

**PENGGUNAAN MODEL ANALISIS REGRESI DALAM
PENDUGAAN JUMLAH TEBU TERGILING DAN GULA BERBASIS
NIRA MENTAH DI PT. MADUBARU PG/PS MADUKISMO,
YOGYAKARTA**

**THE USE OF REGRESSION ANALYSIS MODEL IN ESTIMATING THE
AMOUNT OF MILED CANE AND SUGAR BASED ON RAW SAP AT PT.
MADUBARU PG/PS MADUKISMO, YOGYAKARTA**

ZUNITA INAYATI¹, IR. YULIUS KISWANTO, MP², IR. R. SUGIARTO, MP³

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Intan Yogyakarta,
Jogjakarta, 55284

*Email : zunitainayati45@gmail.com

ABSTRACT

Sugar is one of the basic needs and very important for national food security. Given the demand for sugar consumption which continues to increase in line with the increasing population of Indonesia. Then an effort was made to optimize sugar production at PG Madukismo by estimating the next production target based on existing historical data.

This study aims to determine the predictive value of sugarcane and sugar based on raw sap in 2022. The data obtained is secondary data. The analytical method used is quantitative analysis with multiple linear regression analysis and non-linear regression in the form of time series data on land area, milled sugar cane, raw sap, and sugar from May to October 2021. The data was analyzed using the SigmaPlot 12.0 application.

From the results of sugar predictions based on land area and raw sap yield an R2 value of 0.9202 and a MAPE value of 31.38%. The prediction of sugar-based land area resulted in an R2 value of 0.8561 and a MAPE value of 22.42%. This shows that each land does not show the quality of sugar cane so that the bias is very large. While the prediction results for milled sugarcane based on raw sap and sugar produce an R2 value of 0.9981 and a MAPE value of 6.13%. The prediction of milled sugarcane based on raw sap yields an R2 value of 0.9693 and a MAPE value of 9.88%. This shows that the quality of sugarcane tends to be uniform so that the bias is relatively small.

Keywords: land area, sugar cane, raw sap, sugar

INTISARI

Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok dan sangat penting untuk ketahanan pangan nasional. Mengingat permintaan konsumsi gula yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk Indonesia. Maka dilakukan upaya pengoptimalan produksi gula di PG Madukismo dengan memperkirakan target produksi selanjutnya berdasarkan data-data historis yang sudah ada.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai prediksi tebu dan gula berbasis nira mentah tahun 2022. Data yang diperoleh adalah data sekunder. Metode analisis yang digunakan adalah analisis kuantitatif dengan analisis regresi linier berganda dan regresi non linier berupa data time series luas lahan, tebu giling, nira mentah, dan gula bulan Mei sampai Oktober 2021. Data dianalisa menggunakan bantuan aplikasi SigmaPlot 12.0.

Dari hasil prediksi gula berbasis luas lahan dan nira mentah menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,9202 dan nilai MAPE sebesar 31,38%. Prediksi luas lahan berbasis gula menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,8561 dan nilai MAPE sebesar 22,42%. Hal ini menunjukkan bahwa setiap lahan tidak menunjukkan kualitas tebu sehingga biasanya sangat besar. Sedangkan hasil prediksi tebu giling berbasis nira mentah dan gula menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,9981 dan nilai MAPE sebesar 6,13%. Prediksi tebu giling berbasis nira mentah menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,9693 dan nilai MAPE sebesar 9,88%. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas tebu cenderung seragam sehingga biasanya relatif kecil

Kata Kunci: luas lahan, tebu, nira mentah, gula

PENDAHULUAN

Gula adalah salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting untuk ketahanan pangan nasional. Gula juga termasuk komoditi dengan tingkat konsumsi yang tinggi dan penggunaannya yang sangat luas. Selain itu gula juga salah satu bahan yang dibutuhkan oleh suatu industri biasanya dijadikan untuk tambahan bahan pembuatan makanan, minuman, serta pengawetan makanan.

Berdasarkan data BPS, jumlah penduduk Indonesia tahun 2021 sebanyak 276,4 juta orang. Sehingga keberadaan gula pasir sangat penting mengingat permintaan konsumsi gula yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk Indonesia sekitar 1,25% setiap tahun. Namun, sebagian besar pabrik gula di Indonesia yang berjumlah 59 PG dan 8 PG Rafinasi menghadapi kendala dalam memproduksi gula sehingga impor masih dilakukan.

Hal ini dapat dilihat dari nilai produksi gula nasional tahun 2021 sebesar 2,35 juta ton (1,06 juta ton produksi pabrik gula BUMN dan 1,29 juta ton pabrik gula swasta) dengan rata-rata rendemen 7,61%. Sedangkan nilai konsumsi gula saat itu mencapai 5,3 juta ton terdiri dari 2,1 juta ton gula konsumsi dan 3,2 juta ton kebutuhan industri (BPS Indonesia, 2021).

