

IMPLEMENTASI MODEL FORECASTING HASIL TEBU DI KABUPATEN CIREBON MENGGUNAKAN ALGORITMA REGRESI TREND PARABOLA

Dinar Faris Naufal¹, Ahmad Faqih², Agus Bahtiar³
STMIK IKMI Cirebon^{1,2,3}

Jl. Perjuangan No. 10 B – Majasem, Tlp. (0231) 490480

e-mail: dinarfaris05@gmail.com¹, ahmadfaqih367@gmail.com², agusbahtiar038@gmail.com³

Abstrak

Perkebunan yaitu semua aktivitas yang menggunakan tanaman tertentu dan spesifik dengan tanah ataupun bagian dari tumbuhan lainnya dalam ekosistem yang disesuaikan. Kegiatan penanaman yang lain juga mencakup dalam pemasaran dan pengolahan dari hasil tanaman tersebut. Pada subsektor perkebunan, tebu merupakan tanaman perkebunan yang penting dan strategis dalam pembangunan perekonomian nasional juga merupakan penyumbang utama subsektor perkebunan. Tebu menjadi tanaman perkebunan yang banyak ditanam di Indonesia, seperti di Pulau Jawa, Pulau Sumatera Bagian Utara dan Selatan. Daerah penghasil tebu di Kabupaten Cirebon diantaranya adalah Kecamatan Lemahabang, Karangwareng, dan lain-lain. Produksi tebu memiliki variabel – variabel yang mempengaruhi hasil produksi tebu itu sendiri sehingga peramalan berdasarkan variabel – variabel tersebut sulit dilakukan. Sebagai solusi dari masalah tersebut, maka peramalan produksi tebu Kabupaten Cirebon dilakukan berdasarkan data historisnya. Penelitian ini bertujuan meramalkan jumlah produksi tebu Kabupaten Cirebon menggunakan algoritma regresi trend parabola dimana metode yang digunakan adalah forecasting menggunakan algoritma regresi trend parabola. Data yang digunakan adalah data produksi tebu Kabupaten Cirebon dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2021 dalam satuan ton. Hasil evaluasi model yang didapat dari model yang telah dibentuk RMSE-nya sebesar 338.742 dan MAPE sebesar 1.59%. Prediksi hasil produksi tebu di Kabupaten Cirebon untuk 5 tahun kedepan adalah sebagai berikut: tahun 2022 sebesar 15431 ton, tahun 2023 sebesar 16024 ton, tahun 2024 sebesar 17036 ton, tahun 2025 sebesar 18465 ton dan tahun 2026 sebesar 20313 ton.

Kata kunci: Peramalan, Produksi Tebu, Deret Waktur

Abstract

Plantation is all activities that use certain and specific plants with soil or parts of other plants in an adapted ecosystem. Other plantation activities also include the processing and marketing of these crops. In the plantation sub-sector, there is sugarcane as an important and strategic plantation for the development of the national economy as well as making a significant contribution to the plantation sub-sector. Sugarcane is a plantation crop that is widely planted in Indonesia, such as on the island of Java, northern and southern Sumatra. Sugarcane producing areas in Cirebon Regency include Lemahabang, Karangwareng, and others. Sugarcane production has variables that affect the sugarcane production itself so forecasting based on these variables is difficult to do. As a solution to this problem, the forecasting of sugarcane production in Cirebon Regency is based on historical data. This study aims to predict the amount of sugarcane production in Cirebon Regency using a trend parabolic regression algorithm where the method used is forecasting using a trend parabolic regression algorithm. The data used is sugarcane production data for Cirebon Regency from 2016 to 2021 in tons. The model evaluation results obtained from the model that has been formed have an RMSE of 338,742 and a MAPE of 1.59%. The prediction of sugar cane production in Cirebon Regency for the next 5 years is as follows: in 2022 it will be 15431 tons, in 2023 it will be 16024 tons, in 2024 it will be 17036 tons, in 2025 it will be 18465 tons and in 2026 it will be 20313 tons.

