

Original Article

Analisis Tren Dan Faktor-Faktor Penentu Produksi Gula pada Pabrik Gula Prajekan Kabupaten Bondowoso

Andina Mayangsari^{1✉}, Umami Sholikhah², Moh. Syaoki Rahman³, Nur Mawaddah⁴

^{1,3,4}Abdurachman Saleh University, Situbondo, Indonesia

²University of Jember, Indonesia

Correspondence Author: anmajas66@gmail.com

Abstract:

Industri gula nasional masih menghadapi masalah klasik berupa fluktuasi produksi dan ketidakmampuan memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga Indonesia masih melakukan impor gula. Jawa Timur sebagai penyumbang terbesar produksi gula nasional menjadikan kinerja pabrik gula di wilayah ini sangat strategis, termasuk Pabrik Gula (PG) Prajekan di Bondowoso. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren produksi gula PG Prajekan tahun 2010–2024 serta mengidentifikasi faktor-faktor teknis yang memengaruhi produksi gula. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif–eksplanatori dengan analisis tren (least square) dan regresi linear berganda. Data sekunder yang digunakan meliputi variabel produksi gula, luas lahan, volume tebu giling, rendemen, jam giling, dan tenaga kerja. Model regresi diuji dengan uji asumsi klasik, uji F, dan uji t untuk melihat pengaruh simultan serta parsial masing-masing variabel. Hasil analisis tren menunjukkan bahwa produksi gula PG Prajekan memiliki kecenderungan meningkat secara jangka panjang, dengan persamaan $Y = 2.715.561,143 + 38.045,08X$. Artinya, produksi gula diproyeksikan meningkat ± 38.045 ton per tahun dan tren lima tahun ke depan menunjukkan kenaikan yang konsisten. Uji simultan (uji F) menunjukkan bahwa seluruh variabel bebas secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap produksi gula ($F_{hitung} 59,666 > F_{tabel} 3,48$; sig. 0,000). Namun, uji parsial (uji t) menunjukkan bahwa hanya dua variabel yang berpengaruh signifikan, yaitu produksi tebu ($t = 5,069$; sig. 0,001) dan rendemen ($t = 5,751$; sig. 0,000). Variabel luas lahan, jam giling, dan tenaga kerja tidak berpengaruh signifikan terhadap produksi gula di PG Prajekan. Rendemen menjadi faktor paling dominan, sedangkan jam giling cenderung tidak efektif apabila mesin tidak efisien atau bahan baku tidak stabil.

Keywords: Produksi gula, tren produksi, rendemen, produksi tebu, regresi linear berganda, PG Prajekan.

*This is an open access article under the [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license.
Copyright © 2026 by Author. Published by Universitas Syiah Kuala*



Pendahuluan

Industri gula merupakan salah satu subsektor strategis dalam sistem ketahanan pangan nasional karena gula termasuk komoditas kebutuhan pokok masyarakat

Indonesia. Meskipun demikian, produksi gula nasional masih menunjukkan fluktuasi dan belum mampu memenuhi kebutuhan domestik secara konsisten. Data Kementerian Pertanian Republik Indonesia menunjukkan bahwa produksi gula nasional pada tahun 2022 berada pada kisaran 2,3 juta ton, sementara kebutuhan nasional telah melampaui 3 juta ton, sehingga Indonesia masih bergantung pada impor untuk menutup defisit pasokan ([Kementerian Pertanian RI, 2022](#); [Badan Pusat Statistik, 2023](#)). Kondisi ini mencerminkan adanya permasalahan struktural dalam sistem produksi gula nasional, khususnya pada aspek efisiensi operasional pabrik dan optimalisasi kapasitas produksi. Secara teoritis, permasalahan produksi dalam industri agro dapat dianalisis melalui pendekatan fungsi produksi dan efisiensi teknis sebagaimana dijelaskan dalam teori ekonomi produksi ([Soekartawi, 2016](#); [Gujarati & Porter, 2009](#); [Nicholson & Snyder, 2017](#)).

Secara global, isu efisiensi dan produktivitas industri gula menjadi perhatian utama dalam literatur internasional, terutama pada level pengolahan (milling and refining stage). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kinerja produksi gula sangat dipengaruhi oleh efisiensi teknis pabrik, kapasitas giling, utilisasi mesin, serta stabilitas pasokan bahan baku ([Khan et al., 2021](#); [Kumar & Singh, 2022](#); [Rein, 2017](#); [Hugot, 1986](#)). [Rein \(2017\)](#) menjelaskan bahwa efisiensi ekstraksi dan stabilitas operasi pabrik merupakan faktor utama yang menentukan tingkat perolehan gula kristal dari tebu. Selain itu, [Hugot \(1986\)](#) menegaskan bahwa kapasitas giling dan pengendalian proses pengolahan sangat menentukan produktivitas pabrik gula dalam jangka panjang. [Ntakirutimana et al. \(2025\)](#) melalui pendekatan stochastic frontier analysis menunjukkan bahwa variasi output industri gula sangat dipengaruhi oleh efisiensi teknis dalam pemanfaatan input produksi dan kapasitas pengolahan. Studi lain oleh [Khan et al. \(2021\)](#) dalam Sugar Tech menemukan bahwa tingkat utilisasi kapasitas pabrik dan efisiensi proses ekstraksi berpengaruh signifikan terhadap volume produksi gula kristal yang dihasilkan.

