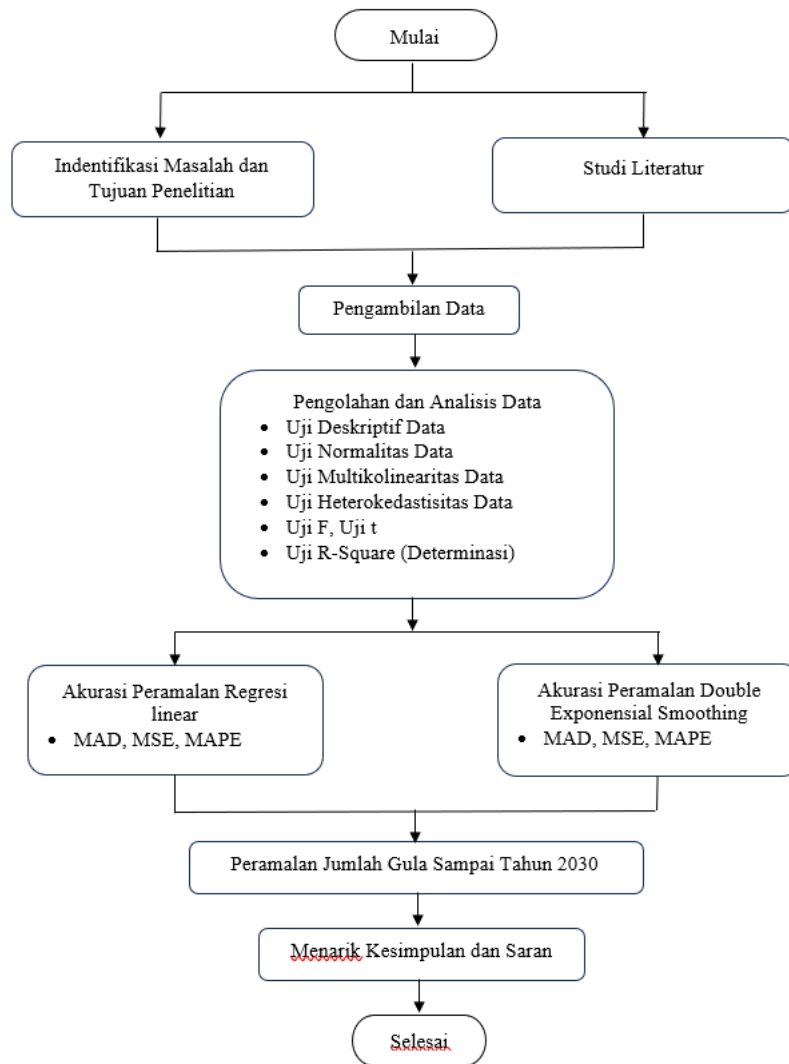
Tahap berikutnya adalah peramalan produksi gula menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES). Metode ini dipilih karena efektif digunakan pada data dengan pola fluktuatif dan tren yang relatif sederhana (Kusuma *et al.*, 2024). Hasil peramalan kemudian dievaluasi menggunakan indikator kesalahan, yaitu *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk mengukur tingkat akurasi model (Aditya *et al.*, 2023).

Metode *Single Exponential Smoothing* (SES) secara matematis dirumuskan pada Persamaan (1). Di mana F_{t+1} adalah nilai peramalan pada periode berikutnya, X_t adalah nilai aktual pada periode ke- t , F_t adalah nilai peramalan pada periode sebelumnya, dan α adalah parameter pemulusan dengan nilai antara 0 dan 1. Nilai α ditentukan melalui *trial* untuk memperoleh nilai kesalahan terkecil (MAPE).

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (1)$$

Selanjutnya, dilakukan perbandingan antara metode regresi linear dan SES berdasarkan nilai kesalahan yang dihasilkan. Metode dengan tingkat kesalahan yang lebih kecil dinilai memiliki tingkat akurasi yang lebih baik. Seluruh tahapan penelitian dilakukan secara sistematis untuk menghasilkan informasi yang dapat mendukung perencanaan dan pengambilan

keputusan dalam sektor produksi gula (Rusyida, 2022). Diagram alur penelitian ditampilkan pada Gambar 1.