Keywords: Forecasting, Sugarcane Production, Time Series

1. PENDAHULUAN

Tanaman tebu menjadi salah satu hasil perkebunan yang ada di Kabupaten Cirebon dimana pada tahun 2021 Kabupaten Cirebon menyumbang 15.221 ton tebu atau 32% dari total produksi tebu di Provinsi Jawa Barat. Dikarenakan tingginya permintaan akan komoditas ini sebagai bahan baku produksi gula maka diperlukan prediksi hasil produksi ditahun mendatang sebagai bahan pertimbangan pemerintah untuk mengambil kebijakan untuk menutupi kurangnya pasokan hasil perkebunan tebu maupun memperluas luas area tanam agar kebutuhan gula nasional dapat terpenuhi.

Dikarenakan permintaan yang tinggi akan komoditas tebu untuk bahan baku produksi industri gula maka diperlukan prediksi hasil produksi ditahun mendatang sebagai bahan pertimbangan pemerintah untuk mengambil kebijakan untuk menutupi kurangnya pasokan hasil perkebunan tebu maupun memperluas luas area tanam agar kebutuhan gula nasional dapat terpenuhi.

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah memprediksi hasil produksi tebu di Kabupaten Cirebon dimasa mendatang berdasarkan data historisnya, dimana hal ini dapat tercapai dengan pembentukan model *forecasting* hasil produksi tebu di Kabupaten Cirebon menggunakan regresi trend parabola dan juga hasil evaluasi model menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dan *Root Mean Square Error*.

Berdasarkan permasalahan diatas, perlu adanya pembuatan model *forecasting* hasil produksi tebu di Kabupaten Cirebon yang dalam penelitian ini diberi judul “Implementasi Model *Forecasting* Hasil Produksi Tebu di Kabupaten Cirebon Menggunakan Algoritma Regresi Trend Parabola. Model ini dapat digunakan untuk memprediksi hasil produksi tebu dimasa yang akan datang dan juga hasil evaluasi modelnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 *Forecasting*

Forecasting (peramalan) merupakan proses untuk memprediksi masa depan yang didapat dari data masa lalu dan sekarang. Tujuan dari peramalan adalah untuk menetapkan matematis model yang dapat meramalkan suatu pengamatan masa depan berdasarkan data yang sudah lalu [1].

2.2 Regresi Trend Parabola

Trend parabola (*parabolic*) atau dikenal dengan sebutan trend kuadrat adalah trend dengan variabel X berpangkat paling tinggi sehingga akan menghasilkan garis trend melengkung[2]. Rumus untuk mencari nilai prediksi sebagai berikut.

$$Y' = a + bx + cx^2$$

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

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

$$a = \frac{(\sum Y - c \sum x^2)}{n}$$

Keterangan :

Y'	=	Hasil prediksi
X	=	Periode waktu
a, b, c	=	Konstanta
n	=	Jumlah data
Y	=	Nilai trend

2.3 MAPE

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan perhitungan yang digunakan untuk menghitung rata – rata persentase kesalahan mutlak. Semakin rendah nilai MAPE kemampuan dari model peramalan yang digunakan dapat dikatakan baik [2]. Terdapat *range* nilai yang dapat dijadikan bahan pengukuran suatu model, *range* nilai tersebut sebagai berikut.

Tabel 1. Range nilai MAPE

MAPE (%)	Interpretasi Akurasi Peramalan
< 10	Sangat baik
10 – 20	Baik
20 – 50	Cukup Baik
> 50	Kurang

Untuk menghitung nilai MAPE digunakan rumus sebagai berikut.