Sehingga untuk mencukupi gula dalam negeri maka Indonesia mengimpor gula hingga 4,1 juta ton. Besarnya jumlah konsumsi gula yang tidak diimbangi dengan jumlah produksi gula disebabkan karena faktor-faktor produksinya yang belum dikelola secara optimal sehingga mempengaruhi produksi gula nasional.

Pabrik Gula Madukismo merupakan salah satu perusahaan yang mengolah tebu menjadi gula di Yogyakarta. Selain memproduksi gula pabrik ini juga memproduksi spiritus, alkohol dan penyanitasi tangan. Gula pasir yang diproduksi adalah jenis Super High Sugar (SHS) dengan menggunakan tebu sebagai bahan bakunya. Bahan baku adalah bahan yang dibutuhkan dan digunakan untuk membuat suatu produk di sebuah industri. Bahan baku yang digunakan di PG Madukismo berasal dari tebu sendiri dan tebu rakyat.

Menurut Akindipe (2014), dalam setiap perusahaan pengelolaan bahan baku sangatlah penting dalam keseluruhan kinerjanya. Perusahaan dalam memperoleh keuntungan dalam memproduksi barang memerlukan manajemen bahan baku yang baik karena bahan baku merupakan faktor penting dalam proses produksi (Andari, 2016). Persoalan yang kerap dialami oleh sebuah perusahaan yaitu persediaan bahan

baku yang tidak sesuai dengan kebutuhan perusahaan terutama dari segi kuantitas yang mengakibatkan terganggunya proses produksi. Kekurangan persediaan dapat menimbulkan kerugian perusahaan karena akan mengganggu perusahaan dalam kegiatan produksi dan distribusi (Soekarwati, 2001).

PG Madukismo memiliki kapasitas giling 3.500 TCD, sehingga untuk 1 (satu) musim giling membutuhkan luas lahan tebu sekitar 7.000 ha. Namun luas lahan PG Maduksimo belum mencapai 7.000 ha hanya sekitar 6.000 ha. Produksi tebu rata-rata di PG Madukismo sekitar 60 ton/ha dengan rendemen berkisar 6-7% dan masih di bawah target. Hal tersebut menunjukkan bahwa bahan baku tebu di PG Madukismo tergantung luas lahan yang semakin berkurang sehingga jumlah produksi gula pun menurun. Menurut Andi A. Dkk. (2019), faktor yang menyebabkan penurunan produksi gula meliputi penurunan luas lahan tebu dan tebu di PG Madukismo tergantung luas lahan yang semakin berkurang sehingga jumlah produksi gula pun menurun. Menurut Andi A. Dkk. (2019), faktor yang menyebabkan penurunan produksi gula meliputi penurunan luas lahan tebu dan produktivitas tebu, penggunaan lahan yang tidak efisien, berkurangnya kualitas tebu, dan tidak efisiennya produksi tebu pada perusahaan gula.

Untuk mengoptimalkan strategi produksi gula di PG Madukismo harus bisa memperkirakan target produksi selanjutnya berdasarkan data-data historis yang sudah ada. Prediksi ini umumnya disebut dengan prediksi data time series sebab lebih menekankan pada hubungan

yang dilakukan antar data-data. Berdasarkan permasalahan tersebut diatas, maka dalam penelitian ini dilakukan analisis tentang perencanaan bahan baku dan produksi gula berbasis nira mentah yang dilakukan menggunakan metode analisis regresi dengan aplikasi Sigmaplot.

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2022 sampai dengan Januari 2023. Bertempat di PT Madubaru PG/PS Madukismo yang berada di Jalan Padokan, Jl. Maduksimo No.21pg, Rogocolo, Tirtonirmolo, Kecamatan Kasihan, Bantul, DIY 55181.

B. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kuantitatif yang berupa data time series bulan Mei sampai Oktober tahun 2021 sampai tahun 2022. Sumber data yang digunakan adalah data sekunder atau data yang diperoleh secara tidak langsung dari sumbernya yang terkait dengan penelitian. Data sekunder terdiri dari data output (produksi gula) dan input (luas area, tebu digiling, dan nira mentah).

C. Metode Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder dalam bentuk time series. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara input data dari bagian Pabrikasi PG Madukismo. Dalam metode pengumpulan data sekunder peneliti tidak meneliti langsung, tetapi data didapatkan melalui catatan atau dokumen yang terdapat di PT Madubaru PG/PS Madukismo. **Metode Analisis Data.** Data dan informasi diperoleh secara kuantitatif. Pengolahan kuantitatif menggunakan

metode analisis regresi linier berganda 3D dan regresi non linier 2D menggunakan Sigmaplot 12.0 dengan variabel-variabel tersebut berikut : (1) Luas lahan, nira mentah, gula pasir. (2) Nira mentah, gula pasir, tebu digiling. (3) Gula pasir dan luas lahan. (4) Nira mentah dan tebu digiling. Dalam penelitian ini, model akan diuji menggunakan dua metode yaitu uji validitas dan *mean absolute present error* (MAPE).

