

# **PENGGUNAAN MODEL ANALISIS REGRESI DALAM PENDUGAAN LUAS LAHAN DAN TEBU TERGILING BERBASIS GULA DI PT. MADUBARU PG/PS MADUKISMO, YOGYAKARTA**

## **THE USE OF REGRESSION ANALYSIS MODELS IN ESTIMATING LAND AREA AND SUGAR-BASED MILLED SUGARCANE AT PT. MADUBARU PG/PS MADUKISMO, YOGYAKARTA**

**Hyunda Putri Kusumawardani<sup>1</sup>, R. Sugiarto<sup>2</sup>, Yulius Kiswanto<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian(Intan) Yogyakarta

<sup>2</sup>Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian(Intan) Yogyakarta/Pembimbing I

<sup>3</sup> Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian(Intan) Yogyakarta/Pembimbing II

\*Email : [hyundaputri18@gmail.com](mailto:hyundaputri18@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*This study aims to develop a mathematical equation model with the application of sigmaplot to obtain an equation model used in estimating land area, the amount of sugarcane and raw sap produced in 2022. This research was conducted from December 2022 to January 2023 at PT. Madubaru PG/PS Madukismo, Tirtonirmolo, Kasian, Bantul.*

*This research method uses quantitative data analysis with variables of land area, amount of sugarcane milled, raw sap, and sugar. The 2021 data obtained will be statistically analyzed using the Sigmaplot 12.0 program with 2-dimensional linear regression analysis methods and multiple linear with 3D equation categories until the model is obtained and the 2022 data is used as model proof.*

*The results obtained, from the four models that have been made can be used as an equation model to estimate land area, sugarcane and sap in the following year and have good to very good forecasting abilities. This is evidenced by the results of valid validity tests and prediction error tests (MAPE) are on good to very good criteria.*

**Keywords** : *prediction, land area, sugarcane, sugar and regression analysis.*

### **INTISARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model persamaan matematika dengan aplikasi sigmaplot untuk memperoleh model persamaan yang dipakai dalam menduga luas lahan, jumlah tebu dan nira mentah yang dihasilkan pada tahun 2022. Penelitian ini dilakukan pada Bulan Desember 2022 sampai Januari 2023 di PT. Madubaru PG/PS Madukismo, Tirtonirmolo, Kasian, Bantul.

Metode penelitian ini menggunakan analisis data kuantitatif dengan variabel luas lahan, jumlah tebu digiling, nira mentah, dan gula. Data tahun 2021 yang diperoleh akan dianalisis secara statistik menggunakan program Sigmaplot 12.0 dengan metode analisis regresi linier 2 dimensi dan linier berganda dengan kategori persamaan 3D hingga diperoleh model dan data 2022 digunakan sebagai pembuktian model.

Hasil yang diperoleh, dari keempat model yang telah dibuat dapat digunakan sebagai model persamaan untuk menduga luas lahan, tebu dan nira di tahun berikutnya serta memiliki kemampuan peramalan baik hingga sangat baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji validitas yang valid dan uji kesalahan prediksi (MAPE) berada pada kriteria baik hingga sangat baik.

**Kata Kunci** : *prediksi, luas lahan, tebu giling, gula, analisis regresi.*

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi pertanian sebagai penyumbang pertumbuhan ekonomi terbesar di Indonesia. Salah satu peran penting bidang pertanian adalah pemenuhan kebutuhan pokok yaitu gula kristal putih. Dari waktu ke waktu konsumsi gula di Indonesia semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk Indonesia. Konsumsi gula Indonesia sejak 2017 hingga 2019 yakni mencapai 5,1 juta ton. Sementara, pada 2020 dan 2021 diperkirakan konsumsi tersebut naik menjadi masing-masing 5,2 juta ton dan 5,3 juta ton. Sementara jumlah produksi gula tebu di Indonesia mencapai 2,42 juta ton pada 2021 (BPS Indonesia, 2021)

Salah satu perusahaan industri yang bergerak dalam produksi gula pasir adalah Pabrik Gula Madukismo. Pengadaan areal merupakan salah satu kendala di PG Madukismo, karena jumlah areal potensi tanaman tebu semakin berkurang untuk pembangunan rumah atau pemukiman. Sementara penggunaan lahan yang optimal perlu dilakukan oleh industri pergulaan di Pulau Jawa untuk memenuhi kebutuhan gula pasir yang selalu meningkat.

Salah satu upaya untuk menghadapi kendala pabrik yaitu perlu adanya peramalan mengenai penggunaan luas lahan yang ditanami tebu beserta jumlah tebu yang digiling untuk menunjang tercapainya proses produksi dalam pabrik. Peramalan ini menggunakan metode *Time Series* yaitu suatu metode peramalan yang diambil dari nilai masa mendatang berdasarkan pada nilai masa lalu.