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y - Y^{\wedge}}{Y^{\wedge}} \right| \times 100\%$$

Keterangan :

- n = Jumlah data
- Y = Nilai aktual
- Y[∧] = Nilai prediksi

2.4 RMSE

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan suatu cara yang sering digunakan didalam pengevaluasian hasil peramalan, error yang ada menjelaskan seberapa besar perbedaan hasil estimasi dengan hasil yang akan diestimasi. Nilai RMSE rendah membuktikan bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model mendekati variasi nilai observasinya[3]. Untuk mencari nilai RMSE berikut rumusnya.

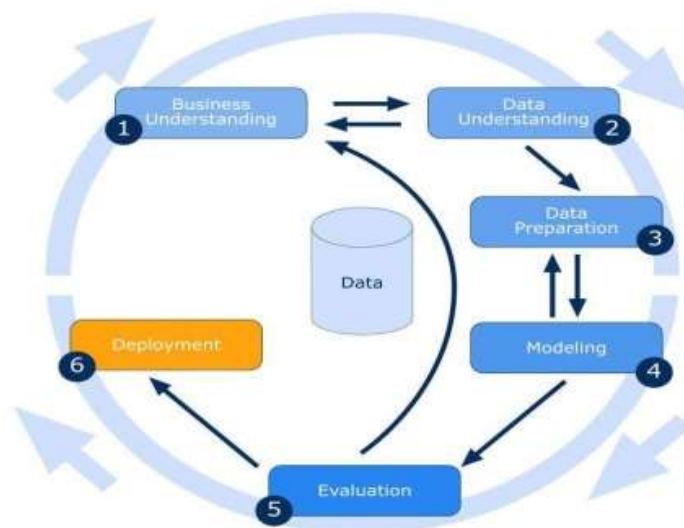
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y^{\wedge})^2}{n}}$$

Keterangan :

- n = Jumlah data
- Y = Nilai aktual
- Y[∧] = Nilai prediksi

2.5 CRISP-DM

Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) suatu standarisasi pemrosesan data mining yang telah dikembangkan dimana data yang ada akan melewati setiap fase terstruktur dan terdefinisi dengan jelas dan efisien[4]. Metodologi ini terdiri dari 6 tahapan sebagai berikut.



Gambar 1. CRISP-DM

1) *Business Understanding*

Beberapa hal yang dilakukan pada tahap ini seperti memahami kebutuhan serta tujuan dari rumusan masalah selanjutnya mengartikan pengetahuan ke dalam bentuk pendefinisian masalah pada data mining dan kemudian menentukan rencana serta strategi untuk mencapai tujuan data mining.

2) *Data Understanding*

Tahapan ini diawali dengan mengumpulkan data, mendeskripsikan data, serta mengevaluasi kualitas data.

3) *Data Preparation*

Dalam tahapan ini yaitu membangun dataset akhir dari berupa data mentah. Ada beberapa hal yang akan dilakukan mencakup melakukan pembersihan data (*Data Cleaning*), melakukan pemilihan data (*Data Selection*), *record* dan atribut – atribut dan juga melakukan transformasi terhadap data (*Data Transformation*) untuk dijadikan masukan dalam tahap pemodelan.

4) *Modeling*

Pada tahap ini, proses dimana model dengan teknik yang dipilih menghasilkan suatu pola informasi yang dapat memudahkan dalam mencari hasil dari penelitian. Pola yang dihasilkan dari Teknik yang dipilih ini akan digunakan untuk memprediksi hasil yang ingin dicari.

5) *Evaluation*

Tahap ini dilakukan dengan melihat tingkat performa dari pola yang dihasilkan oleh algoritma.

6) *Deployment*

Tahapan ini dilakukan dengan pembuatan laporan dan artikel jurnal menggunakan model yang dihasilkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Busines Understanding*

Penelitian ini berhubungan dengan data hasil produksi tebu di Kabupaten Cirebon, dimana penelitian ini bertujuan untuk mencari tahu berapa hasil produksi tebu di Kabupaten Cirebon dimasa yang akan datang dengan cara membuat model forecasting hasil produksi tebu di Kabupaten Cirebon.