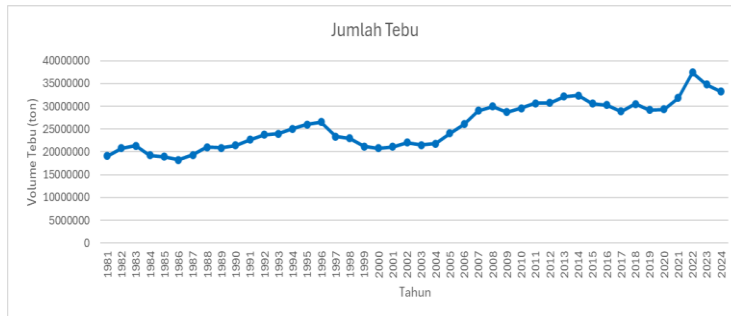


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

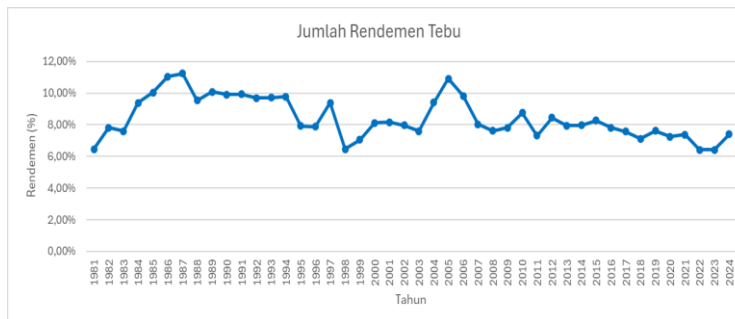
3.1 Analisis Deskriptif

Ketiga variabel antara produksi tebu, rendemen, dan produksi gula nasional saling berkaitan dalam proses produksi, di mana tebu berfungsi sebagai bahan baku utama, rendemen mencerminkan tingkat efisiensi pengolahan, dan produksi gula sebagai hasil akhir. Secara umum, data menunjukkan adanya perubahan yang tidak stabil dari tahun ke tahun, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui hubungan serta pengaruh antar variabel terhadap produksi gula. Data tersebut disajikan pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3 berikut:



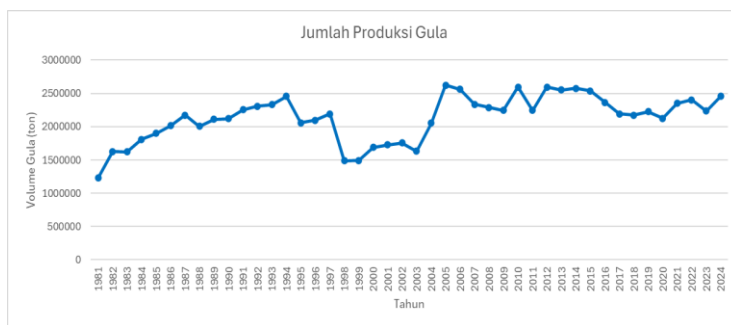
Gambar 1. Grafik Jumlah Tebu di Indonesia Tahun 1981-2024

Gambar 1 memperlihatkan bahwa produksi tebu di Indonesia mengalami perubahan yang tidak stabil setiap tahunnya. Namun demikian, dalam jangka panjang terlihat adanya tren peningkatan secara keseluruhan.