Dengan menggunakan peramalan

metode *Time Series* yang bertujuan untuk menentukan jumlah lahan dan tebu yang akan diproduksi, maka perencanaan diharapkan dapat membuat kinerja perusahaan akan lebih baik.

## METODE PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kuantitatif berupa data time series tahun 2021 dan 2022. Sumber data yang digunakan adalah data sekunder yaitu data time series yang terdiri dari data luas lahan, tebu digiling, nira mentah, dan gula. Data dan informasi yang diperoleh dari bagian pabrikasi PT Madubar PG/PS Madukismo kemudian diolah secara kuantitatif menggunakan metode analisis regresi non linier dan linier berganda. Analisis regresi linier berganda yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabel-variabel yang mempengaruhi produksi gula di PT Madubar yaitu luas lahan, jumlah tebu digiling, nira mentah, dan gula yang digunakan dalam proses produksi masa giling tahun 2021 mulai dari Bulan Mei – Oktober.

Data 2021 akan dianalisis secara statistik menggunakan program Sigmaplot 12.0 dengan metode analisis regresi 2 dimensi dan regresi linier berganda 3D sehingga menghasilkan suatu model pendekatan. Selanjutnya data 2022 dimasukkan ke dalam model sehingga diperoleh hasil prediksinya. Hasil prediksi dan data real 2022 diuji menggunakan program sigmaplot untuk mengetahui validitas hasil prediksi model. Pengujian kesalahan prediksi dilakukan dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Kondisi MAPE akan

menunjukkan seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai aktual. Semakin kecil nilai MAPE maka metode peramalan semakin baik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Data Luas Lahan Tebu Tahun 2021 dan 2022

Tabel 1. Luas Lahan Tebu Pabrik Gula Madukismo Tahun 2021 dan 2022.

Bulan	Luas Lahan 2021 (Ha)	Luas Lahan 2022 (Ha)	Persentase Perubahan	Keterangan
Mei	258,16	592,55	129,52 %	Meningkat
Juni	1.263,92	1.057,45	-16,33 %	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	-0,38 %	Menurun

Dari tabel di atas dapat dilihat luas lahan yang digunakan oleh PG Madukismo pada musim giling tahun 2021 dan 2022 yang mengalami peningkatan dan penurunan. Luas lahan paling kecil yaitu pada bulan Mei karena pada bulan Mei merupakan awal musim giling yang hanya mempunyai tujuh hari giling. Apabila dilihat dari keseluruhan lahan yang digunakan oleh pabrik pada tahun 2021 seluas 6.106,14 Hektar dan pada tahun 2022 seluas 6.082,71 Hektar, maka pada musim giling 2022 mengalami penurunan penggunaan lahan tebu sebesar 0,38 %. Menurunnya jumlah lahan yang digunakan oleh PG Madukismo ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya alih fungsi lahan menjadi lahan pemukiman atau alih fungsi lahan yang biasa dilakukan petani karena lahan yang

Lahan tebu merupakan suatu hal yang penting bagi pabrik dalam upaya menjalankan aktivitas produksi gula pasir. Pabrik gula Madukismo memiliki lahan tebu yang tersebar di wilayah Yogyakarta dan Jawa Tengah.

dimiliki tidak memungkinkan untuk ditanami tebu misalnya karena hujan yang menyebabkan lahan menjadi basah dan becek. Penyebab lainnya yaitu berkurangnya minat petani untuk menanam tebu sehingga menyebabkan lahan tanaman tebu menjadi berkurang.

### B. Data Tebu Digiling Tahun 2021 dan 2022

Tebu yang digunakan berasal dari berbagai wilayah sesuai dengan lahan yang digunakan oleh pabrik. Tebu sebagai bahan baku utama akan mengalami sejumlah proses mulai dari penggilingan sampai dengan stasiun puteran hingga menjadi gula. Jumlah tebu yang digiling oleh pabrik selama musim giling 2021 dan 2022 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Jumlah Tebu Digiling Pabrik Gula Madukismo Tahun 2021 dan 2022.