3.2 *Data Understanding*

Data yang digunakan merupakan data *public* yang diunduh melalui *web opendata.jabarprov.go.id*. Data tersebut berisi data hasil produksi tebu di Kabupaten Cirebon selama periode tahun 2016 sampai tahun 2021. Dataset memiliki 6 data dan terdiri dari 6 atribut, yaitu: *kode_provinsi*, *nama_provinsi*, *kode_kabupaten_kota*, *jumlah_produksi*, *satuan* dan *tahun*.

3.3 *Data Preparation*

Pada penelitian ini langkah *data preparation* tidak dilakukan dikarenakan dataset yang digunakan merupakan data akhir dan siap untuk digunakan sehingga tidak dilakukan pengolahan data kembali.

3.4 *Modeling*

Pada tahap ini pembuatan model *forecasting* hasil produksi tebu menggunakan algoritma regresi trend parabola dibuat. Adapun *tools* yang digunakan yaitu *Microsoft Visual Code* dan *Python* dasar. Untuk perbandingan digunakan transformasi variabel X yang berbeda, X^1 dengan interval 1 (... , -3, -2, -1, 1, 2, 3) dan X^2 dengan interval 2 (... , -5, -3, -1, 1, 3, 5). Berikut *syntax* yang dibuat serta *output* pada *terminal*.

```

1 x1 = -3
2 x2 = -2
3 x3 = -1
4 x4 = 1
5 x5 = 2
6 x6 = 3
7 sumx = x1+x2+x3+x4+x5+x6
8 y1 = 23138
9 y2 = 20301
10 y3 = 18262
11 y4 = 15788
12 y5 = 15727
13 y6 = 15221
14 sumy = y1+y2+y3+y4+y5+y6
15 x12 = pow(x1, 2)
16 x22 = pow(x2, 2)
17 x32 = pow(x3, 2)
18 x42 = pow(x4, 2)
19 x52 = pow(x5, 2)
20 x62 = pow(x6, 2)
21 sumx2 = x12+x22+x32+x42+x52+x62
22 x13 = pow(x1, 3)
23 x23 = pow(x2, 3)
24 x33 = pow(x3, 3)
25 x43 = pow(x4, 3)
26 x53 = pow(x5, 3)
27 x63 = pow(x6, 3)
28 sumx3 = x13+x23+x33+x43+x53+x63
29 x14 = pow(x1, 4)
30 x24 = pow(x2, 4)
31 x34 = pow(x3, 4)
32 x44 = pow(x4, 4)
33 x54 = pow(x5, 4)
34 x64 = pow(x6, 4)
35 sumx4 = x14+x24+x34+x44+x54+x64
36 xy1 = x1*y1
37 xy2 = x2*y2
38 xy3 = x3*y3
39 xy4 = x4*y4
40 xy5 = x5*y5
41 xy6 = x6*y6
42 sumxy = xy1+xy2+xy3+xy4+xy5+xy6
43 x2y1 = x12*y1
44 x2y2 = x22*y2
45 x2y3 = x32*y3
46 x2y4 = x42*y4
47 x2y5 = x52*y5
48 x2y6 = x62*y6
49 sumx2y = x2y1+x2y2+x2y3+x2y4+x2y5+x2y6
50 yy1 = (a+(b*x1)+(c*x12))
51 yy2 = (a+(b*x2)+(c*x22))
52 yy3 = (a+(b*x3)+(c*x32))
53 yy4 = (a+(b*x4)+(c*x42))
54 yy5 = (a+(b*x5)+(c*x52))
55 yy6 = (a+(b*x6)+(c*x62))
56 sumyy = yy1+yy2+yy3+yy4+yy5+yy6
57 yyy1 = y1-yy1
58 yyy2 = y2-yy2
59 yyy3 = y3-yy3
60 yyy4 = y4-yy4
61 yyy5 = y5-yy5
62 yyy6 = y6-yy6
63 sumyyy = yyy1+yyy2+yyy3+yyy4+yyy5+yyy6
64 powy1 = pow(yyy1, 2)
65 powy2 = pow(yyy2, 2)
66 powy3 = pow(yyy3, 2)
67 powy4 = pow(yyy4, 2)
68 powy5 = pow(yyy5, 2)
69 powy6 = pow(yyy6, 2)
70 sumpowy = powy1+powy2+powy3+powy4+powy5+powy6
71 absy1 = abs(yyy1/y1)
72 absy2 = abs(yyy2/y2)
73 absy3 = abs(yyy3/y3)
74 absy4 = abs(yyy4/y4)
75 absy5 = abs(yyy5/y5)
76 absy6 = abs(yyy6/y6)
77 sumabsy = absy1+absy2+absy3+absy4+absy5+absy6
    
```