Selain itu, penelitian oleh [Kumar dan Singh \(2022\)](#) dalam Journal of Cleaner Production menegaskan bahwa kinerja produksi gula pada negara berkembang dipengaruhi oleh stabilitas operasional pabrik, efisiensi energi, serta manajemen proses produksi. [Penelitian Adli et al. \(2025\)](#) pada industri gula Jawa Timur menunjukkan bahwa efisiensi teknis dan skala usaha pabrik berkontribusi signifikan terhadap variasi output gula antar pabrik. Studi lain mengenai produktivitas agroindustri menyebutkan bahwa integrasi antara kapasitas produksi, teknologi, dan manajemen operasional merupakan faktor kunci peningkatan daya saing industri gula ([Porter, 1990](#); [FAO, 2021](#); [Susila & Sinaga, 2020](#)). Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa faktor teknis dan manajerial pada level pabrik memiliki peran sentral dalam menentukan kinerja produksi gula.

Dalam konteks Indonesia, produksi gula nasional terkonsentrasi pada beberapa provinsi sentra. Data tahun 2023 menunjukkan bahwa Jawa Timur berkontribusi sekitar 49,63% terhadap total produksi gula nasional, diikuti oleh Lampung dan Jawa Tengah sebagai provinsi produsen utama ([Badan Pusat Statistik, 2023](#)). Konsentrasi produksi di wilayah tertentu ini mengindikasikan bahwa kinerja pabrik gula di provinsi-provinsi sentra memiliki pengaruh signifikan terhadap stabilitas produksi nasional. Oleh karena itu, analisis terhadap tren produksi serta faktor-faktor yang memengaruhi output gula pada tingkat pabrik menjadi penting untuk memahami dinamika produksi gula secara lebih komprehensif. Pendekatan analisis deret waktu (time series analysis) banyak digunakan dalam studi produksi industri untuk mengidentifikasi pola tren dan fluktuasi output secara dinamis ([Gujarati & Porter, 2009](#); [Supranto, 2011](#); [Greene, 2018](#)).

Salah satu pabrik gula yang beroperasi di wilayah sentra tersebut adalah Pabrik Gula Prajekan di Kabupaten Bondowoso. Pabrik ini mengolah tebu yang berasal dari kebun sendiri maupun dari petani rakyat. Produksi gula di PG Prajekan menunjukkan pola fluktuatif dari tahun ke tahun. Secara operasional, produksi gula dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti volume tebu yang digiling, tingkat rendemen (sucrose recovery rate), jam operasi giling, kapasitas mesin, serta jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam proses produksi. Faktor-faktor tersebut sejalan dengan determinan produksi pada level pabrik yang banyak dibahas dalam literatur industri gula internasional ([Khan et al., 2021](#); [Kumar & Singh, 2022](#); [Ntakirutimana et al., 2025](#)) maupun dalam kajian ekonomi produksi dan fungsi produksi Cobb-Douglas yang menekankan peran input modal, tenaga kerja, dan bahan baku dalam menentukan output ([Soekartawi, 2016](#); [Nicholson & Snyder, 2017](#); [Zainur & Puryantoro, 2019](#)).

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji efisiensi dan determinan produksi gula di berbagai negara, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada analisis efisiensi teknis atau perbandingan kinerja antar pabrik, dan belum secara eksplisit mengintegrasikan analisis tren produksi jangka panjang dengan analisis faktor-faktor penentunya dalam satu kerangka kuantitatif berbasis data deret waktu pada level pabrik tertentu. Dalam konteks Indonesia, kajian empiris yang secara spesifik menganalisis dinamika tren produksi gula sekaligus determinan teknisnya pada satu unit pabrik masih relatif terbatas.

Berdasarkan telaah literatur tersebut, terdapat celah penelitian (research gap) berupa belum terintegrasinya analisis perkembangan tren produksi gula dengan analisis determinan produksi pada level pabrik dalam satu model analitis berbasis data deret waktu. Padahal, pendekatan tersebut penting untuk memahami pola perubahan produksi secara dinamis sekaligus mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang memengaruhinya ([Greene, 2018](#)). Oleh karena itu, penelitian ini memiliki urgensi praktis dan akademik. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi manajemen PG Prajekan dalam merumuskan strategi peningkatan produksi berbasis bukti empiris. Secara akademik, penelitian ini berkontribusi dalam memperkaya literatur mengenai analisis tren dan determinan produksi gula pada level pabrik melalui pendekatan regresi berganda berbasis data deret waktu. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis tren produksi gula pada Pabrik Gula Prajekan; dan (2) menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi produksi gula pada Pabrik Gula Prajekan Kabupaten Bondowoso.