D. Variabel Penelitian

(1) Luas lahan merupakan area yang digunakan untuk lahan tanam komoditas tebu yang merupakan bahan baku untuk produksi gula. Satuan yang digunakan adalah hektar. (2) Jumlah tebu digiling adalah banyaknya tebu yang digiling untuk menghasilkan gula dalam satu musim giling. Satuan yang digunakan adalah ton. (3) Nira mentah adalah campuran dari nira perahan pertama dan nira perahan kedua

yang diperoleh dari stasiun gilingan. Nira mentah akan diproses selanjutnya di dalam pabrik untuk memperoleh gula kristal. Nira mentah yang digunakan adalah nira mentah netto atau yang sudah dikurangi dengan air imbisasi dan kotorannya dalam satuan ton. (4) Gula pasir yang dihasilkan dari pemerahan tanaman tebu yang sudah mengalami serangkaian proses produksi. Satuan yang digunakan adalah ton.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Tahun 2021 dan 2022

Data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah data aktual tahun 2021 sampai 2022 dengan periode data yang digunakan adalah data bulanan dari Mei sampai Oktober. Jumlah hari giling pada tahun 2021 adalah 143 hari, sedangkan tahun 2022 selama 131.

Tabel 1. Luas Lahan Tahun 2021 - 2022

Bulan	Luas Lahan (Ha)		% Perubahan	Ket
	Tahun 2021	Tahun 2022		
Mei	258,16	592,55	129,53	Meningkat
Juni	1.263,92	1.057,45	-16,34	Menurun
Juli	1.302,23	1.236,13	-5,08	Menurun
Agustus	1.080,80	1.810,89	67,55	Meningkat
September	1.197,10	987,35	-17,52	Menurun
Oktober	1.003,93	398,34	-60,32	Menurun
Total	6.106,14	6.082,71	97,82	
Rata-Rata/hari	42,70	46,43		

Luas lahan tebu PG Madukismo mengalami fluktuasi yang cenderung menurun. Tahun 2021 luas lahan sejumlah 6.106,14 Ha, dengan luas lahan terendah pada bulan Mei sejumlah 258,16 Ha, ini dikarenakan masa awal giling hanya sekitar 7 hari. Sedangkan pada tahun 2022 luas lahan PG Madukismo mengalami penurunan dari tahun sebelumnya menjadi

6.082,71 Ha. Luas lahan terendah pada bulan Oktober sejumlah 398,34 Ha, ini dikarenakan akhir masa giling selama 11 hari. Dilihat dari total luas lahan selama dua tahun, menunjukkan bahwa PG Madukismo belum beroperasi secara optimal. Sebab PG Madukismo memiliki kapasitas giling 3500 TCD, sehingga untuk 1 (satu) musim giling membutuhkan luas

lahan tebu sekitar 7.000 Ha. Hal ini disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan pertanian produktif dan

pengalihfungsian lahan menjadi kawasan industri atau permukiman.

Tabel 2. Data Tebu Giling Tahun 2021 - 2022

Bulan	Tebu Giling (Ton)		% Perubahan	Ket
	Tahun 2021	Tahun 2022		
Mei	11.749,30	29.373,00	150,00	Meningkat
Juni	63.937,50	52.316,70	-18,18	Menurun
Juli	69.749,00	59.805,40	-14,26	Menurun
Agustus	66.746,80	90.156,80	35,07	Meningkat
September	65.631,10	50.282,70	-23,39	Menurun
Oktober	50.516,40	20.369,60	-59,68	Menurun
Total	328.330,10	302.304,20	69,58	
Rata-rata/hari	2.296,01	2.307,66		

Jumlah tebu giling PG Madukismo mengalami fluktuasi yang cenderung menurun. Pada tahun 2021 tebu giling sejumlah 328.330,10 ton sedangkan tahun 2022 mengalami penurunan menjadi 302.304,20 ton. Produksi tebu PG Madukismo rata-rata sekitar 60 ton/ha dengan rendemen berkisar 6 - 7% dan masih dibawah target giling. Seharusnya dalam satu (1 musim giling) membutuhkan sekitar 420.000 ton tebu. Hal tersebut

terjadi karena luas lahan yang ditanami tebu semakin berkurang dan persaingan antar pabrik dalam memperoleh bahan baku tebu. Oleh sebab itu, proses budidaya tanaman tebu perlu diperhatikan baik dari proses pemilihan varietas tebu, penggunaan pupuk, iklim dan kondisi lahan secara keseluruhan agar tebu yang dihasilkan lebih optimal.