Bulan	Tebu Digiling 2021 (Ton)	Tebu Digiling 2022 (Ton)	Persentase Perubahan	Keterangan
Mei	11.749,3	29.373,00	149,99 %	Meningkat
Juni	63.937,5	52.316,70	-18,18 %	Menurun
Juli	69.749,0	59.805,40	-14,26 %	Menurun
Agustus	66.746,8	90.156,80	35,07 %	Meningkat
September	65.631,1	50.282,70	-23,39 %	Menurun
Oktober	50.516,4	20.369,60	-59,68 %	Menurun
Total	328.330,1	302.304,2	-7,93 %	Menurun

Dilihat dari data luas lahan dan tebu digiling, maka peningkatan dan penurunan terjadi pada bulan yang sama. Apabila dilihat dari keseluruhan jumlah tebu yang digiling pada tahun 2021 sebanyak 328.330,1 ton dan pada tahun 2022 sebanyak 302.302,2 ton, maka dapat dikatakan pada musim giling 2022 mengalami penurunan jumlah tebu yang digiling sebesar 7,93 %. Penurunan jumlah tebu yang digiling pada musim giling 2022 ini sebanding pula dengan penurunan luas lahan yang digunakan. Artinya salah satu penyebab jumlah tebu yang digiling mengalami penurunan yaitu karena lahan yang digunakan oleh pabrik juga menurun. Selain itu juga disebabkan karena hal lain seperti akses

pembiayaan yang sulit, terjadinya gagal panen, dan tenaga tebang tanaman yang semakin terbatas.

### C. Data Nira Mentah Tahun 2021 dan 2022

Tebu yang mengandung nira apabila dipukul-pukul, dicacah dan dipotong-potong akan menyebabkan sel-sel tebu pecah sehingga pada proses pemerahan akan dihasilkan nira yang disebut nira mentah. Nira mentah yang dihasilkan ini akan diproses sampai menjadi gula pasir. Berikut merupakan data jumlah nira mentah yang dihasilkan oleh pabrik gula Madukismo pada musim giling tahun 2021 dan 2022.

Tabel 3. Jumlah Nira Mentah Pabrik Gula Madukismo Tahun 2021 dan 2022.

Bulan	Nira Mentah 2021 (Ton)	Nira Mentah 2022 (Ton)	Persentase Perubahan	Keterangan
Mei	8.072,2	24.023,7	197,61 %	Meningkat
Juni	48.276,9	39.120,4	-18,97 %	Menurun
Juli	53.892,7	40.358,6	-25,11 %	Menurun
Agustus	49.896,1	57.431,8	15,10 %	Meningkat
September	48.464,2	32.672,6	-35,58 %	Menurun
Oktober	37.531,6	12.974,3	-65,43 %	Menurun
Total	246.133,7	206.581,4	-16,07 %	Menurun

Apabila dilihat dari keseluruhan jumlah nira mentah yang dihasilkan pada tahun 2021 sebanyak 246,13 ton dan tahun 2022 sebanyak 206,58 ton, maka pada

musim giling tahun 2022 mengalami penurunan jumlah nira mentah yang dihasilkan sebesar 16,07 %. Hal ini sebanding dengan penurunan jumlah tebu

yang digiling, jika jumlah tebu yang digiling berkurang maka nira mentah yang dihasilkan juga berkurang. Penyebab lain yang mungkin terjadi dalam menurunnya jumlah nira yang dihasilkan ini adalah pada saat proses pencacahan atau pemotongan dan pemerahan yang dilakukan kurang maksimal sehingga nira yang terperah jumlahnya berkurang.

#### D. Data Jumlah Produksi Gula Tahun 2021 dan 2022

Gula merupakan produk utama yang dihasilkan oleh pabrik gula Madukismo. Jumlah produksi gula Madukismo pada

musim giling 2021 dan 2022 dapat dilihat pada tabel 4. Jika dilihat dari jumlah keseluruhan produksi gula oleh pabrik pada musim giling 2021 sebanyak 20.869,4 ton dan pada musim giling 2022 sebanyak 18.033,9 ton, maka pada tahun 2022 gula yang dihasilkan oleh pabrik mengalami penurunan sebesar 13,59 % dibanding tahun sebelumnya. Penurunan jumlah produksi gula di tahun 2022 ini sebanding dengan menurunnya penggunaan lahan, bahan baku yang digunakan yaitu jumlah tebu, dan nira mentah yang dihasilkan.

Tabel 4. Jumlah Produksi Gula Pabrik Gula Madukismo Tahun 2021 dan 2022.

Bulan	Gula SHS 2021 (Ton)	Gula SHS 2022 (Ton)	Persentase Perubahan	Keterangan
Mei	463,8	1.014,00	118,63 %	Meningkat
Juni	3.951,6	2.698,60	-31,71 %	Menurun
Juli	4.439,6	3.339,31	-24,78 %	Menurun
Agustus	4.248,8	5.859,60	37,91 %	Meningkat
September	4.425,1	3.581,30	-19,07 %	Menurun
Oktober	3.340,5	1.541,10	-53,87 %	Menurun
Total	20.869,4	18.033,9	-13,59%	Menurun

Selain itu faktor alat mesin pabrik yang sudah tua dan penundaan proses giling pada tebu yang mungkin terjadi di pabrik mengakibatkan komponen sukrosa pada tebu menjadi menurun jumlahnya karena terjadinya proses hidrolisis pada tebu selama masa tunggu tersebut, sehingga ini dapat mempengaruhi jumlah produksi gula yang dihasilkan.