Gambar 2. Grafik Jumlah Rendemen Tebu di Indonesia Tahun 1981-2024

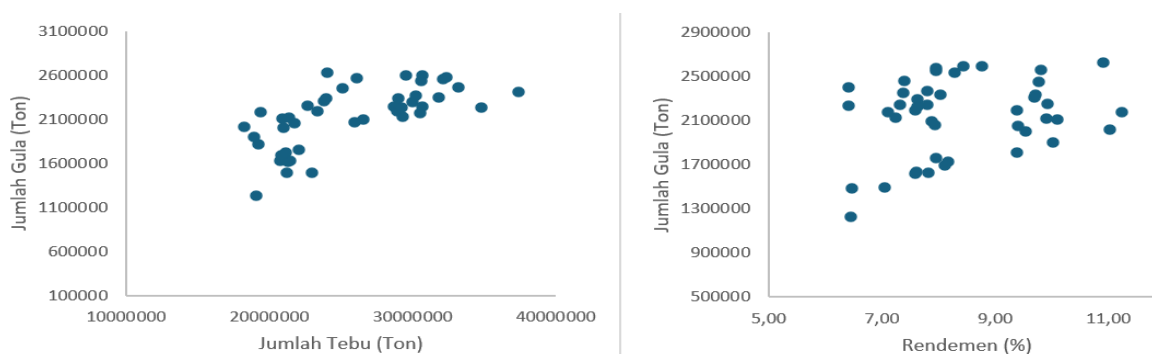
Gambar 2 memperlihatkan bahwa nilai rendemen tebu di Indonesia mengalami perubahan yang naik turun dari tahun ke tahun. Secara umum, tidak tampak adanya kecenderungan peningkatan yang signifikan. Nilainya relatif stabil dengan beberapa variasi pada periode tertentu.



Gambar 3. Grafik Jumlah Produksi Gula di Indonesia Tahun 1981-2024

Gambar 3 memperlihatkan adanya kecenderungan peningkatan produksi gula meskipun disertai fluktuasi pada beberapa periode tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa selain faktor internal, terdapat pula faktor eksternal yang turut memengaruhi perubahan produksi gula, seperti kondisi iklim dan cuaca, kebijakan pemerintah terkait impor dan harga gula, serta perubahan harga komoditas di pasar global.

Analisis *scatter plot* pada dua variabel yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel independen dan dependen secara visual. Dengan demikian, *scatter plot* merupakan grafik pasangan data dalam bentuk titik-titik pada bidang koordinat yang dapat menilai arah dan kekuatan hubungan, outlier, serta pola data.



Gambar 4. Scatter Plot Dua Variabel

Pada Gambar 4 yaitu antara jumlah tebu dan jumlah gula menunjukkan bahwa sebaran data membentuk pola yang cenderung meningkat dari kiri bawah ke kanan atas sehingga menunjukkan adanya hubungan positif antara kedua variabel. Sedangkan pada hubungan antara rendemen dan jumlah gula cenderung naik dari kiri bawah ke kanan atas, artinya terdapat hubungan positif jika semakin tinggi rendemen maka jumlah gula yang dihasilkan akan cenderung meningkat.

3.2 Uji Asumsi Klasik

Sebelum dilakukan analisis regresi, terlebih dahulu dilakukan pengujian asumsi klasik untuk memastikan bahwa model yang digunakan telah memenuhi persyaratan analisis statistik. Pengujian ini meliputi uji normalitas, multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi. Hasil dari pengujian tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Asumsi Klasik

Uji	Nilai	Kriteria	Keterangan
Normalitas	0,110	> 0,05	Normal
Multikolinearitas (VIF)	1,06; 1,03	< 10	Tidak terjadi
Multikolinearitas (Tolerance)	0,832; 0,922	> 0,10	Tidak terjadi
Heteroskedastisitas	0,080; 0,076	> 0,05	Tidak terjadi
Autokorelasi (DW)	1,757	$dU < DW < 4 - dU$	Tidak terjadi

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada uji normalitas sebesar 0,110 yang lebih besar dari 0,05, sehingga data dapat dinyatakan berdistribusi normal. Selanjutnya, hasil uji multikolinearitas menunjukkan bahwa nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) masing-masing variabel berada di bawah 10 dan nilai tolerance di atas 0,10, yang mengindikasikan tidak adanya hubungan yang kuat antar variabel bebas. Pada uji heteroskedastisitas, nilai signifikansi yang

diperoleh juga lebih besar dari 0,05, sehingga model tidak mengalami gejala heteroskedastisitas. Selain itu, hasil uji autokorelasi menunjukkan nilai Durbin-Watson sebesar 1,757 yang masih berada dalam batas yang dapat diterima, sehingga tidak terdapat masalah autokorelasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model regresi telah memenuhi seluruh asumsi klasik dan layak digunakan untuk analisis selanjutnya.