Tabel 3. Nira Mentah Tahun 2021 – 2022

Bulan	Nira Mentah (Ton)		% Perubahan	Ket
	Tahun 2021	Tahun 2022		
Mei	8.072,20	24.023,70	197,61	Meningkat
Juni	48.276,90	39.120,40	-18,97	Menurun
Juli	53.892,70	40.358,60	-25,11	Menurun
Agustus	49.896,10	57.431,80	15,10	Meningkat
September	48.464,20	32.672,60	-32,58	Menurun
Oktober	37.531,60	12.974,30	-65,43	Menurun
Total	246.133,70	206.581,40	70,62	

Jumlah nira mentah PG Madukismo dalam kurun waktu dua tahun mengalami fluktuasi yang cenderung menurun. Pada tahun 2021 nira mentah sejumlah

246.133,70 ton sedangkan tahun 2022 mengalami penurunan menjadi 206.581,40 ton. Hal ini sebanding dengan luas lahan dan jumlah bahan baku yang lebih rendah

dari tahun sebelumnya. Selain itu, jumlah nira mentah juga dipengaruhi oleh varietas tebu, umur tebu, waktu tunggu tebu digiling, hasil kerja alat pendahuluan

dalam membuka sel-sel tebu, kadar sabut tebu, serta penambahan air imbibisi.

Tabel 4. Data Gula Tahun 2021 – 2022

Bulan	Gula (Ton)		% Perubahan	Ket
	Tahun 2021	Tahun 2022		
Mei	463,8	1.014,00	118,63	Meningkat
Juni	3.951,60	2.698,60	-31,71	Menurun
Juli	4.439,60	3.339,31	-24,78	Menurun
Agustus	4.248,80	5.859,60	37,91	Meningkat
September	4.425,10	3.581,30	-19,07	Menurun
Oktober	3.340,50	1.541,10	-53,87	Menurun
Total	20.869,00	18.033,91	27,11	

Gula produk yang dihasilkan PG Madukismo berupa gula kristal putih (GKP II) atau juga dikenal sebagai SHS (Super High Sugar). Jumlah produksi gula PG Madukismo dalam kurun waktu dua tahun mengalami fluktuasi yang cenderung menurun. Pada tahun 2021 produksi gula sejumlah 20.869,0 ton sedangkan tahun 2022 mengalami penurunan menjadi 18.033,91 ton. Hal ini sebanding dengan jumlah luas lahan, tebu digiling, dan nira mentah yang mengalami penurunan dari tahun 2021. Selain itu, juga dipengaruhi oleh perawatan tanaman tebu, waktu tunggu dan penundaan tebu digiling, tenaga kerja, peralatan atau mesin yang digunakan telah berumur lebih dari 65

tahun yang dapat mengganggu kelancaran di dalam proses produksi sehingga kurang optimal.

B. Model Analisis Regresi dan Aplikasi Model

Data tahun 2021 dianalisis menggunakan metode analisis regresi untuk mendapatkan model persamaan. dengan bantuan aplikasi SigmaPlot 12.0. Setelah diperoleh model persamaan regresi selanjutnya diaplikasikan untuk memprediksi tahun 2022.

1. Luas area, nira mentah dan gula pasir

Tabel 5. Luas Area, Nira Mentah, Gula Tahun 2021

Bulan	Luas Lahan (Ha)	Nira Mentah (Ton)	Gula (Ton)
Mei	258,16	8.072,20	463,80
Juni	1.263,92	48.276,90	3.951,60
Juli	1.302,23	53.892,70	4.439,60
Agustus	1.080,80	49.896,10	4.248,80
September	1.197,10	48.464,20	4.425,10
Oktober	1.003,93	37.531,60	3.340,50
Total	6106,14	246.133,70	20.869,40

Data tersebut dianalisis menggunakan metode analisis regresi linier berganda dengan persamaan 3D (Paraboloid). Model persamaan :

$$G = y_0 + (a \cdot X) + (b \cdot Y) + (c \cdot X^2) + (d \cdot Y^2)$$

$$= -790,605 + (3,3694 \cdot X) + (0,0596 \cdot Y) + (-0,0017 \cdot X^2) + (0,000000196 \cdot Y^2)$$

(R² = 0,9565)

Dimana :

G = produksi gula pasir

X = luas lahan tanam tebu

Y = nira mentah

Nilai koefisien determinasi (R)² yang dihasilkan sebesar 0,9565 artinya data antara luas lahan dan nira mentah valid terhadap produksi gula yang dihasilkan.