#### E. Analisis Regresi Linear

Pada analisis ini data masa giling

tahun 2021 akan dianalisis menggunakan program aplikasi SigmaPlot sehingga diperoleh model. Model yang dihasilkan selanjutnya digunakan untuk memprediksi luas lahan, tebu digiling, dan nira mentah di tahun berikutnya dengan memasukkan data real milik PG. Madukismo masa giling 2022.

#### 1. Pendugaan Luas Lahan Berdasar Tebu Digiling Dan Gula

Tabel 5. Data Tebu Digiling, Jumlah Produksi Gula, dan Luas Lahan PG Madukismo 2021.

Bulan	Tebu Digiling (Ton)	Gula SHS (Ton)	Luas Lahan (Ha)
Mei	11.749,3	463,8	258,16
Juni	63.937,5	3.951,6	1.263,92
Juli	69.749,0	4.439,6	1.302,23
Agustus	66.746,8	4.248,8	1.080,80
September	65.631,1	4.425,1	1.197,10
Oktober	50.516,4	3.340,5	1.003,93

Data jumlah tebu digiling, jumlah produksi gula dan luas lahan di atas kemudian dilakukan analisis menggunakan program aplikasi SigmaPlot. Didapatkan model dengan analisis *SigmaPlot; 3D; Plane* dengan rumus :

$$f = 78,0754 + (0,0168 * x) + (0,0062 * y)$$

$$R^2 = 0,9273 \text{ (1)}$$

Keterangan :

f = Luas lahan

x = Jumlah tebu digiling

y = Jumlah produksi gula

Nilai  $R^2$  yang dihasilkan pada model aplikasi yaitu 0,9273 yang berarti data memiliki tingkat validitas yang cukup valid. Selanjutnya data jumlah tebu digiling dan jumlah produksi gula masa giling tahun 2022 dimasukkan ke dalam persamaan (1) sehingga diperoleh luas lahan prediksi sebagai berikut :

Tabel 6. Perhitungan Luas Lahan Prediksi.

Bulan	x	y	y0	a	b	Lahan_Pred
Mei	29.373,00	1.014,0	78,0754	0,0168	0,0062	<b>577,83</b>
Juni	52.316,70	2.698,6	78,0754	0,0168	0,0062	<b>973,73</b>
Juli	59.805,40	3.339,3	78,0754	0,0168	0,0062	<b>1.103,51</b>
Agustus	90.156,80	5.859,6	78,0754	0,0168	0,0062	<b>1.629,04</b>
September	50.282,70	3.581,3	78,0754	0,0168	0,0062	<b>945,03</b>
Oktober	20.369,60	1.541,1	78,0754	0,0168	0,0062	<b>429,84</b>
Total						<b>5.658,97</b>

Hasil uji validitas luas lahan prediksi menggunakan analisis validasi *Polynomial, Linear* program aplikasi SigmaPlot diperoleh nilai  $R^2 = 0,9977$ . Artinya data hasil analisis regresi luas lahan prediksi dengan luas lahan real 2022

memiliki tingkat validitas yang sangat valid.

## 2. Pendugaan Jumlah Tebu Digiling Berdasar Luas Lahan dan Gula

Tabel 7. Data Luas Lahan, Jumlah Produksi Gula, dan Tebu Digiling PG Madukismo 2021.

Bulan	Luas Lahan (Ha)	Gula SHS (Ton)	Tebu Digiling (Ton)
Mei	258,16	463,8	11.749,3
Juni	1.263,92	3.951,6	63.937,5
Juli	1.302,23	4.439,6	69.749,0
Agustus	1.080,80	4.248,8	66.746,8
September	1.197,10	4.425,1	65.631,1
Oktober	1.003,93	3.340,5	50.516,4

Data luas lahan, jumlah produksi gula, dan jumlah tebu digiling di atas kemudian dilakukan analisis menggunakan program aplikasi SigmaPlot. Didapatkan model dengan analisis *SigmaPlot; 3D; Plane* dengan rumus :

$$f = 3.398,6435 + (8,9009 * x) + (12,1512 * x^2)$$

y

$$R^2 = 0,9881 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

f = Jumlah tebu digiling

x = Luas lahan

y = Jumlah produksi gula

Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang dihasilkan pada model aplikasi yakni = 0,9881, artinya data memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi. Selanjutnya data luas lahan dan jumlah gula masa giling tahun 2022 dimasukkan ke dalam model persamaan (2) dan diperoleh hasil tebu digiling prediksi sebagai berikut :

Tabel 8. Perhitungan Tebu Digiling Prediksi.