Gambar 2. Syntax Variabel

Pada gambar 2 merupakan variabel – variabel yang dibutuhkan untuk melengkapi tabel persamaan yang akan digunakan untuk mempermudah dalam menentukan nilai konstanta pada rumus kuadrat.

```

1 tabel1 = PrettyTable(['x', 'y', 'x\u00b2', 'x\u00b3',
2 'x\u00b4', 'xy', 'x\u00b2y', 'y', 'y-y', '(y-y)\u00b2', 'y-y /y'])
3 tabel2 = PrettyTable(['', 'Total'])
4 tabel1.add_row([x1, y1, x12, x13, x14, xy1, x2y1, yy1, yyy1, powy1, absy1])
5 tabel1.add_row([x2, y2, x22, x23, x24, xy2, x2y2, yy2, yyy2, powy2, absy2])
6 tabel1.add_row([x3, y3, x32, x33, x34, xy3, x2y3, yy3, yyy3, powy3, absy3])
7 tabel1.add_row([x4, y4, x42, x43, x44, xy4, x2y4, yy4, yyy4, powy4, absy4])
8 tabel1.add_row([x5, y5, x52, x53, x54, xy5, x2y5, yy5, yyy5, powy5, absy5])
9 tabel1.add_row([x6, y6, x62, x63, x64, xy6, x2y6, yy6, yyy6, powy6, absy6])
10 tabel2.add_row(['x', sumx])
11 tabel2.add_row(['y', sumy])
12 tabel2.add_row(['x\u00b2', sumx2])
13 tabel2.add_row(['x\u00b3', sumx3])
14 tabel2.add_row(['x\u00b4', sumx4])
15 tabel2.add_row(['xy', sumxy])
16 tabel2.add_row(['x\u00b2y', sumx2y])
17 tabel2.add_row(['y', round(sumyy)])
18 tabel2.add_row(['y-y', round(sumyyy)])
19 tabel2.add_row(['(y-y)\u00b2', round(sumpowy)])
20 tabel2.add_row(['y-y /y', round(sumabsy, 5)])
    
```

Gambar 3. Syntax tabel

Gambar 3 merupakan *syntax* untuk membuat tabel data dengan bantuan ekstensi *prettytable*. Terdapat dua buah tabel yang dibuat yaitu tabel1 yang merupakan tabel berisi nilai persamaan dan tabel2 merupakan total dari tabel nilai.

```

1 b = sumxy/sumx2
2 c = ((6*sumx2y)-(sumx2*sumy))/((6*sumx4)-(pow(sumx2, 2)))
3 a = (sumy-(c*sumx2))/6
    
```

Gambar 4. Syntax mencari konstanta

Pada gambar 4 merupakan *syntax* untuk mencari nilai konstanta a, b dan c. Untuk memperjelas perhitungan maka disertakan juga perhitungannya sebagai berikut.