Metode

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif–eksplanatori, yang bertujuan untuk menganalisis perkembangan produksi gula dalam jangka panjang serta menguji pengaruh variabel teknis terhadap produksi gula ([Sugiyono, 2019](#)). Pendekatan ini sesuai untuk pengolahan data deret waktu (time series) dan analisis hubungan kausal menggunakan regresi linear berganda ([Gujarati & Porter, 2009](#)).

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Pabrik Gula Prajekan, Kabupaten Bondowoso, yang dipilih secara purposive dengan pertimbangan bahwa:

1. PG Prajekan merupakan salah satu pabrik gula berkinerja terbaik di PTPN XI, sehingga menjadi representasi penting dinamika industri gula di Jawa Timur, provinsi yang menyumbang 49,63% produksi gula nasional tahun 2023.

2. PG Prajean memiliki data produksi lengkap dan terdokumentasi dengan baik untuk periode 2010–2024, sehingga memungkinkan analisis tren jangka panjang secara akurat.
3. PG Prajean memiliki peran strategis dalam pengolahan tebu rakyat, sehingga hasil penelitian penting untuk evaluasi industri gula daerah.

Pengumpulan data dilakukan pada Januari–Maret 2025, bertepatan dengan periode setelah musim giling berakhir sehingga akses memperoleh data historis dan narasumber teknis lebih optimal

Jenis dan Sumber Data

Penelitian menggunakan data sekunder deret waktu (time series) periode 2010–2024 yang diperoleh dari laporan resmi PG Prajean, meliputi: produksi gula (hablur), luas lahan, volume tebu giling, rendemen, jam giling, dan jumlah tenaga kerja. Data primer juga digunakan sebagai pendukung melalui wawancara dengan pihak teknis pabrik.

Variabel Penelitian

Variabel Dependen (Y) : Produksi gula (hablur)

Variabel Independen (X) :

X1: Luas lahan tebu (ha)

X2: Volume tebu giling (ton)

X3: Rendemen (%)

X4: Jam giling (jam)

X5: Tenaga kerja (orang)

Teknik Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui:

1. Dokumentasi laporan tahunan PG Prajean (2010–2024).
2. Wawancara semi-terstruktur dengan manajer produksi, bagian tanaman, dan operator giling untuk memperkuat interpretasi hasil kuantitatif.

Teknik Analisis Data

1) Analisis Tren Produksi

Analisis tren dilakukan menggunakan metode Least Square (Metode Kuadrat Terkecil) mengacu pada [Supranto \(2011\)](#), untuk menentukan arah perubahan produksi gula (meningkat, menurun, atau stagnan) serta melakukan proyeksi produksi berdasarkan data time series. Estimasi garis tren dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS untuk mempermudah perhitungan dan visualisasi.

2) Analisis Regresi Linear Berganda

Untuk menguji pengaruh variabel teknis terhadap produksi gula digunakan regresi linear berganda ([Zainur & Puryantoro, 2019](#)). Model umum yang digunakan adalah :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_kX_k + e$$

3) Uji Asumsi Klasik

Model regresi dievaluasi menggunakan uji asumsi klasik agar memenuhi sifat BLUE (Best Linear Unbiased Estimator), meliputi:

1. Uji Normalitas (Kolmogorov–Smirnov)
2. Uji Multikolinearitas (VIF dan Tolerance)
3. Uji Heteroskedastisitas (Glejser atau Scatterplot)