Bulan	x	y	y <sub>0</sub>	a	b	Tebu_Pred
Mei	592,55	1.014,00	3398,6435	8,9009	12,1512	<b>20.994,19</b>
Juni	1.057,45	2.698,60	3398,6435	8,9009	12,1512	<b>45.602,13</b>
Juli	1.236,13	3.339,31	3398,6435	8,9009	12,1512	<b>54.977,94</b>
Agustus	1.810,89	5.859,60	3398,6435	8,9009	12,1512	<b>90.718,37</b>
September	987,35	3.581,30	3398,6435	8,9009	12,1512	<b>55.704,04</b>
Oktober	398,34	1.541,10	3398,6435	8,9009	12,1512	<b>25.670,44</b>
Total						<b>293.667,10</b>

Hasil uji validitas tebu digiling prediksi menggunakan analisis validasi *Polynomial, Linear* program aplikasi SigmaPlot diperoleh  $R^2 = 0,9273$ . Artinya data hasil jumlah tebu prediksi dengan jumlah tebu real 2022 memiliki tingkat validitas yang cukup valid.

### 3. Pendugaan Jumlah Nira Mentah

#### Berdasar Tebu Digiling

Tabel 9. Data Tebu Digiling dan Nira Mentah PG Madukismo 2021.

Bulan	Tebu Digiling	Nira Mentah
Mei	11.749,3	8.072,2
Juni	63.937,5	48.276,9
Juli	69.749,0	53.892,7
Agustus	66.746,8	49.896,1
September	65.631,1	48.464,2
Oktober	50.516,4	37.531,6

Dari data jumlah tebu digiling dan nira mentah di atas kemudian dilakukan analisis menggunakan program aplikasi SigmaPlot. Didapatkan model dengan analisis *SigmaPlot; Power,2 Parameter* dengan rumus :

$$f = 0,3683*(x^{1,0645})$$

$$R^2 = 0,9978 \quad (3)$$

Keterangan :

f = Nira mentah

x = Jumlah tebu digiling

Nilai  $R^2$  yang dihasilkan pada model aplikasi yaitu 0,9978, artinya data memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi. Selanjutnya data jumlah tebu digiling masa giling tahun 2022 dimasukkan ke dalam model persamaan (3) dan diperoleh hasil nira mentah prediksi sebagai berikut :

Tabel 10. Perhitungan Nira Mentah Prediksi.

Bulan	x	a	b	Nira_Pred
Mei	29.373,00	0,3683	1,0645	<b>21.005,48</b>
Juni	52.316,70	0,3683	1,0645	<b>38.832,41</b>
Juli	59.805,40	0,3683	1,0645	<b>44.775,65</b>
Agustus	90.156,80	0,3683	1,0645	<b>69.310,27</b>
September	50.282,70	0,3683	1,0645	<b>37.227,32</b>
Oktober	20.369,60	0,3683	1,0645	<b>14.227,01</b>
<b>Total</b>				<b>225.378,15</b>

Hasil uji validitas nira mentah prediksi menggunakan analisis validasi *Polynomial, Linear* program aplikasi SigmaPlot diperoleh  $R^2 = 0,9613$ . Artinya data hasil nira mentah prediksi dengan nira mentah real 2022 memiliki tingkat validitas yang cukup tinggi.

#### 4. Pendugaan Tebu Digiling Berdasar Luas Lahan

Tabel 11. Data Luas Lahan dan Tebu Digiling PG Madukismo 2021.

Bulan	Luas Lahan (Ha)	Tebu Digiling (Ton)
Mei	258,16	11.749,3
Juni	1.263,92	63.937,5
Juli	1.302,23	69.749,0
Agustus	1.080,80	66.746,8
September	1.197,10	65.631,1
Oktober	1.003,93	50.516,4

Data luas lahan dan jumlah tebu digiling di atas kemudian dilakukan analisis menggunakan program aplikasi SigmaPlot. Didapatkan model dengan analisis *SigmaPlot; Power,2 Parameter* dengan rumus :

$$f = 47,3739*(x^{1,0184})$$

$$R^2 = 0,9444 \quad (4)$$

Keterangan :

f = Jumlah tebu digiling

x = Luas lahan

Nilai  $R^2$  yang dihasilkan pada model aplikasi adalah 0,9444 yang artinya data memiliki tingkat validitas yang cukup valid. Selanjutnya data luas lahan masa giling tahun 2022 dimasukkan ke dalam model persamaan (4) dan diperoleh hasil tebu digiling prediksi sebagai berikut :



Tabel 12. Hasil Perhitungan Tebu Digiling Prediksi.