3.3 Analisis Regresi Linear Berganda

Analisis regresi linear berganda dilakukan untuk mengkaji pengaruh produksi tebu dan rendemen terhadap produksi gula. Pengujian dilakukan secara parsial melalui uji t, secara simultan melalui uji F, serta menggunakan koefisien determinasi (R^2) untuk mengetahui kemampuan model dalam menjelaskan variabel dependen. Hasil dari pengujian tersebut disajikan pada Tabel 3 hingga Tabel 5 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji T

Model Coefficients - Jumlah Gula				
Predictor	Estimate	SE	T	p
Intercept	-1.750.000	105.358,4355	-16,6	<0,001
Jumlah Tebu	0,0766	0,00205	37,3	<0,001
Rendemen	226.690,3799	797.240.419	28,4	<0,001

Berdasarkan hasil uji T, variabel produksi tebu dan rendemen memiliki nilai signifikansi di bawah 0,05, yang menunjukkan bahwa keduanya berpengaruh secara signifikan terhadap produksi gula. Produksi tebu memiliki koefisien positif sebesar 0,0766, yang berarti peningkatan jumlah tebu sebagai bahan baku akan mendorong kenaikan produksi gula. Sementara itu, rendemen juga menunjukkan koefisien positif sebesar 226.690,38, yang menandakan bahwa tingkat efisiensi dalam proses pengolahan tebu menjadi gula turut memberikan kontribusi terhadap peningkatan hasil produksi. Besarnya nilai koefisien pada variabel rendemen menunjukkan bahwa faktor efisiensi pengolahan memiliki peran yang cukup besar dalam menentukan *output* gula. Oleh karena itu, kedua variabel tersebut dapat dikatakan memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap produksi gula.

Tabel 4. Hasil Uji F

Model Fit Measures				
Overall Model Test				
Model	F	df1	df2	p
1	749	2	41	< 0,001

Berdasarkan Tabel 4 hasil uji F dapat diketahui bahwa nilai signifikansinya < 0,001 yang jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan taraf signifikansi α 0,05. Dengan demikian dapat diterangkan

bahwa jumlah tebu dan rendemen secara simultan atau bersama-sama berpengaruh terhadap jumlah gula.

Tabel 5. Hasil Koefisien Determinasi

Model Fit Measures		
Model	R	R ²
1	0,887	0,703

Dari Tabel 5 nilai R-square adalah 0,703, hal ini menjelaskan bahwa kemampuan variabel jumlah tebu dan rendemen dalam menjelaskan variabel jumlah gula sebesar 70,30% dan sisanya sebesar 29,70% dijelaskan variabel lainnya di luar model dari regresi penelitian ini.

3.4 Hasil Peramalan

3.4.1 Regresi Linear

Peramalan produksi gula dengan metode regresi linear dilakukan dengan memanfaatkan hubungan antara variabel produksi tebu dan rendemen terhadap produksi gula. Model yang digunakan dalam analisis ini dinyatakan dalam bentuk Persamaan (2) sebagai berikut:

$$F_t = a + b \cdot t \quad (2)$$

Keterangan:

F_t = nilai hasil peramalan periode ke-t

a = konstanta

b = koefisien

t = periode waktu

Untuk mendapatkan hasil peramalan di masing-masing periode akan disajikan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil Peramalan Menggunakan Regresi Linear

t	X _t	F _t	t	X _t	F _t
1	1230120	1.811.727	23	1631918	2.139.153
2	1626802	1.826.610	24	2051644	2.154.036
3	1619538	1.841.493	25	2623766	2.168.919
4	1810373	1.856.376	26	2561513	2.183.802
5	1898809	1.871.259	27	2333885	2.198.685
6	2014574	1.886.142	28	2288735	2.213.568
7	2174874	1.901.025	29	2244154	2.228.451
8	2004051	1.915.908	30	2592561	2.243.334
9	2108348	1.930.791	31	2244154	2.258.217
10	2119585	1.945.674	32	2592561	2.273.100
11	2252667	1.960.557	33	2553551	2.287.983
12	2306484	1.975.440	34	2575392	2.302.866
13	2329811	1.990.323	35	2534872	2.317.749