Tabel 6. Perbandingan Gula Riil dan Prediksi Tahun 2022

Bulan	Gula Riil	Gula Prediksi	Selisih	Error (%)
Mei	1.014,00	1.090,14	76,14	7,51
Juni	2.698,60	3.748,73	1.050,13	38,91
Juli	3.339,31	3.988,79	649,48	19,45
Agustus	5.859,60	2.709,97	3.149,63	53,75
September	3.581,30	3.767,38	186,08	5,20
Oktober	1.541,10	2.518,70	977,60	63,44
Total	18.033,91	17.823,70	210,21	188,25
MAPE				31,38

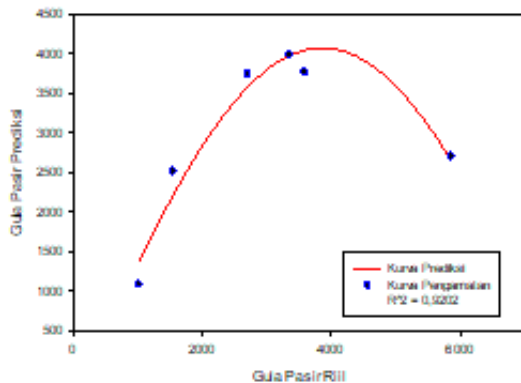
Terlihat bahwa selisih antara gula riil dan prediksi cukup kecil yaitu 210,21 ton. Akan tetapi jika dilihat dari nilai MAPE yang diperoleh sebesar 31,38%, menunjukkan bahwa hasil prediksi memiliki tingkat akurasi sedang untuk memprediksi gula berbasis luas lahan dan nira mentah. Hal ini diduga karena kualitas lahan yang masih beragam, meliputi keadaan (ketinggian tempat) dan jenis tanah, cuaca, sumber irigasi, pemupukan, jenis varietas tebu yang ditanam, serta ketepatan waktu tebang. Sehingga setiap lahan tidak menunjukkan kualitas dari tebu yang mengakibatkan penyimpangan (bias)

cukup besar.

Selain itu juga dipengaruhi oleh waktu tunggu tebu digiling, peralatan atau mesin yang sudah tua, serta tenaga kerja. Jika setelah 36 jam tebu tidak digiling maka nira yang dihasilkan akan menurun karena kadar air dalam tebu menguap, sedangkan kandungan zat padat pada nira akan meningkat dan menyebabkan peningkatan viskositas nira. Nira dengan viskositas yang tinggi akan menyulitkan proses pemurnian sehingga akan berpengaruh terhadap penurunan produksi gula yang dihasilkan.

Untuk lebih memperjelas pola data antara data aktual dan data

prediksi seperti kurva dengan persamaan waveform pada Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Kurva Gula Riil dan Prediksi

Nilai R^2 yang dihasilkan shahih atau valid yaitu sebesar 0,9202. Sehingga terlihat bahwa

kurva data aktual dan prediksi memiliki pola perulangan yang hampir sama, dimana data prediksi mendekati data aktual.

2. Nira mentah, gula, dan tebu digiling

Data di bawah dianalisis menggunakan persamaan 3D (Plane). Model persamaan:

$$\begin{aligned} TG &= y_0 + (a*X) + (b*Y) \\ &= 2356,78 + (0,9196*X) + \\ &\quad (4,209*Y) \quad (R^2 = 0,9989) \end{aligned}$$

Dimana :

TG = tebu digiling

X = nira mentah

Y = produksi gula pasir

Tabel 7. Nira Mentah, Gula, Tebu Giling Tahun 2021

Bulan	Nira Mentah (Ton)	Gula (Ton)	Tebu Giling (Ton)
Mei	8.072,20	463,80	11.749,30
Juni	48.276,90	3.951,60	63.937,50
Juli	53.892,70	4.439,60	69.749,00
Agustus	49.896,10	4.248,80	66.746,80
September	48.464,20	4.425,10	65.631,10
Oktober	37.531,60	3.340,50	50.516,40
Total	246.133,70	20869,40	328.330,10

Nilai koefisien determinasi (R)² yang dihasilkan sebesar 0,9989 artinya data antara nira mentah dan

gula pasir sangat valid dengan tebu digiling.

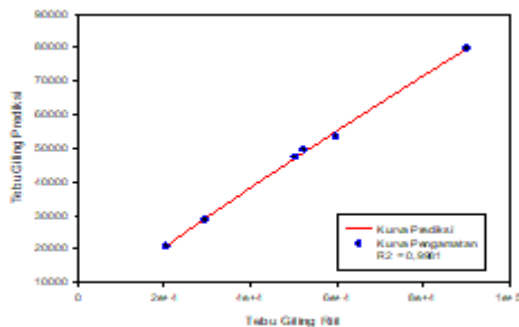
Tabel 8. Perbandingan Tebu Giling Riil dan Prediksi Tahun 2022

Bulan	Tebu Giling Riil (Ton)	Tebu Giling Prediksi (Ton)	Selisih	Error (%)
Mei	29.373,00	28.716,90	656,10	2,23
Juni	52.316,70	49.690,31	2.626,39	5,02
Juli	59.805,40	53.525,70	6.279,70	10,50
Agustus	90.156,80	79.834,12	10.322,68	11,45
September	50.282,70	47.476,19	2.806,51	5,58
Oktober	20.369,60	20.774,44	404,84	1,99
Total	302.304,20	280.017,66	22.286,54	36,77
MAPE				6,13

Hasil prediksi tebu giling dengan nilai riil terdapat selisih sebesar 22.286,54 ton. Dilihat dari nilai MAPE yang diperoleh sebesar 6,13% menunjukkan bahwa hasil prediksi memiliki tingkat akurasi tinggi atau sangat akurat untuk memprediksi tebu yang akan digiling berbasis nira mentah dan gula. Hal ini menandakan bahwa varietas tebu memiliki kualitas yang cenderung seragam sehingga biasanya relatif kecil.

Kualitas tebu yang diterapkan di PG Madukismo yaitu MBS (Manis, Bersih, dan Segar). Tebu yang dipanen harus yang sudah masak, yaitu saat kadar gula paling tinggi (8 – 12 bulan). Tebu bersih apabila bebas dari trash (pucukan, sogolan/tunas baru, daun pucuk dan kering, akar/tanah, benda asing lain) minimal 5%. Tebu segar adalah tebu yang ditebang dan digiling maksimal 36 jam, tidak kering dan tidak terbakar.

Untuk lebih memperjelas pola data antara data aktual dan data prediksi seperti kurva dengan persamaan Power pada Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Kurva Tebu Giling Riil dan Prediksi

Nilai R^2 yang dihasilkan sangat shahih atau sangat valid yaitu sebesar 0,9981. Sehingga terlihat bahwa kurva sangat berhimpit, dimana data prediksi mendekati data aktual.

3. Gula dan luas lahan

Tabel 9. Gula dan Luas Lahan Tahun 2021

Bulan	Gula (Ton)	Luas Lahan (Ha)
Mei	463,80	258,16
Juni	3.951,60	1.263,92
Juli	4.439,60	1.302,23
Agustus	4.248,80	1.080,80
September	4.425,10	1.197,10
Oktober	3.340,50	1.003,93
Total	20.869,40	6.106,14

Data tersebut dianalisis menggunakan persamaan Power 2 Parameter. Model persamaan :

$$L = a \cdot (X^b)$$

$$= 4,0323 \cdot (X^{0,682})$$

$$(R^2 = 0,9421)$$

Dimana :

L = luas lahan

X = produksi gula pasir

Nilai koefisien determinasi $(R)^2$ yang dihasilkan sebesar 0,9421 artinya data luas lahan terhadap gula valid.

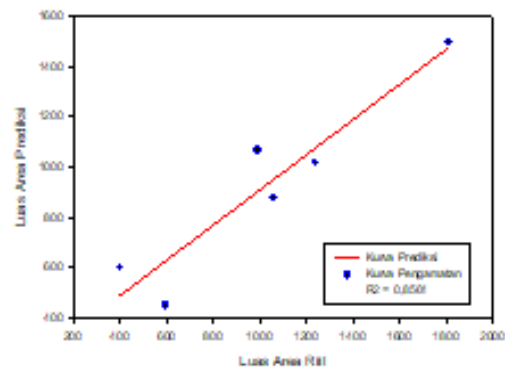
Tabel 10. Perbandingan Luas Lahan Riil dan Prediksi Tahun 2022

Bulan	Luas Lahan Riil (Ha)	Luas Lahan Prediksi (Ha)	Selisih	Error (%)
Mei	592,55	452,55	140,00	23,63
Juni	1.057,45	882,25	175,20	16,57
Juli	1.236,13	1.020,2	215,93	17,47
Agustus	1.810,89	1.497,06	313,83	17,33
September	987,35	1.070,06	82,71	8,38
Oktober	398,34	602,08	203,74	51,15
Total	6.082,71	5.524,20	558,51	134,52
MAPE				22,42

Terlihat bahwa selisih antara luas lahan riil dan prediksi cukup kecil yaitu 558,51 ton. Akan tetapi jika dilihat dari nilai MAPE yang diperoleh sebesar 22,42%, menunjukkan bahwa hasil prediksi memiliki tingkat akurasi sedang untuk memprediksi luas lahan berbasis gula. Hal ini diduga karena jarak prediksi luas lahan terhadap gula sangat jauh, berbeda dengan prediksi luas lahan terhadap tebu sehingga biasanya sangat besar. Penyimpangan terjadi karena setiap lahan tidak menunjukkan kualitas tebu yang mempengaruhi hasil produksi gula pasir.

Nilai R^2 yang dihasilkan cukup rendah yaitu sebesar 0,8561 ditunjukkan dengan pola kurva antara data aktual dan data riil cukup jauh. Ini disebabkan karena data aktual luas lahan lebih tinggi dibandingkan dari data prediksinya. Semakin tinggi nilai R^2 yang diperoleh akan menghasilkan kurva luas lahan antara pengamatan dan prediksi yang akan menuju pada kurva dengan kesamaan pola.

Untuk lebih memperjelas pola data antara data aktual dan data prediksi seperti kurva dengan persamaan Power pada Gambar 3 berikut ini :



Gambar 3. Kurva Luas Lahan Riil dan Prediksi

4. Nira mentah dan tebu digiling

Tabel 11. Nira Mentah dan Tebu Giling Tahun 2021

Bulan	Nira Mentah (Ton)	Tebu Digiling (Ton)
Mei	8.072,20	11.749,30
Juni	48.276,90	63.937,50
Juli	53.892,70	69.749,00
Agustus	49.896,10	66.746,80
September	48.464,20	65.631,10
Oktober	37.531,60	50.516,40
Total	246.133,70	328.330,10

Data tersebut dianalisis menggunakan persamaan Power 2 Paramater. Model persamaan :
 $TG = a \cdot (X^b)$
 $= 2,6903 \cdot (X^{0,9346})$
(R² = 0,9980)

Dimana :

TG = tebu digiling

X = nira mentah

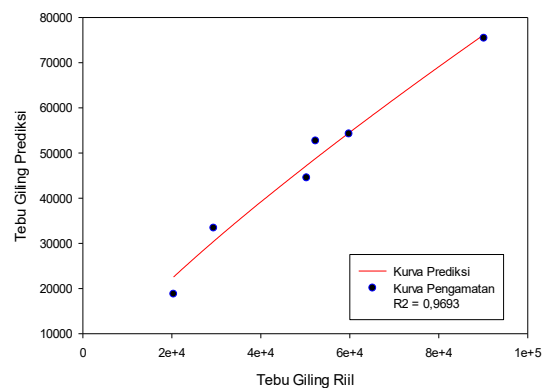
Nilai koefisien determinasi (R²) yang dihasilkan sebesar 0,9980 artinya data nira mentah terhadap tebu sangat valid dan berpengaruh kuat.

Tabel 12. Perbandingan Tebu Giling Riil dan Prediksi Tahun 2022

Bulan	Tebu Giling Riil (Ton)	Tebu Giling Prediksi (Ton)	Selisih	Error (%)
Mei	29.373,00	33.415,41	4.042,41	13,76
Juni	52.316,70	52.706,09	389,39	0,74
Juli	59.805,40	54.263,6	5.541,80	9,27
Agustus	90.156,80	75.457,88	14.698,92	16,30
September	50.282,70	44.540,67	5.742,03	11,42
Oktober	20.369,60	18.788,36	1.581,24	7,76
Total	302.304,20	279.172,01	23.132,19	59,26
MAPE				9,88

Nilai hasil prediksi tebu giling dengan nilai sesungguhnya terdapat selisih sebesar 23.132,19 ton. Jika dilihat dari nilai MAPE yang diperoleh sebesar 9,88% menunjukkan bahwa hasil prediksi memiliki tingkat akurasi tinggi atau sangat akurat untuk memprediksi tebu yang akan digiling berbasis nira mentah. Hal ini menandakan bahwa varietas tebu memiliki kualitas yang homogen sehingga biasanya relatif kecil.

Untuk lebih memperjelas pola data antara data aktual dan data prediksi seperti kurva dengan persamaan Hyperbola pada Gambar 4 berikut ini :



Gambar 4. Kurva Tebu Giling Riil dan Prediksi

Nilai R² yang dihasilkan shahih atau valid yaitu sebesar 0,9693. Sehingga terlihat bahwa kurva data aktual dan prediksi memiliki pola perulangan yang hampir sama, dimana data prediksi mendekati data aktual.

KESIMPULAN

Penerapan model persamaan $G = y_0 + (a*X) + (b*Y) + (c*X^2) + (d*Y^2) = -790,605 + (3,3694*X) + (0,0596*Y) + (-0,0017*X^2) + (0,000000196*Y^2)$, dalam prediksi gula berbasis luas lahan dan nira mentah menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,9202 dan nilai MAPE sebesar 31,38% (tingkat akurasi sedang). Hal ini menunjukkan bahwa setiap lahan menghasilkan gula yang berbeda, karena biasanya sangat besar. Penerapan model persamaan $TG = y_0 + (a*X) + (b*Y) = 2356,78 + (0,9196*X) + (4,209*Y)$ dalam prediksi tebu giling berbasis nira mentah dan gula menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,9981 dan nilai MAPE sebesar 6,13% (tingkat akurasi tinggi). Hal ini menunjukkan bahwa kualitas tebu cenderung seragam. Penerapan model persamaan $L = a*(X^b) = 4,0323*(X^{0,682})$ dalam prediksi luas lahan berbasis gula menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,8561 dan nilai MAPE sebesar 22,42% (tingkat akurasi sedang). Hal ini menunjukkan bahwa setiap lahan tidak menunjukkan kualitas tebu yang dihasilkan. Penerapan model persamaan $TG = a*(X^b) = 2,6903*(X^{0,9346})$ dalam prediksi tebu giling berbasis nira mentah menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,9693 dan nilai MAPE sebesar 9,88% (tingkat akurasi tinggi). Hal ini menunjukkan bahwa kualitas tebu cenderung seragam.

DAFTAR PUSTAKA

A. Sulaiman, Y. Sulaeman, N. Mustikasari, D. Nursyamsi, and A. M. Syakir. (2019). *Increasing Sugar Production in Indonesia through Land Suitability Analysis and Sugar Mill Restructuring*. MDPI, vol. 8, no. 61, pp. 1-17.

- Agustiana, Dwinita. (2019). Pengendalian Bahan Baku Tebu di Pabrik Gula Madukismo, Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri.*, vol. 06, no. 1 (2019). Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. Available : <https://jr.si.telkomuniversity.ac.id/index.php/JRS>
- Akindipe, O.S. (2014). *The Role of Raw Material Management in Production Operations*. *Internasional Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC)*. 5(3), 37-44.
- Alina Mustaidah dan A.A Hidayah. Budidaya Tebu Makin Mahal. Retrieved from <http://www.beritasatu.com/ekonomi/31119-budidaya-tebu-makin-mahal.html>. Diakses pada Sabtu, 25 Februari 2023.
- Andari, B. (2016). *The Importance of Raw Materials Inventory Supervision for Production Process*. *JARES*. 1(1), 53-60.
- BPS. (2022). Statistik Tebu Nasional Indonesia 2021. Retrieved from <https://www.bps.go.id/publication/2022/11/30/6392bf8e4265949485d85e72/statistik-tebu-indonesia-2021.html>. Diakses pada Minggu, 18 Desember 2022.
- Dqlab. (2021) Metode Pengolahan Data : 3 Jenis Analisis Regresi Yang Sering Digunakan. Retrieved from [dqlab.com : https://www.dqlab.id/metode-pengolahan-data-3-jenis-analisis-regresi-yang-sering-digunakan](https://www.dqlab.id/metode-pengolahan-data-3-jenis-analisis-regresi-yang-sering-digunakan).
- Endrawati, Budiani Fitri. (2008). Analisis Kapasitas Giling Produksi Gula Pasir (Studi Kasus di PT. PG. Candi Baru Sidoarjo, Jawa Timur). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Kemenperin. (2022). Tekan Gap Kebutuhan Gula Konsumsi, Kemenperin : Produksi Terus Digenjot. Retrieved from <https://kemenperin.go.id/artikel/23444/Tekan-Gap-Kebutuhan-Gula-Konsumsi.-Kemenperin:-Produksi-Terus-Digenjot->.
- Kusumawati, Anna et al. (2023). Analisa Faktor Pembatas Pertumbuhan Tebu (*Saccharum officinarum L.*) di Cangkringan, Yogyakarta. *Jurnal*. Program Studi Pengelolaan Perkebunan D-IV. Politeknik LPP, Yogyakarta. Available : <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/AGI/article/download/321/280/1293>.
- Lukman. (2022). Evaluasi ALih Fungsi Lahan Pertanian Terhadap Pendapatan Petani di Kecamatan Bacukiki Kota Parepare. Universitas Muhammadiyah Parepare. Available : <https://doi.org/10.53754/civilofficium>.
- Mutia, Annisa. (2022). Konsumsi Gula pasir Penduduk RI Menunjukkan Tren Meningkat Setelah Pandemi. Retrieved from <https://databoks.kadata.co.id/datapublish/2022/09/2/konsumsi-gula-pasir-penduduk-ri-menunjukkan-tren-meningkat-setelah-pandemi>. Diakses pada Minggu, 18 Desember 2022.
- Pardian, Pandi. (2019). Pengendalian Bahan Baku Tebu di Pabrik Gula Madukismo Yogyakarta. *Jurnal*. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran.

- Available* :
<https://www.researchgate.net/publication/336237827>.
- Ridhwan, Afif. Ratnawati, Dian Eka. Rahayudi, Bayu. (2018). Peramalan Produksi Gula Pasir Menggunakan Fuzzy Time Series Dengan Optimasi Algoritma Genetika (Studi Kasus PG Candi Baru Sidoarjo). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer.*, vol. 2, no. 8, Agustus 2018, hlm 2542-2548. *Available* : <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/download/1847/698/>.
- Rizaty, Monavia Ayu. (2022). Penduduk RI Konsumsi Gula 65,7 Kkal per Hari pada September 2022. *Retrieved from* <https://dataindonesia.id/ragam/detail/penduduk-ri-konsumsi-gula-657-kkal-per-hari-pada-september-2022>. Diakses pada Minggu, 18 Desember 2022.
- Soekarwati. (2001). Pengantar Agroindustri. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Syafri, Abdul. (2018). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Gula Di PT Madubaru (Madukismo) Yogyakarta. *Skripsi*. Jurusan Agribisnis. Fakultas Pertanian. Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa.
- Wikipedia. (2023). Tebu. *Retrieved from* <https://id.wikipedia.org/wiki/Tebu>. Diakses pada Rabu, 20 November 2022.
- Yolanda, Y. (2012). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku di Pabrik Gula Gondang Baru Kabupaten Klaten. Surakarta : Universitas Sebelas Mare.