Bulan	x	a	b	Tebu_Pred
Mei	592,55	47,3739	1,0184	<b>31.570,56</b>
Juni	1.057,45	47,3739	1,0184	<b>56.943,66</b>
Juli	1.236,13	47,3739	1,0184	<b>66.757,07</b>
Agustus	1.810,89	47,3739	1,0184	<b>98.486,44</b>
September	987,35	47,3739	1,0184	<b>53.101,71</b>
Oktober	398,34	47,3739	1,0184	<b>21.068,70</b>
<b>Total</b>				<b>327.928,14</b>

Hasil uji validitas prediksi tebu digiling menggunakan analisis validasi *Polynomial*, *Linear* program aplikasi diperoleh nilai  $R^2 = 0,9983$ . Artinya data hasil jumlah tebu prediksi dengan jumlah tebu real 2022 memiliki tingkat validitas yang sangat valid.

### 5. Pengujian Kesalahan Prediksi

Tabel 13. Kriteria Nilai MAPE.

Nilai MAPE	Kriteria
< 10 %	Sangat Baik
10 % - 20 %	Baik
20 % - 50 %	Cukup
> 50 %	Buruk

Pengujian kesalahan prediksi model pada penelitian ini menggunakan MAPE atau *Mean Absolute Percent Error* yaitu

rata-rata diferensiasi absolut antara nilai prediksi dengan nilai sebenarnya. Kriteria nilai MAPE ditunjukkan pada tabel di atas.

### 6. Pendugaan Luas Lahan Berdasar Tebu dan Gula

Hasil pengujian MAPE luas lahan prediksi dan luas lahan 2022 diperoleh nilai 7,23 %. Nilai ini masuk ke dalam kriteria sangat baik (< 10 %). Artinya model yang telah dibuat memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik. Dengan demikian model pendugaan luas lahan yang telah dibuat cocok dan dapat digunakan oleh pabrik untuk memprediksi luas lahan yang akan dipakai pada musim giling tahun berikutnya.

Tabel 14. MAPE Luas Lahan Prediksi dan Luas Lahan 2022.

Bulan	Luas Lahan Prediksi (Ha)	Luas Lahan 2022 (Ha)	Selisih (Ha)	Error (%)
Mei	577,83	592,55	14,72	<b>2,48</b>
Juni	973,73	1.057,45	83,72	<b>7,92</b>
Juli	1.103,51	1.236,13	13,62	<b>10,73</b>
Agustus	1.629,04	1.810,89	181,85	<b>10,04</b>
September	945,03	987,35	42,32	<b>4,29</b>
Oktober	429,84	398,34	31,50	<b>7,91</b>
Total	5658,97	6082,71	486,74	<b>43,37</b>
<b>MAPE</b>				<b>7,23</b>

## 7. Pendugaan Tebu Digiling Berdasar Luas Lahan dan Gula

Hasil pengujian MAPE prediksi

tebu digiling dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 15. MAPE Tebu Digiling Prediksi dan Tebu Digiling 2022.

Bulan	Tebu Digiling Prediksi (Ton)	Tebu Digiling 2022 (Ton)	Selisih (Ha)	Error (%)
Mei	20.994,19	29.373,00	8.378,81	<b>28,53</b>
Juni	45.602,13	52.316,70	6.714,57	<b>12,83</b>
Juli	54.977,94	59.805,40	4.827,46	<b>8,07</b>
Agustus	90.718,37	90.156,80	5.61,57	<b>0,62</b>
September	55.704,04	50.282,70	5.421,34	<b>10,78</b>
Oktober	25.670,44	20.369,60	5.300,84	<b>26,02</b>
Total	293.667,10	302.304,20	31.204,59	<b>10,32</b>
<b>MAPE</b>				<b>13,88</b>

Diperoleh pengujian MAPE tebu digiling prediksi dan tebu digiling real 2022 dengan nilai 13,88 %. Angka ini masuk dalam kriteria baik (10% - 20 %). Artinya model pendugaan tebu digiling berdasar luas lahan dan gula memiliki kemampuan peramalan yang baik.

## Tebu Digiling

Hasil pengujian MAPE nira mentah prediksi dapat dilihat pada tabel di bawah. Diperoleh nilai pengujian MAPE prediksi nira mentah dan nira mentah real 2022 sebesar 11,42 % yang masuk ke dalam kriteria baik (10 % - 20 %).

## 8. Pendugaan Nira Mentah Berdasar

Tabel 16. MAPE Nira Mentah Prediksi dan Nira Mentah 2022.