t	X _t	F _t	t	X _t	F _t
14	2453881	2.005.206	36	2363042	2.332.632
15	2059576	2.020.089	37	2190979	2.347.515
16	2094195	2.034.972	38	2171726	2.362.398
17	2191966	2.049.855	39	2227051	2.377.281
18	1488269	2.064.738	40	2123405	2.392.164
19	1493933	2.079.621	41	2348331	2.407.047
20	1690004	2.094.504	42	2402648	2.421.930
21	1725467	2.109.387	43	2234241	2.436.813
22	1755354	2.124.270	44	2456514	2.451.696

Berdasarkan Tabel 6 tersebut, hasil peramalan dengan metode regresi linear memperlihatkan adanya pola peningkatan dari waktu ke waktu, yang ditunjukkan oleh nilai F_t yang terus bertambah pada setiap periode. Namun, masih terdapat selisih antara nilai aktual (X_t) dan hasil peramalan, yang menunjukkan bahwa model ini lebih mampu menggambarkan tren umum dibandingkan perubahan data yang bersifat fluktuatif. Temuan ini menunjukkan bahwa metode regresi linear lebih efektif dalam menangkap pola tren jangka panjang, namun kurang mampu mengakomodasi fluktuasi data yang terjadi pada setiap periode. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nurani et al. (2023) yang menyatakan bahwa model regresi cenderung memberikan estimasi yang stabil, tetapi memiliki keterbatasan dalam memprediksi data runtun waktu yang bersifat dinamis dan fluktuatif. Oleh karena itu, penggunaan metode lain yang lebih adaptif terhadap perubahan data, seperti pendekatan *time series*, diperlukan untuk meningkatkan akurasi peramalan.

3.4.2 Single Exponential Smoothing (SES)

Metode *Single Exponential Smoothing* (SES) digunakan untuk memperkirakan produksi gula dengan memberikan penekanan yang lebih besar pada data terbaru, sehingga mampu merespons perubahan yang terjadi dengan lebih cepat. Model SES dinyatakan dalam bentuk Persamaan (3) sebagai berikut:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_{t-1} \tag{3}$$

Keterangan:

F_{t+1} = Ramalan untuk periode ke $t + 1$

α = Konstanta bobot yang menunjukkan konstanta penghalus (nilai 0 -1)

X_t = Nilai peramalan rill pada period ke-t

F_{t-1} = Nilai peramalan pada periode ke t-1

Tabel 7. Hasil Peramalan Menggunakan SES

Tahun	(X _t)	(F _t)
1981	1230120	-
1982	1626802	$F_{t2} = 1230120 + 0,9 (1230120 - 1230120) = 1230120$