Tabel 2. Tabel Konstanta

	X ¹	X ²
a	$a = \frac{(109317 - (209.189 \times 28))}{6}$ = 17243.286	$a = \frac{(109317 - (69.495 \times 70))}{6}$ = 17408.719
b	$b = \frac{-36113}{28}$ = -1289.750	$b = \frac{-56381}{70}$ = -805.443
c	$c = \frac{(6 \times 523813) - (28 \times 109317)}{(6 \times 196) - (28)^2}$ = 209.189	$c = \frac{(6 \times 1316877) - (70 \times 109317)}{(6 \times 1414) - (70)^2}$ = 69.495

Dari hasil perhitungan diatas ditemukan persamaan kuadratnya sebagai berikut.

Tabel 3. Tabel Persamaan Kuadrat

	X ¹	X ²
Y	$Y = 17243.286 + -1289.750x + 209x^2$	$Y = 17408.719 + -805.443x + 69.495x^2$

```

1 print('Tabel Persamaan');
2 print(tabel1);
3 print('Tabel Total');
4 print(tabel2);
5 print('Konstanta Persamaan Kuadrat: ');
6 print ('a =', a);
7 print ('b =', b);
8 print ('c =', c);
9 print('Evaluasi Model:');
10 print ('Hasil RMSE nya adalah :', round(abs(sqrt(sumpow/6)), 3));
11 print ('Hasil MAPE nya adalah :', round((sumabsy/6)*100,3));
12 print('Hasil Prediksi Tahun Mendatang:');
13 print ('2022 =', round(pre1));
14 print ('2023 =', round(pre2));
15 print ('2024 =', round(pre3));
16 print ('2024 =', round(pre4));
17 print ('2025 =', round(pre5));
    
```

Gambar 5. Syntax Print hasil

Pada gambar 5 merupakan *syntax* untuk print dari *syntax* yang dibuat, terdapat dua tabel yaitu tabel persamaan dan tabel total, nilai konstanta a, b dan c. Ditampilkan juga hasil evaluasi model RMSE, MAPE dan hasil prediksi tahun mendatang yang akan dibahas dipoin selanjutnya.

x	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y	y-y'	(y-y') ²	y-y'/y
-3	23118	9	-27	81	-69354	208062	22995.23469387755	122.7053061224824	15071.329387338426	0.00531837746809379
-2	20201	4	-8	16	-40402	80804	20959.54081612653	-458.54081632653106	210259.68023740148	0.02260091678345681
-1	19282	1	-1	1	-19282	19282	18742.224489795917	519.7755182048828	270166.5818679146	0.02698458369560813
1	15788	1	1	1	15788	15788	16162.724489795917	-374.7244897959172	140418.44325261845	0.023734766265259513
2	15727	4	8	16	31454	62908	15588.540816326531	726.45918367346894	52833.76187885394	0.014399388546669355
3	15221	9	27	81	45663	136989	15256.73469387755	-35.734693877548944	1276.9683465222054	0.0023477231376092284

Tabel Total	
	Total
x	0
y	109317
x ²	20
x ³	0
x ⁴	196
xy	-36113
x ² y	523813
y	109317
y-y'	0
(y-y') ²	688477
y-y'/y	0.00548

Konstanta Persamaan Kuadratik:

a = 17243.285714285714
b = -1289.75
c = 209.1887755102841

Evaluasi Model:

Hasil RMSE nya adalah : 338.742
Hasil MAPE nya adalah : 1.591
Hasil Prediksi Tahun Mendatang:

2022 = 15431
2023 = 16024
2024 = 17036
2024 = 18465

Gambar 6. Hasil Print

Pada gambar 6 merupakan tampilan hasil print *syntax* yang telah dibuat pada *terminal Microsoft visual code*, terdapat tabel persamaan, tabel total, konstanta persamaan kuadratik, evaluasi model dan hasil prediksi tahun mendatang.

3.5 Evaluation

Setelah persamaan kuadratik telah didapatkan pada algoritma regresi trend parabola maka diperlukan evaluasi model, pada penelitian ini evaluasi model yang digunakan yaitu *RMSE* dan *MAPE*.

```
1 print ("Hasil RMSE nya adalah :", round(abs(sqrt(sumpowy/6)), 3));
2 print ("Hasil MAPE nya adalah :", round((sumabsy/6)*100,3));
```

Gambar 7. Syntax hasil RMSE dan MAPE

Pada gambar 4.7 merupakan *syntax* untuk mencari serta menampilkan hasil *RMSE* dan *MAPE*. Berikut ditampilkan hasil perhitungan *RMSE* dan *MAPE* dalam bentuk tabel juga dibandingkan transformasi variabel X^1 dengan interval 1 dan variabel X^2 dengan interval 2.

Tabel 4. Evaluasi Model

	RMSE	MAPE
X^1	338.742	1.59 %
X^2	551.910	2.25 %

3.6 Deployment

Setelah tahap evaluasi dimana model dinilai tingkat efektivitasnya maka dilakukan pengimplementasian dari keseluruhan model yang telah dibangun.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini meramalkan hasil produksi tebu di Kabupaten Cirebon menggunakan algoritma regresi trend parabola dengan pendekatan CRISP-DM. Dataset yang digunakan sebanyak 6 data hasil produksi tebu di Kabupaten Cirebon selama 6 tahun dari tahun 2016 sampai tahun 2021. Setelah membandingkan hasil evaluasi dari X^1 dengan interval 1 (satu) dan X^2 dengan interval 2 (dua) diketahui

bahwa hasil evaluasi model yang terbaik menggunakan X^1 dengan interval 1 (satu) dengan nilai *MAPE* sebesar 1.59% dan *RMSE* sebesar 338.724.

Persamaan kuadratik periode 2022:

$$Y' = 17243.286 + (-1289.750 \times 4) + 209(4^2) \\ = 15431$$

Persamaan kuadratik periode 2023:

$$Y' = 17243.286 + (-1289.750 \times 5) + 209(5^2) \\ = 16024$$

Persamaan kuadratik periode 2024:

$$Y' = 17243.286 + (-1289.750 \times 6) + 209(6^2) \\ = 17036$$

Persamaan kuadratik periode 2025:

$$Y' = 17243.286 + (-1289.750 \times 7) + 209(7^2) \\ = 18465$$

Persamaan kuadratik periode 2026:

$$Y' = 17243.286 + (-1289.750 \times 8) + 209(8^2) \\ = 20313$$

Dari model yang dibentuk ditemukan hasil prediksi produksi tebu di Kabupaten Cirebon selama 5 tahun kedepan sebagai berikut: tahun 2022 sebesar 15431 ton, tahun 2023 sebesar 16024 ton, tahun 2024 sebesar 17036 ton, tahun 2025 sebesar 18465 ton dan tahun 2026 sebesar 20313 ton.

4.2 Saran

Adapun saran yang menjadi masukan agar model yang dibuat dapat menjadi lebih baik untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

- 1) Ditambahkan *visualisasi* dalam bentuk *curva* untuk hasil prediksinya.
- 2) Menggunakan dataset dengan data yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Patrick E, Leo J, Kaijage S, Patrick E, Leo J, Kaijage S (2021) Design of an Interactive Geo-Location Mobile Application for Civil Societies in East Africa. *Journal of Software Engineering and Applications* 14:549–562
- [2] Pilz J, Deuschländer J, Thomaschewski J, Schön E-M (2021) Integrating Agile Human-Centered Design with Lean UX and Scrum. In: *WEBIST 2021 - 17th International Conference on Web Information Systems and Technologies*. Scitepress, pp 467–473
- [3] Ardito C, Baldassarre MT, Caivano D, Lanzilotti R (2017) Integrating a SCRUM-Based Process with Human Centred Design: An Experience from an Action Research Study. In: *Proceedings - 2017 IEEE/ACM 5th International Workshop on Conducting Empirical Studies in Industry, CESI 2017*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., pp 2–8
- [4] WayQS (2021) QayimMasjid. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pkm.polban.qayimmasjid>. Accessed 27 Dec 2021