Bulan	Nira Mentah Prediksi (Ton)	Nira Mentah 2022 (Ton)	Selisih (Ha)	Error (%)
Mei	21.005,48	24.023,7	3.018,22	<b>12,56</b>
Juni	38.832,41	39.120,4	287,99	<b>0,74</b>
Juli	44.775,65	40.358,6	4.417,05	<b>10,94</b>
Agustus	69.310,27	57.431,8	11.878,47	<b>20,68</b>
September	37.227,32	32.672,6	4.554,72	<b>13,94</b>
Oktober	14.227,01	12.974,3	1.252,71	<b>9,66</b>
Total	225.378,15	206.581,40	25.409,16	<b>68,52</b>
<b>MAPE</b>				<b>11,42</b>

Artinya model pendugaan nira mentah yang dihasilkan memiliki kemampuan peramalan yang baik. Walaupun nilai koefisien determinasi pada uji validitas hasil prediksi turun ( $R^2 = 0,9613$ ) atau lebih rendah dari nilai

koefisien determinasi pada model, namun pada pengujian MAPE model masuk ke dalam kriteria baik. Sehingga model yang telah dibuat dapat digunakan oleh pabrik untuk memprediksi jumlah nira mentah pada tahun berikutnya.

## 9. Pendugaan Tebu Digiling Berdasarkan Luas Lahan

Hasil pengujian MAPE nira mentah

prediksi dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 17. MAPE Tebu Digiling Prediksi dan Tebu Digiling 2022

Bulan	Tebu Digiling Prediksi (Ha)	Tebu Digiling 2022 (Ha)	Selisih (Ha)	Error (%)
Mei	31.570,56	29.373,00	2.197,56	7,48
Juni	56.943,66	52.316,70	4.626,96	8,84
Juli	66.757,07	59.805,40	6.951,67	11,62
Agustus	98.486,44	90.156,80	8.329,64	9,24
September	53.101,71	50.282,70	2.819,01	5,61
Oktober	21.068,70	20.369,60	699,10	3,43
Total	327.928,14	302.304,20	25.623,94	46,23
<b>MAPE</b>				<b>7,70</b>

Dapat dilihat bahwa nilai pengujian MAPE tebu digiling prediksi dan tebu digiling real 2022 nilainya 7,70 %. Angka ini termasuk ke dalam kriteria sangat baik ( $< 10\%$ ). Artinya model pendugaan nira mentah yang telah dibuat pada penelitian ini memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik. Dengan demikian model ini cocok dan dapat dipakai atau diaplikasikan oleh pabrik gula Madukismo untuk memprediksi jumlah tebu yang akan digiling pada musim giling tahun berikutnya sebagai bahan baku proses pembuatan gula pasir.

### KESIMPULAN

1. Model pendugaan luas lahan berdasar tebu digiling dan gula memiliki nilai  $R^2 = 0,9273$  dengan  $R^2$  hasil prediksi 0,9977. MAPE yang dihasilkan yaitu 7,23 % yang masuk dalam kriteria sangat baik, sehingga model pendugaan luas lahan berdasar tebu digiling dan gula yang telah dibuat cocok dan dapat diaplikasikan oleh pabrik untuk memprediksi luas lahan.

2. Model pendugaan tebu digiling berdasar luas lahan dan gula memiliki nilai  $R^2 = 0,9881$  dengan  $R^2$  hasil prediksi yang turun yaitu 0,9273, disebabkan lahan yang digunakan heterogen dan gula yang dihasilkan setiap lahan kualitasnya berbeda sehingga pada prediksi jumlah tebu biasanya besar. Nilai MAPE termasuk kriteria baik yaitu 13,88 %, sehingga model untuk memprediksi tebu digiling berdasar luas lahan dan gula dapat dipakai oleh pabrik.

3. Model pendugaan nira mentah berdasar tebu memiliki nilai  $R^2 = 0,9978$  dengan  $R^2$  hasil prediksi sedikit menurun yaitu 0,9613, artinya nira mentah yang dihasilkan masih variatif karena tebu yang digiling berasal dari lahan yang berbeda – beda sehingga kandungan niranya juga berbeda. Nilai MAPE yang dihasilkan yaitu 11,42 % yang artinya model masuk dalam kriteria baik sehingga model pendugaan jumlah nira mentah dapat digunakan.

4. Model pendugaan jumlah tebu digiling berdasar luas lahan memiliki nilai  $R^2 = 0,9444$  dengan  $R^2$  hasil prediksi yaitu 0,9983. Pengujian MAPE model menghasilkan nilai 7,70 % yang masuk ke dalam kriteria sangat baik, sehingga model pendugaan jumlah tebu berdasar luas lahan yang telah dibuat cocok dan dapat digunakan oleh pabrik untuk memprediksi jumlah tebu yang akan digiling.