Tahun	(X_t)	(F_t)
1983	1619538	$F_{t3} = 1230120 + 0,9(1626802 - 1230120) = 1587134$
1984	1810373	$F_{t4} = 1587134 + 0,9(1619538 - 1626802) = 1580596$
1985	1898809	$F_{t5} = 1580596 + 0,9(1810373 - 1619538) = 1752347$
1986	2014574	$F_{t6} = 1752347 + 0,9(1898809 - 1810373) = 1831939$
1987	2174874	$F_{t7} = 1831939 + 0,9(2014574 - 1898809) = 1936127$
1988	2004051	$F_{t8} = 1936127 + 0,9(2174874 - 2014574) = 2080397$
1989	2108348	$F_{t9} = 2080397 + 0,9(2004051 - 2174874) = 1926656$
1990	2119585	$F_{t10} = 1926656 + 0,9(2108348 - 2004051) = 2020523$
1991	2252667	$F_{t11} = 2020523 + 0,9(2119585 - 2108348) = 2030636$
1992	2306484	$F_{t12} = 2030636 + 0,9(2252667 - 2119585) = 2150409$
1993	2329811	$F_{t13} = 2150409 + 0,9(2306484 - 2252667) = 2198844$
1994	2453881	$F_{t14} = 2198844 + 0,9(2329811 - 2306484) = 2219838$
1995	2059576	$F_{t15} = 2219838 + 0,9(2453881 - 2329811) = 2331501$
1996	2094195	$F_{t16} = 2331501 + 0,9(2059576 - 2453881) = 1976626$
1997	2191966	$F_{t17} = 1976626 + 0,9(2094195 - 2059576) = 2007783$
1998	1488269	$F_{t18} = 2007783 + 0,9(2191966 - 2094195) = 2095777$
1999	1493933	$F_{t19} = 2095777 + 0,9(1488269 - 2191966) = 1462450$
2000	1690004	$F_{t20} = 1462450 + 0,9(1493933 - 1488269) = 1467548$
2001	1725467	$F_{t21} = 1467548 + 0,9(1690004 - 1493933) = 1644012$
2002	1755354	$F_{t22} = 1644012 + 0,9(1725467 - 1690004) = 1675929$
2003	1631918	$F_{t23} = 1675929 + 0,9(1755354 - 1725467) = 1702827$
2004	2051644	$F_{t24} = 1702827 + 0,9(1631918 - 1755354) = 1591735$
2005	2623766	$F_{t25} = 1591735 + 0,9(2051644 - 1631918) = 1969488$
2006	2561513	$F_{t26} = 1969488 + 0,9(2623766 - 2051644) = 2484398$
2007	2333885	$F_{t27} = 2484398 + 0,9(2561513 - 2623766) = 2428370$
2008	2288735	$F_{t28} = 2428370 + 0,9(2333885 - 2561513) = 2223505$
2009	2244154	$F_{t29} = 2223505 + 0,9(2288735 - 2333885) = 2182870$
2010	2592561	$F_{t30} = 2182870 + 0,9(2244154 - 2288735) = 2142747$
2011	2244154	$F_{t31} = 2142747 + 0,9(2592561 - 2244154) = 2456313$
2012	2592561	$F_{t32} = 2456313 + 0,9(2244154 - 2592561) = 2142747$
2013	2553551	$F_{t33} = 2142747 + 0,9(2592561 - 2244154) = 2456313$
2014	2575392	$F_{t34} = 2456313 + 0,9(2553551 - 2592561) = 2421204$
2015	2534872	$F_{t35} = 2421204 + 0,9(2575392 - 2553551) = 2440861$
2016	2363042	$F_{t36} = 2440861 + 0,9(2534872 - 2575392) = 2404393$
2017	2190979	$F_{t37} = 2404393 + 0,9(2363042 - 2534872) = 2249746$
2018	2171726	$F_{t38} = 2249746 + 0,9(2190979 - 2363042) = 2094889$
2019	2227051	$F_{t39} = 2094889 + 0,9(2171726 - 2190979) = 2077561$
2020	2123405	$F_{t40} = 2077561 + 0,9(2227051 - 2171726) = 2127354$
2021	2348331	$F_{t41} = 2127354 + 0,9(2123405 - 2227051) = 2034073$
2022	2402648	$F_{t42} = 2034073 + 0,9(2348331 - 2123405) = 2236506$
2023	2234241	$F_{t43} = 2236506 + 0,9(2402648 - 2348331) = 2285391$
2024	2456514	$F_{t44} = 2285391 + 0,9(2234241 - 2402648) = 2133825$

Berdasarkan Tabel 7, hasil peramalan menggunakan metode SES menunjukkan nilai yang relatif stabil dan cenderung mengikuti pola data aktual. Hal ini disebabkan karena metode SES memberikan bobot lebih besar pada data terbaru, sehingga mampu merespons perubahan data dengan lebih baik dibandingkan metode regresi linear. Oleh karena itu, metode SES dinilai lebih efektif dalam menangkap pola fluktuatif pada data produksi gula.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Aditya et al. (2023) yang menyatakan bahwa metode *Single Exponential Smoothing* (SES) memiliki kemampuan yang baik dalam mengikuti pola data yang berfluktuasi karena memberikan bobot lebih besar pada data terbaru. Selain itu,

hasil ini juga menunjukkan bahwa metode berbasis *time series* lebih adaptif terhadap perubahan jangka pendek dibandingkan metode regresi linear yang cenderung hanya menangkap pola tren. Penggunaan metode SES dalam penelitian ini terbukti lebih sesuai untuk karakteristik data produksi gula yang bersifat fluktuatif.

3.4.3 Akurasi Peramalan

Untuk menilai tingkat akurasi metode peramalan yang digunakan, dilakukan pengukuran menggunakan *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil pengukuran tersebut disajikan pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Perbandingan Tingkat Akurasi Peramalan

Metode	MAD	MSE	MAPE
Regresi Linear	229060,55	79765307374,77	11,75%
<i>Single Exponential Smoothing</i>	187161,18	58061878930	8,85%

Berdasarkan hasil analisis, metode regresi linear menghasilkan nilai MAD sebesar 229060,55 dan MSE sebesar 79.765.307.374,77, sedangkan metode SES memiliki nilai MAD sebesar 187161,18 dan MSE sebesar 58.061.878.930, yang menunjukkan bahwa tingkat kesalahan metode SES lebih kecil. Dari sisi MAPE, regresi linear memperoleh nilai 11,75% yang tergolong baik, sementara metode SES sebesar 8,85% yang termasuk kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa metode SES memiliki tingkat ketepatan yang lebih tinggi dibandingkan regresi linear dalam melakukan peramalan produksi gula.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Aditya et al. (2023) yang menunjukkan bahwa metode *Single Exponential Smoothing* (SES) memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode lain dalam memprediksi data yang bersifat fluktuatif. Keunggulan metode SES terletak pada kemampuannya dalam memberikan bobot yang lebih besar pada data terbaru, sehingga lebih responsif terhadap perubahan pola data jangka pendek. Sebaliknya, metode regresi linear cenderung lebih fokus pada pembentukan tren jangka panjang, sehingga kurang mampu menangkap dinamika fluktuasi yang terjadi pada data produksi gula. Perbedaan tingkat akurasi antara kedua metode dalam penelitian ini dapat dijelaskan oleh karakteristik data yang bersifat fluktuatif, sehingga metode berbasis *time series* seperti SES lebih sesuai digunakan.

3.5 Hasil Peramalan Jumlah Produksi Gula Tahun 2025

Hasil peramalan produksi gula untuk tahun 2025 dengan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) menunjukkan estimasi sebesar 2.333.870,7 ton. Jika dibandingkan dengan kebutuhan gula nasional yang umumnya melebihi 3 juta ton per tahun, angka tersebut

mengindikasikan bahwa produksi dalam negeri masih berpotensi belum mampu memenuhi permintaan secara keseluruhan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Amin et al. (2024) dan Fissyroh et al. (2024) yang menunjukkan bahwa produksi gula nasional masih dipengaruhi oleh keterbatasan produksi tebu dan efisiensi pengolahan, sehingga belum mampu sepenuhnya memenuhi kebutuhan domestik.

Selain itu, meskipun hasil penelitian ini menunjukkan bahwa produksi tebu dan rendemen memiliki hubungan yang signifikan terhadap produksi gula, peningkatan kedua faktor tersebut belum sepenuhnya mampu menutup kesenjangan antara produksi dan kebutuhan nasional. Hal ini konsisten dengan temuan Afandi (2024) yang menyatakan bahwa peningkatan produksi tebu tidak selalu diikuti peningkatan produksi gula apabila rendemen yang dihasilkan tidak optimal. Namun demikian, hasil penelitian ini juga menunjukkan adanya keterbatasan dalam menjelaskan seluruh variabel yang memengaruhi produksi gula, yang dapat disebabkan oleh faktor eksternal seperti kondisi iklim, kebijakan pemerintah, serta keterbatasan teknologi pengolahan yang tidak dimasukkan dalam model.

Hasil penelitian ini memperkuat bahwa peningkatan produksi gula tidak hanya bergantung pada kuantitas bahan baku, tetapi juga pada efisiensi proses dan faktor eksternal lainnya. Hal ini menunjukkan pentingnya pendekatan yang lebih komprehensif dalam perencanaan produksi gula nasional, baik melalui peningkatan produktivitas tebu, perbaikan rendemen, maupun dukungan kebijakan yang tepat.

4. PENUTUP

Simpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi tebu dan rendemen berpengaruh signifikan terhadap produksi gula di Indonesia, dengan kemampuan model menjelaskan variasi produksi gula sebesar 70,3%. Dalam aspek peramalan, metode regresi linear menghasilkan tingkat akurasi yang tergolong baik dengan nilai MAPE sebesar 11,75%, sedangkan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) menunjukkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dengan nilai MAPE sebesar 8,85%, sehingga lebih unggul dalam memprediksi produksi gula. Hasil estimasi menggunakan metode SES menunjukkan bahwa produksi gula pada tahun 2025 diperkirakan sebesar 2.333.870,7 ton, yang mengindikasikan bahwa produksi domestik masih berpotensi belum mencukupi kebutuhan nasional. Oleh karena itu, diperlukan upaya peningkatan produksi tebu serta optimalisasi rendemen melalui peningkatan kualitas, efisiensi proses produksi, dan pemanfaatan teknologi yang lebih baik. Untuk penelitian selanjutnya,

disarankan untuk menambahkan variabel lain yang relevan serta menggunakan metode peramalan yang lebih beragam agar diperoleh hasil yang lebih komprehensif dan akurat

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R., Siregar, I. K., & Nofitri, R. (2023). Penerapan Metode Single Eksponensial Smoothing Dalam Memprediksi Penjualan Sembako Pada Toko Radin. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(1), 9-16.
- Afandi, F. A. (2024). Analisis kebijakan agribisnis gula di Indonesia. *Jurnal Pangan*, 33(1), 81-88.
- Amin, N., Krisnamurthi, B., & Rachmina, D. (2024). Faktor-Faktor yang Memengaruhi Penawaran Gula Indonesia. *Jurnal Agribisnis Indonesia (Journal of Indonesian Agribusiness)*, 12(1), 92-105.
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Statistik tanaman perkebunan semusim Indonesia (Tebu dan Tembakau)* (Vol. 1).
- Fissyroh, M. A., Siswadi, B., & Susilowati, D. (2024). ANALISIS PENGARUH HARGA TEBU, RENDEMEN, HASIL PRODUKSI, DAN BIAYA PRODUKSI TERHADAP PENDAPATAN PETANI TEBU DI DESA KREBET KECAMATAN BULULAWANG. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 12(06).
- Hariadi, W., Sulantari, S., & Mustika, A. (2025). Peramalan Produksi Gula Indonesia dengan Model ARIMA (2, 2, 0) Serta Bagaimana Strategi Swasembada Gula Terjadi Pada tahun 2030. *UJMC (Unisda Journal of Mathematics and Computer Science)*, 11(2), 34-43.
- Hartatie, D., Taufika, R., & Achmad, P. B. (2021). Pengaruh curah hujan dan pemupukan terhadap produksi tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Pabrik Gula Asembagus Kabupaten Situbondo. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 21(2), 66-72.
- Kusuma, T. I., Prihadianto, R. D., & Istiqomah, S. (2024). Evaluasi Target Produksi Gula Kristal Putih PT. X dengan Pendekatan Perencanaan Produksi dan Analisis Investasi dalam Pemenuhan Permintaan Gula Nasional. *Jurnal Flywheel*, 15(1), 8-17.
- Mamuaya, N. C., & SE, M. (2024). *Teknik peramalan bisnis*. CV. Azka Pustaka.
- Nurani, A. T., Setiawan, A., & Susanto, B. (2023). Perbandingan kinerja regresi decision tree dan regresi linear berganda untuk prediksi bmi pada dataset asthma. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 6(1), 34-43.
- Rusyida, W. Y. (2022). *Teknik peramalan: Metode arima dan holt winter*. Penerbit Nem.
- Tamtomo, M. R. P., Nurhidayah, I., Lestari, F. A., & Setyadi, R. (2022). Analisis Deskriptif Untuk Memprediksi Kebutuhan Gula Menggunakan Metode Manajemen Rantai Pasok. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(3), 661.