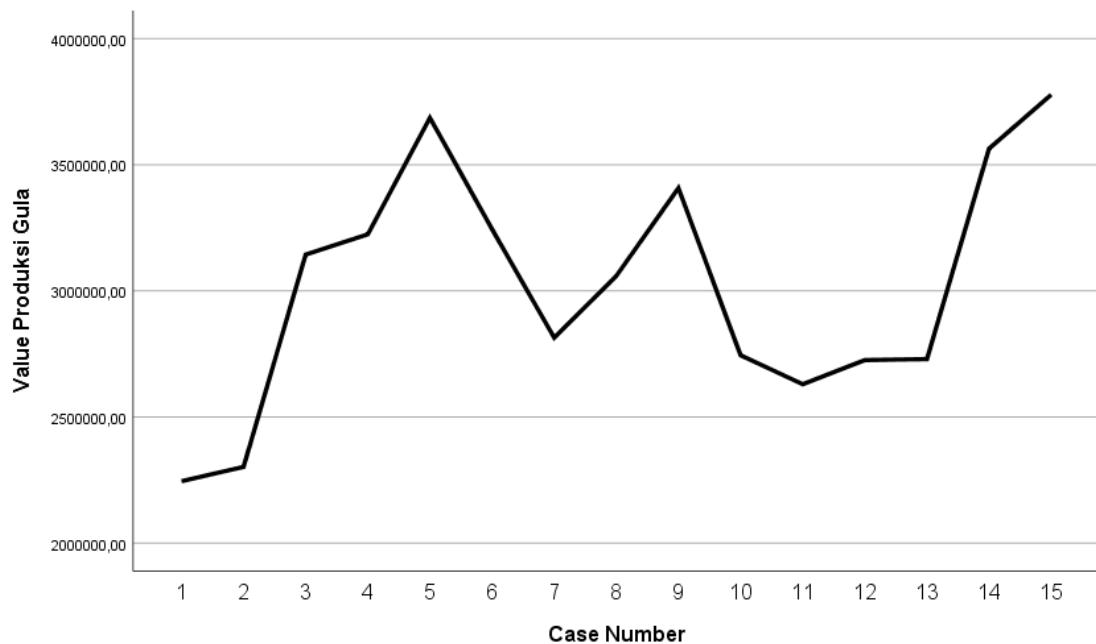
4) Uji Hipotesis

1. Uji F untuk melihat pengaruh simultan variabel bebas terhadap produksi gula.

2. Uji t untuk menilai pengaruh parsial setiap variabel.
3. Koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk melihat besarnya kontribusi variabel bebas dalam menjelaskan variabel terikat.

Hasil

Berikut adalah grafik perkembangan produksi gula pada Pabrik Gula Prajekan Kabupaten Bondowoso berdasarkan data deret waktu tahun 2010–2024 :



Gambar 1. Grafik Perkembangan Produksi Gula PG Prajekan Tahun 2010–2024.

Sumber: Data PG Prajekan (2010–2024), diolah dengan SPSS

Grafik di atas menunjukkan bahwa perkembangan produksi gula PG Prajekan mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun. Pada awal periode penelitian produksi gula cenderung meningkat, kemudian sempat mengalami penurunan pada pertengahan periode, dan kembali meningkat signifikan menjelang tahun 2024. Pola fluktuatif ini mengindikasikan adanya dinamika kapasitas giling, ketersediaan bahan baku, tingkat rendemen, serta faktor teknis operasional lainnya yang memengaruhi jumlah gula yang dihasilkan setiap tahunnya.

Untuk mengetahui arah perkembangan produksi gula pada masa yang akan datang, dilakukan analisis trend menggunakan metode kuadrat terkecil (least square method) sebagaimana dianjurkan oleh [Supranto \(2011\)](#). Berdasarkan hasil analisis menggunakan SPSS diperoleh persamaan garis trend produksi gula sebagai berikut:

$$Y = 2715561,143 + 38045,08 X$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa nilai konstanta sebesar 2.715.561,143 mengindikasikan rata-rata produksi gula pada titik awal perhitungan trend. Sementara itu, koefisien trend sebesar 38.045,08 menunjukkan bahwa produksi gula PG Prajekan diperkirakan meningkat sebesar 38.045 ton setiap satu unit waktu (setiap tahun). Dengan kata lain, arah trend produksi gula adalah positif, yang berarti bahwa secara jangka panjang PG Prajekan memiliki kecenderungan mengalami peningkatan produksi.

Berdasarkan persamaan trend tersebut, dilakukan proyeksi produksi gula PG Prajekan untuk lima tahun ke depan. Hasil perhitungannya ditampilkan pada tabel

berikut :

Tabel 1. Perkiraan Produksi Gula Pada PG. Prajekan Bondowoso Tahun 2025-2029

Tahun	A	B	Produksi Gula (Ton)
2025	2715561,143	38045,08	3.324.282,455
2026			3.362.327,537
2027			3.400.372,619
2028			3.438.417,701
2029			3.476.462,743

Sumber: Analisis Data Sekunder (diolah 2025).

Proyeksi tren pada Tabel 1 menunjukkan bahwa produksi gula di PG Prajekan cenderung mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2025, produksi gula diperkirakan sebesar 3.324.282,455 ton, dan terus meningkat hingga mencapai 3.476.462,743 ton pada tahun 2029.

Kenaikan ini menunjukkan adanya kecenderungan pertumbuhan produksi gula yang positif. Hal ini sejalan dengan nilai koefisien tren sebesar 38.045,08, yang menandakan bahwa setiap kenaikan satu periode waktu (satu tahun) akan meningkatkan produksi gula sebanyak ± 38 ribu ton.

Hasil ini mengindikasikan bahwa PG Prajekan memiliki potensi peningkatan produktivitas yang stabil dalam jangka menengah, terutama apabila faktor-faktor pendukung seperti ketersediaan bahan baku tebu, rendemen, jam giling, dan tenaga kerja dapat dipertahankan dalam kondisi optimal. Tren positif ini juga mempertegas pentingnya pemanfaatan data historis untuk perencanaan produksi dan strategi peningkatan efisiensi pabrik di masa mendatang.

Uji Asumsi Klasik

a. Autokorelasi

Uji autokorelasi adalah salah satu uji yang termasuk kedalam bagian uji asumsi klasik. Untuk menguji variabel-variabel yang diteliti dalam mengetahui terjadinya autokorelasi atau tidak adalah dengan membandingkan nilai Durbin Watson yang dihitung dengan nilai Durbin Watson (du) dalam tabel. Berikut ini adalah hasil dari uji autokorelasi.

Tabel 2. Hasil Uji Autokorelasi

Nilai Durbin Watso (Hitung)	Nilai Durbin Watson (Tabel du)	Nilai (4-du)
2,17	1,75	2,25

Sumber: Data sekunder diolah (2025)

Berdasarkan tabel 2, diperoleh nilai hitung Durbin Watson sebesar 2,17. Kemudian berdasarkan pencarian nilai tabel, diperoleh nilai Durbin Watson sebesar 1,75. Setelah itu, dilakukan perhitungan nilai dengan rumus angka 4 dikurangi nilai tabel. Sehingga diperoleh nilai 2,25. Kesimpulan yang diperoleh adalah nilai hitung lebih besar dari nilai tabel, serta lebih kecil dari nilai batas, dengan penulisan $1,75 < 2,17 < 2,25$. Oleh karena itu, model regresi linier yang diamati bebas dari autokorelasi.

b. Multikolinieritas

Uji asumsi selanjutnya adalah uji multikolinieritas. Dimana uji multikolinieritas dilakukan untuk mengetahui terjadinya hubungan diantara semua variabel independen dari model regresi yang diteliti. Gejala terjadinya multikolinieritas dapat diketahui dari

nilai *tolerance* dan *Variance Inflation Factor* (VIF). Apabila nilai *tolerance* $<0,100$ dan nilai VIF $>10,00$, maka terdapat gejala multikolinieritas pada model regresi. Sebaliknya, jika nilai *tolerance* $>0,100$ dan nilai VIF $<10,00$ maka tidak terdapat gejala multikolinieritas pada model regresi. Berikut ini adalah hasil dari uji multikolinieritas.

Tabel 3. Hasil Uji Multikolinieritas

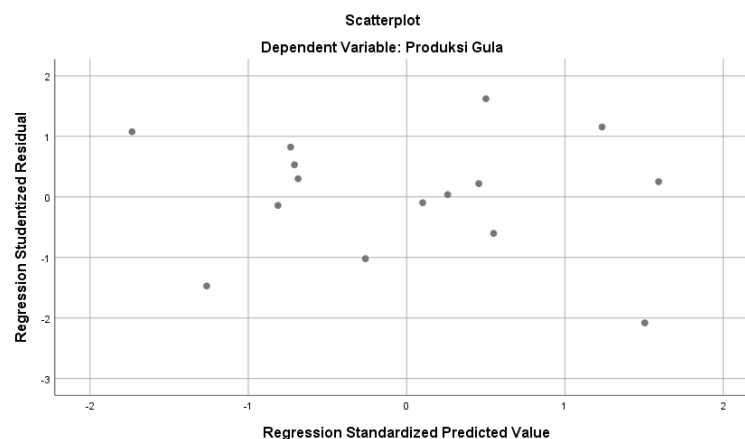
Variabel Independen	<i>Tolera nce</i>	VIF
Luas lahan (X1)	0,299	3,343
Produksi Tebu (X2)	0,132	7,593
Rendemen (X3)	0,366	2,735
Jam Giling (X4)	0,144	6,948
Tenaga Kerja (X5)	0,258	3,879

Sumber: Data sekunder diolah (2025)

Berdasarkan tabel 3, diketahui bahwa semua variabel independen mempunyai nilai *tolerance* lebih dari 0,100. Selain itu, semua variabel independen juga mempunyai nilai VIF kurang dari 10,00. Kesimpulannya, tidak terdapat gejala multikolinieritas pada model regresi.

c. Heterokedastisitas

Uji heteroskedastisitas merupakan uji selanjutnya yang digunakan untuk mengetahui apakah di dalam model regresi terjadi ketidaksamaan varian dari residual satu pengamatan ke pengamatan yang lain. Untuk mengetahui model regresi terjangkit heteroskedastisitas atau tidak, adalah dengan menggunakan *scatterplot*. Berikut ini adalah hasil Uji heterokedastisitas menggunakan *scatterplot*.



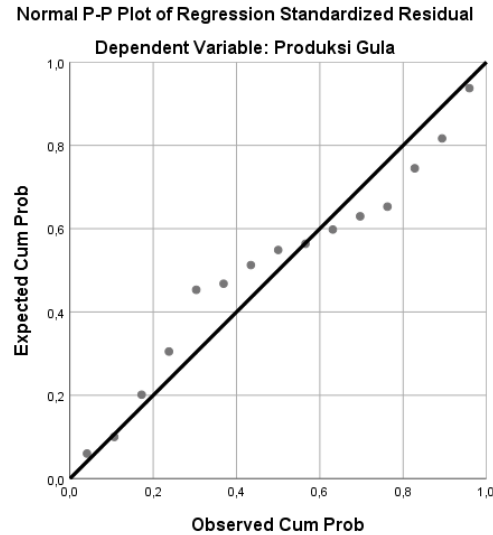
Sumber: Data Sekunder diolah (2025)

Gambar 2. Hasil Uji Heterokedastisitas (Scatterplot)

Dari gambar 2, diperoleh scatterplot dengan titik-titik menyebar secara acak dan tidak membentuk pola. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa model regresi tidak terjangkit heterokedastisitas.

d. Normalitas

Uji asumsi yang terakhir adalah uji normalitas. Uji normalitas digunakan bertujuan untuk mengetahui normalitas residual dari model regresi yang akan diteliti. Pengujian normalitas residual menggunakan *Probability Plot* dan uji Kolmogorov-Smirnov. Berikut ini adalah hasil pengujian normalitas residual dari model regresi yang diamati.



Sumber: Data Sekunder diolah (2025)

Gambar 3. Normalitas *Probability Plot*

Dari gambar 3 *Probability Plot*, diperoleh titik-titik yang menjadi indikator dalam mengetahui normalitas dari residual model regresi. Titik-titik pada *Probability Plot* menyebar dengan mengikuti garis. Hal tersebut menunjukkan bahwa residual dari model regresi berdistribusi secara normal.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,0000000
	Std. Deviation	80899,87909
		796
Most Extreme Differences	Absolute	,175
	Positive	,112
	Negative	-,175
Test Statistic		,175
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200 ^{c,d}

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.

Gambar 4. Uji Kolmogorov-Smirnov

Sedangkan, hasil dari uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan nilai Asymptotic sebesar $0,200 > 0,05$. Sehingga kesimpulan dari uji normalitas, yaitu residual dari model

regresi yang diamati berdistribusi secara normal.

Hasil Regresi Linear Berganda

Uji regresi linear berganda dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel-variabel bebas terhadap variabel terikat. Dalam penelitian ini, variabel bebas yang digunakan meliputi luas lahan tebu, volume tebu giling, rendemen, jam giling, dan tenaga kerja, sedangkan variabel terikatnya adalah produksi gula. Berikut ini adalah hasil uji regresi linear berganda yang diperoleh menggunakan SPSS versi 25.

Tabel 4. Hasil Estimasi Faktor Faktor Produksi Gula PG Prajekan Bondowoso

Peubah	Koefisien	t- hitung	Probabilitas	Keterangan
Luas lahan	0,401	0,871	0,407	Tidak Signifikan
Produksi Tebu	0,088	5,069	0,001	Signifikan
Rendemen	2718,558	5,751	0,000	Signifikan
Jam Giling	- 2,921	-1,327	0,217	Tidak Signifikan
Tenaga Kerja	219,897	0,168	0,870	Tidak Signifikan
Konstanta	- 2010289,924	-3,397	0,008	
R				0,985 ^a
R-Squared				0,971
F-Statistic				59,666
Prob (F-Statistic)				0,000b

Sumber: Data sekunder diolah (2025)

Berdasarkan hasil pada tabel 3 yang diperoleh, dapat ditulis persamaan regresi sebagai berikut.

$$Y = - 2010289,924 + 0,401 + 0,088 + 2718,558 - 2,921 + 219,897$$

Dari persamaan regresi yang telah disampaikan, diketahui nilai konstanta sebesar - 2010289,924. Jadi, diperoleh pernyataan bahwa Produksi Gula (Y) akan bernilai - 2010289,924 apabila Luas lahan (X₁), Produksi Tebu (X₂), Rendemen (X₃), Jam Giling (X₄), dan Tenaga Kerja (X₅) bernilai konstan atau tetap.

a. Uji F

Diketahui bahwa nilai Fhitung yang diperoleh dari tabel 3 sebesar 59,666 > Ftabel 3,48, dengan taraf signifikan sebesar 0,000b. Sehingga, terdapat pengaruh dari variabel Luas lahan (X₁), Produksi Tebu (X₂), Rendemen (X₃), Jam Giling (X₄), dan Tenaga Kerja (X₅) secara simultan terhadap variabel Produksi Gula (Y).

b. Koefisien Determinasi

Berdasarkan hasil analisis regresi pada Tabel 3, diperoleh koefisien determinasi (R²) sebesar 0,971. Hal ini berarti bahwa variabel luas lahan (X₁), volume tebu giling (X₂), rendemen (X₃), jam giling (X₄), dan tenaga kerja (X₅) secara bersama-sama mampu menjelaskan variasi produksi gula (Y) sebesar 97,1%. Sisanya, yaitu 2,9%, dijelaskan oleh variabel lain di luar model regresi, seperti kualitas tebu, kondisi mesin, cuaca, dan faktor teknis lain yang tidak diamati dalam penelitian ini.

Analisis Faktor Produksi Gula PG Prajekan Bondowoso

a. Luas Lahan

Luas lahan merupakan variabel bebas pertama dalam model regresi yang diuji pengaruhnya terhadap produksi gula di PG Prajekan. Berdasarkan hasil uji regresi, variabel luas lahan memiliki nilai t-hitung sebesar 0,871, lebih kecil dari t-tabel 2,262, serta nilai signifikansi sebesar $0,407 > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa luas lahan tidak berpengaruh signifikan terhadap produksi gula di PG Prajekan.

Koefisien regresi sebesar 0,401 mengindikasikan bahwa setiap penambahan 1 hektar luas lahan tebu secara teoritis hanya berpotensi meningkatkan produksi gula sebesar 0,401 satuan, namun efek ini secara statistik tidak berarti. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan luas lahan tidak selalu diikuti peningkatan produksi gula karena output gula pada level pabrik lebih ditentukan oleh volume tebu giling dan efisiensi proses pengolahan.

Secara teoretis, luas lahan berpengaruh terhadap produksi pada level budidaya ([Soekartawi, 2016](#)). Namun dalam konteks industri gula, penelitian menunjukkan bahwa kapasitas giling dan efisiensi operasional lebih dominan dibanding ekspansi lahan semata ([Khan et al., 2021](#)). Selain itu, laporan [Direktorat Jenderal Perkebunan \(2022\)](#) menegaskan bahwa peningkatan luas areal tebu tidak otomatis meningkatkan produksi gula apabila tidak diikuti peningkatan produktivitas dan kualitas bahan baku.

Dengan demikian, ketidaksignifikanan variabel luas lahan di PG Prajekan dapat dijelaskan oleh ketergantungan terhadap pasokan tebu rakyat dan variasi produktivitas antar lahan.

b. Produksi Tebu

Produksi tebu merupakan variabel yang sangat relevan terhadap output gula. Hasil regresi menunjukkan bahwa variabel ini memiliki nilai t-hitung $5,069 > t\text{-tabel } 2,262$, dengan nilai signifikansi $0,001 < 0,05$, sehingga dinyatakan berpengaruh signifikan. Koefisien regresi sebesar 0,088 berarti setiap peningkatan 1 ton tebu giling akan meningkatkan produksi gula sebesar 0,088 ton (*ceteris paribus*). Hal ini sesuai dengan konsep dasar industri gula bahwa volume bahan baku merupakan faktor penentu utama output gula. Penelitian Khan et al. (2021) menunjukkan bahwa kapasitas giling dan volume tebu yang diproses berpengaruh signifikan terhadap jumlah gula yang dihasilkan. Dalam konteks Indonesia, penelitian [Adli et al. \(2025\)](#) juga menemukan bahwa variasi output gula antar pabrik di Jawa Timur sangat dipengaruhi oleh stabilitas pasokan tebu dan utilisasi kapasitas produksi. Laporan [Ditjen Perkebunan \(2022\)](#) juga menyebutkan bahwa fluktuasi produksi gula nasional sangat berkorelasi dengan ketersediaan tebu giling tiap musim. Dengan demikian, hasil penelitian ini konsisten secara teori dan empiris bahwa produksi tebu merupakan determinan utama produksi gula.

c. Rendemen

Rendemen merupakan indikator efisiensi ekstraksi gula dari tebu dan menjadi faktor krusial dalam menentukan output gula. Hasil regresi menunjukkan nilai t-hitung $5,751 > t\text{-tabel } 2,262$, dengan signifikansi $0,000 < 0,05$, sehingga rendemen berpengaruh signifikan terhadap produksi gula. Koefisien regresi sebesar 2.718,558 menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% rendemen dapat meningkatkan produksi gula sekitar 2.718 ton. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas tebu dan efektivitas proses ekstraksi memiliki dampak yang jauh lebih besar dibanding sekadar peningkatan kuantitas bahan baku. [Kumar dan Singh \(2022\)](#) menegaskan bahwa recovery rate dan efisiensi proses ekstraksi merupakan determinan utama peningkatan output dalam industri gula modern. Dalam

konteks nasional, [Ditjen Perkebunan \(2022\)](#) juga menyatakan bahwa rendahnya rendemen menjadi salah satu penyebab utama stagnasi produksi gula nasional meskipun luas areal dan volume tebu meningkat. Temuan ini memperkuat bahwa faktor kualitas (rendemen) lebih dominan dibanding kuantitas dalam menentukan produksi gula di PG Prajekan.

d. Jam Giling

Variabel jam giling menunjukkan nilai t -hitung $-1,327 < t$ -tabel $2,262$ dan signifikansi $0,217 > 0,05$, sehingga tidak berpengaruh signifikan terhadap produksi gula. Koefisien regresi bernilai negatif ($-2,921$) menunjukkan bahwa peningkatan jam giling justru cenderung menurunkan produksi gula. Secara operasional, jam giling yang panjang tidak selalu mencerminkan efisiensi. Jam operasi yang tinggi dapat menjadi indikasi adanya downtime, gangguan mesin, atau ketidakseimbangan alur produksi. [Khan et al. \(2021\)](#) menunjukkan bahwa utilisasi kapasitas yang tidak optimal dapat menurunkan produktivitas meskipun waktu operasi meningkat. Dalam konteks Indonesia, laporan [Ditjen Perkebunan \(2021\)](#) menyebutkan bahwa faktor utama peningkatan produksi gula adalah stabilitas mesin dan efisiensi proses, bukan lamanya waktu penggilingan. Hal ini menjelaskan kondisi di PG Prajekan, di mana peningkatan jam giling tidak selalu diikuti peningkatan output akibat kendala teknis dan fluktuasi kualitas tebu.

e. Tenaga Kerja

Variabel tenaga kerja memiliki nilai t -hitung $0,168 < t$ -tabel $2,262$, dengan signifikansi $0,870 > 0,05$, sehingga tidak berpengaruh signifikan terhadap produksi gula. Koefisien positif sebesar $219,897$ menunjukkan arah hubungan positif, namun kontribusinya kecil dan tidak signifikan. Industri gula termasuk industri berbasis mesin (capital-intensive industry), sehingga variasi output lebih dipengaruhi oleh kapasitas mesin dan efisiensi teknologi dibanding jumlah tenaga kerja. [Kumar dan Singh \(2022\)](#) menunjukkan bahwa dalam industri gula modern, peningkatan produktivitas lebih ditentukan oleh efisiensi teknologi dan manajemen proses dibanding ekspansi tenaga kerja. [Soekartawi \(2016\)](#) juga menjelaskan bahwa dalam fungsi produksi, kontribusi tenaga kerja akan menurun apabila teknologi dan modal menjadi faktor dominan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis tren dan regresi linear berganda terhadap data produksi gula Pabrik Gula (PG) Prajekan Kabupaten Bondowoso tahun 2010–2024, diperoleh dua kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Produksi gula PG Prajekan menunjukkan tren meningkat secara jangka panjang. Hasil analisis trend least square menghasilkan persamaan $Y = 2.715.561,143 + 38.045,08X$, yang menunjukkan bahwa produksi gula cenderung meningkat sebesar ± 38.045 ton setiap tahun. Meskipun terdapat fluktuasi pada beberapa periode, pola umum menunjukkan kecenderungan naik, dan proyeksi lima tahun ke depan juga memperlihatkan peningkatan produksi secara konsisten.
2. Faktor-faktor produksi memiliki pengaruh berbeda terhadap produksi gula. Hasil regresi menunjukkan bahwa produksi tebu (X_2) dan rendemen (X_3) berpengaruh signifikan dan positif terhadap produksi gula. Sebaliknya, luas lahan (X_1), jam giling (X_4), dan tenaga kerja (X_5) tidak berpengaruh signifikan terhadap produksi gula di PG Prajekan. Rendemen merupakan variabel paling dominan, sedangkan variabel jam giling cenderung tidak efektif meningkatkan produksi apabila mesin tidak efisien atau bahan baku tidak stabil. Namun secara bersamaan, semua

variabel tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produksi gula di pabrik gula Prajekon Bondowoso.

Daftar Pustaka

- Adli, F. F., Qatrunnada, S., & Satmoko, Y. C. (2025). Sweet success or sour struggles? Efficiency of the East Java sugar industry. *East Java Economic Journal*, 9(1), 55–81.
- Antara News. (2020). Tiga pabrik gula PTPN XI masuk lima besar terbaik PTPN Group. <https://jatim.antaranews.com>
- Badan Pusat Statistik. (2023). Statistik tebu Indonesia 2023. BPS RI.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2021). Laporan kinerja perkebunan tebu nasional. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2022). Statistik perkebunan unggulan nasional: Tebu 2021–2023. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Food and Agriculture Organization. (2021). Sugar market review and outlook. FAO.
- Greene, W. H. (2018). *Econometric analysis* (8th ed.). Pearson.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Hugot, E. (1986). *Handbook of cane sugar engineering* (3rd ed.). Elsevier.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2022). Statistik perkebunan unggulan nasional 2021–2023: Komoditas tebu. Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Khan, M. A., Rehman, A., & Zhang, D. (2021). Capacity utilization, technical efficiency, and productivity growth in the sugar industry: Evidence from developing economies. *Sugar Tech*, 23(5), 1123–1134. <https://doi.org/10.1007/s12355-021-01034-8>
- Kumar, S., & Singh, R. (2022). Energy efficiency and cleaner production performance in sugar manufacturing industries: Evidence from emerging economies. *Journal of Cleaner Production*, 345, 131189. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131189>
- Nicholson, W., & Snyder, C. (2017). *Microeconomic theory: Basic principles and extensions* (12th ed.). Cengage Learning.
- Ntakirutimana, J. M., Nsabimana, A., & Munyaneza, O. (2025). Technical efficiency and productivity analysis in sugar industries using stochastic frontier analysis: Evidence from Rwanda. *Agricultural & Food Economics*, 13, 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40100-025-00289-3>
- Porter, M. E. (1990). *The competitive advantage of nations*. Free Press.
- Rein, P. (2017). *Cane sugar engineering* (2nd ed.). Bartens.
- Soekartawi. (2016). *Teori ekonomi produksi dengan pokok bahasan analisis fungsi Cobb-Douglas*. Rajawali Pers.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Supranto, J. (2011). *Statistik: Teori dan aplikasi* (Edisi ke-7). Erlangga.
- Susila, W. R., & Sinaga, B. M. (2020). Productivity and competitiveness of Indonesia's sugar industry. *Jurnal Agro Ekonomi*, 38(2), 101–120.
- Zainur, R., & Puryantoro, H. (2019). *Regresi linear berganda dan penerapannya dalam penelitian ekonomi*. Deepublish.