### SARAN

1. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu referensi bagi perusahaan untuk memprediksi jumlah lahan, tebu digiling dan jumlah nira mentah pada musim giling tahun berikutnya melalui model yang telah dibuat.
2. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan data hasil giling dalam jangka waktu lama, misal 5 sampai 10 tahun, agar data yang diperoleh lebih banyak sehingga tingkat validitasnya menjadi lebih tinggi.

### DAFTAR PUSTAKA

Agustina, D., & Pardian, P. (2019). Pengendalian Pabrik Bahan Baku Tebu di Pabrik Gula Madukismo, Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri*.

Andaka, G. (2011). Hidrolisis Ampas Tebu Menjadi Furfural Dengan Katalisator Asam Sulfat. *Jurnal Teknologi*, 180-188.

Aprisco, H. (2015). Analisis Trend dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Gula Di PG. Wringin Anom Kabupaten Situbondo. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Jember.

BPS. (2022, Desember 2). Statistik Tebu Indonesia 2021. Retrieved: from <https://www.bps.go.id/publication/2022/11/30/6392bf8e4265949485d85e72/st-atistiktebu-indonesia-2021.html>

Buckle, K., Edwards, G., & Wotton, M. (1987). *Ilmu Pangan*. Jakarta: UI-Press.

Ilhamsyah, M. A., Indrawati, W., & Kusumastuti, A. (2022). Respon Bibit Budchips Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Terhadap Berbagai

Komposisi Media Tanam. *Jurnal Agrolantae*, 11-21.

Irawan, S. A. (2015). Pengaruh Perlakuan Fisik dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Minuman Ringan Nira Tebu. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*.

Julianti. (2017). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Gula pada PT. Perkebunan Nusantara X Persero Pabrik Gula Takalar. Skripsi. Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Universitas Muhammadiyah Makassar.

Kultsum, U. (2009). Pengaruh Variasi Nira Tebu (*Saccharum officinarum*) Dari Beberapa Varietas Tebu Dengan Penambahan Sumber Nitrogen (N) Dari Tepung Kedelai Hitam (*Glycine soja*) Sebagai Substrat Terhadap Efisiensi Fermentasi Etanol. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.

Lubis, M. M., & Mawami, L. (2015). Respons Pertumbuhan Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Terhadap Pengolahan Tanah Pada Dua Kondisi Drainase. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 214-220.

Mathur, R. B. (1999). *Handbook of cane sugar technology*. Oxford & IBH, New Delhi.

Pradnyawati, I. G., & Wayan, C. (2021). Pengaruh Luas Lahan, Modal dan Jumlah Produksi Terhadap Pendapatan Petani Sayur di Kecamatan Baturiti. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 93-100.

Putro, B., Furqon, M. T., & Wijoyo, S. H. (2018). Prediksi Jumlah Kebutuhan Pemakaian Air Menggunakan Metode Exponential Smoothing (Studi Kasus : PDAM Kota Malang). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4679-4686.

Rachman, M. F., & Priyono, J. (2022). Pengaruh Tenaga Kerja, Pakan, Luas Lahan, dan Benih Terhadap Produksi Petani Tambak Udang di Desa Lapa Taman Kecamatan Dungek Kabupaten Sumenep. *Jurnal Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya*.

Rifa'i, A. (2020). Pengelolaan Tanaman Tebu di PG. Madukismo PT. Madubaru, Yogyakarta dengan Aspek Khusus Hubungan Produktivitas dengan Pola Tanam. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Salam, A. N. (2020). Analisis Tren Produksi Tebu Menjadi Gula Di PTPN XIV Pabrik Gula Takalar. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Makassar.

Septyan Andri Irawan, S. G.-K. (2015). Pengaruh Perlakuan Fisik dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Minuman Ringan Nira Tebu. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*.

Steenis, C. G. (2006). *Flora Pegunungan Jawa*. Pusat Penelitian Biologi (LIPI). Bogor.

Sudarmaji, A. T., & Saroso, H. (2021). Pengaruh Penambahan Larutan  $Ca(OH)_2$  Terhadap Pembentukan Kerak Pada Penguapan Nira Tebu. *Jurnal Teknologi Separasi. Distilat*, 634-641.

Ubaidillah, Z. Y., Hartatie, D., & Harlianingtyas, I. (2021). Hubungan Luas Lahan dengan Produksi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Kabupaten Jember. *Jurnal Agropross. Politeknik Negeri Jember*.

Wahyudi. (2013). Pemanfaatan Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca*) Sebagai Bahan Dasar Nata De Banana Pale Dengan Penambahan Gula Aren dan Gula Pasir. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta