

## PREDIKSI TINGKAT PRODUKSI PADI DI SULAWESI TENGAH MENGUNAKAN ANALISIS ALGORITMA *FBPROPHET*

A. H. Krisdianto<sup>1</sup>, Rais<sup>2</sup>, N. F. Gamayanti<sup>3</sup>, dan H. Sain<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Statistika FMIPA Universitas Tadulako, Indonesia

<sup>1</sup>hendrawan.krisdianto99@gmail.com, <sup>2</sup>rais76\_untad@yahoo.co.id, <sup>3</sup>nurulfiskia@gmail.com,

<sup>4</sup>hartayunisain@gmail.com

### ABSTRACT

Rice which has Latin *Oryza sativa L* is an important plant that is a staple food for the Indonesian people, Central Sulawesi Province is one of the areas suitable for the development of rice production and total rice production in Central Sulawesi Province in the last 2 years has decreased. From the problems discussed previously, the idea of predicting rice production in the future is a step to maintain the availability of rice stocks. FB prophet is one of the suitable forecasting methods to predict rice production in Central Sulawesi Province. The results show that the results of forecasting rice production will decline in 2022 and 2023 to come. The MAPE value (mean absolute percentage error) of 0.36% which is in the range below 10%, this indicates that the error rate is very low or the forecasting accuracy level is categorized as very good.

**Keywords** : *FBprophet, Forecasting, Mean Absolute Percentagen Error, Rice*

### ABSTRAK

Padi yang memiliki Bahasa latin *Oryza sativa L* adalah tanaman penting yang menjadi makanan pokok bagi bangsa Indonesia, Provinsi Sulawesi Tengah merupakan salah satu daerah yang sesuai untuk pengembangan produksi padi dan total produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah pada 2 tahun terakhir mengalami penurunan. Dari permasalahan yang dibahas sebelumnya memunculkan gagasan untuk meramalkan produksi padi kedepannya sebagai langkah untuk tetap menjaga ketersediaan stok padi. *FBprophet* merupakan salah satu metode peramalan yang cocok untuk meramalkan produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah. Hasil penelitian menunjukkan hasil peramalan produksi padi mengalami penurunan pada tahun 2022 dan 2023 yang akan datang. Adapun nilai MAPE (*mean absolute percentage error*) sebesar 0.36% yang terdapat pada rentang dibawah 10% hal ini mengindikasikan bahwa tingkat kesalahannya sangat rendah atau tingkat akurasi peramalan dikategorikan sangat baik.

**Kata Kunci** : *FBprophet, Mean Absolute Percentage Error, Padi, Peramalan.*

## I. PENDAHULUAN

Padi merupakan komoditas tanaman pangan penghasil beras yang memegang peranan penting dalam kehidupan ekonomi Indonesia. Yaitu beras sebagai makanan pokok sangat sulit digantikan oleh bahan pokok lainnya. Diantara jagung, umbi-umbian, sago dan sumber karbohidrat lainnya. Tanaman padi adalah jenis tumbuhan yang sangat mudah ditemukan, apalagi kita yang tinggal dipedesaan. Hamparan persawahan dipenuhi dengan tanaman padi. Sebagian besar menjadikan padi sebagai sumber bahan makanan pokok. Padi merupakan tanaman yang termasuk genus *Oryza L.* yang meliputi kurang lebih 25 spesies, terbesar didaerah tropis dan didaerah subtropis, seperti Asia dan Afrika (Mubaroq, 2013).

Provinsi Sulawesi Tengah merupakan salah satu daerah yang sesuai untuk pengembangan produksi padi dan total produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah pada tahun 2020 sebesar 792.250 ton GKG, atau mengalami penurunan sebanyak 52.660 ton (6,23%) dibandingkan tahun 2019. Jika dilihat perbandingan produksi antar bulan yang sama ditahun yang berbeda, penurunan produksi terbesar pada tahun 2020 terjadi di bulan Januari, yaitu hanya sebesar 28.100 ton. Produksi tertinggi pada tahun 2020 terjadi di bulan Oktober, yaitu mencapai 116.300 ton. Sama halnya dengan produksi pada tahun 2020, produksi padi tertinggi pada tahun 2019 terjadi pada bulan Oktober, yaitu sebesar 120.900 ton. Untuk tahun 2018 produksi padi tertinggi terjadi di bulan April mencapai 118.900 ton (Badan Pusat Statistik, 2020). Maka diperlukan suatu metode untuk meramalkan produksi Padi ke depannya sebagai langkah untuk tetap menjaga ketersediaan stok padi. *FBprophet* dapat menggantikan *forecast package* yang ada, sebab *FBprophet* memiliki dua kelebihan dari *forecast package* yaitu penggunaan *FBprophet* jauh lebih mudah untuk membuat perkiraan yang wajar serta akurat dibandingkan dengan metode yang lainnya dan metode lainnya memiliki parameter *tuning* atau parameter yang dapat diatur sehingga menyebabkan hasil yang buruk apabila peneliti tidak berpengalaman dalam mengatur parameternya, karena untuk menentukan parameter yang efisien itu tidak banyak pilihan cara dan *FBprophet* dapat disesuaikan dengan cara *intuitive* untuk peneliti yang belum berpengalaman. Maksudnya adalah *Smoothing Parameter* untuk *seasonal* dapat diatur seberapa dekat dengan siklus *historical data*-nya (S. J. Taylor & B. Letham, 2017).

*FBprophet* adalah *package open-source* yang dirancang oleh *Facebook's Data Science team* pada tahun 2017 membuat peramalan untuk kumpulan data deret waktu univariat. *Packages FBprophet* sangat mudah digunakan dan dirancang untuk secara otomatis menemukan sekumpulan *hyperparameters* yang baik untuk model dalam upaya membuat peramalan data tren dan musiman (Vishwas and Patel, 2020).

*FBprophet* menggunakan model *time series* yang dapat didekomposisi dengan tiga komponen model utama yaitu: *Trend*, *Seasonal*, dan *Holiday* (Chung et al, 2014).

$$y_{(t)} = g_{(t)} + s_{(t)} + h_{(t)} + \varepsilon_{(t)}$$

Dimana setiap komponen persamaan diatas terdiri dari:

- $y_{(t)}$  adalah *Forecast/ additive regressive model*.
- $g_{(t)}$  adalah fungsi tren yang memodelkan perubahan non-periodik dalam nilai timeseries.
- $s_{(t)}$  adalah mewakili perubahan periodik (misalnya, musiman mingguan dan tahunan).
- $h_{(t)}$  adalah mewakili efek liburan yang terjadi pada jadwal yang berpotensi tidak teratur satu hari atau lebih.
- $\varepsilon_{(t)}$  adalah mewakili setiap perubahan istimewa yang tidak diakomodasi oleh model.

*FBprophet* memiliki kerangka data (*dataframe*) khusus yang menangani runtun waktu dan musim dengan mudah. Bentuk data membutuhkan dua kolom data yaitu "ds" untuk menyimpan runtun waktu dan tanggal sedangkan kolom "y" untuk menyimpan nilai waktu yang seri sesuai dengan bentuk data. Untuk pertumbuhan *trend* adalah komponen inti dari keseluruhan model *FBprophet*. *Trend* merepresentasikan bagaimana keseluruhan runtun waktu tumbuh dan bagaimana itu diharapkan tumbuh dimasa depan (Yan et al., 2019).

Peramalan (*forecasting*) merupakan proses perkiraan (pengukuran) besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau yang dianalisis secara ilmiah khususnya menggunakan metode statistika (Sudjana, 1989). Peramalan merupakan dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal, sering berdasarkan data deret waktu historis. Peramalan menggunakan teknik-teknik peramalan yang bersifat formal maupun informal (Gaspersz V. , 1998).

Kegiatan peramalan merupakan bagian integral dari pengambilan keputusan manajemen. Peramalan mengurangi ketergantungan pada hal-hal yang belum pasti (*intuitif*). Peramalan memiliki sifat saling ketergantungan antar divisi atau bagian. Kesalahan dalam proyeksi penjualan akan mempengaruhi pada ramalan anggaran, pengeluaran operasi, arus kas, persediaan, dan sebagainya (Makridakis S. , 1999).

Evaluasi Model bertujuan untuk melakukan pengukuran nilai eror. Untuk melakukan evaluasi model, menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE juga termasuk sebagai alat ukur ketepatan model peramalan yang paling sering digunakan dibandingkan MAD, MAE, RMSE atau lainnya. Hal ini dikarenakan nilai mape lebih mudah untuk diinterpretasikan dibandingkan alat ukur yang lain, interpretasi MAPE dapat dilihat dari interval nilainya diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 : Interval Nilai MAPE

Nilai MAPE	Interpretasi
$\leq 10$	Hasil peramalan sangat akurat
10 – 20	Hasil peramalan baik
20 – 50	Hasil peramalan layak (cukup baik)
$> 50$	Hasil peramalan tidak akurat

Untuk rumus perhitungan evaluasi MAPE digambarkan dengan rumus sebagai berikut (Muhammad Afif dkk, 2021).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \cdot 100\%$$

Dimana

$A_t$  : Nilai aktual pada waktu t

$F_t$  : Nilai prediksi pada waktu t

## II. METODE PENELITIAN

Lokasi pada penelitian ini yaitu Dinas Tanaman Pangan dan Holtikultura Provinsi Sulawesi Tengah dan Populasi pada penelitian ini adalah produksi padi diprovinsi Sulawesi Tengah. sedangkan sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah produksi padi diprovinsi Sulawesi dari bulan Januari 2012 sampai bulan Desember 2021.

Tahapan-tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengumpulan data
2. Melakukan pengecekan pola data *trend* dan musiman, apabila tidak terdapat pola *trend* dan musiman pada maka dilakukan pengambilan data kembali.
3. Melakukan konversi *type* data dari *object* ke *datetime*.
4. Merubah variabel menjadi "ds" dan "y"
5. Melakukan identifikasi model *FBprophet*.
6. Melakukan peramalan peramalan produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah untuk beberapa tahun kedepan.
7. Melakukan evaluasi model untuk mengukur atau akurasi pada model prediksi dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
8. Interpretasi.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Statistika Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk mengetahui gambaran secara umum data produksi padi Provinsi Sulawesi Tengah, gambaran data yang dimaksud dapat dilihat melalui besarnya nilai rata-rata, varians, simpangan baku, serta nilai maksimum dan nilai minimum berdasarkan data yang terdiri dari tahun 2012 sampai 2021.

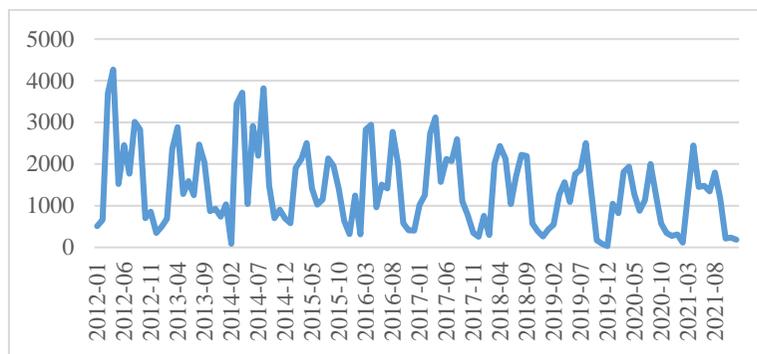
Tabel 2 : Statistika Deskriptif Produksi Padi Tahun 2012-2021

Rata-rata	Varians	Nilai maksimum	Nilai minimum	Simpangan baku
1415.07	9027.64	4267.52	30.62	949.80

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari data dalam rentang 2012 sampai 2021, rata-rata produksi padi pada di Provinsi Sulawesi Tengah pada Tahun 2012-2021 yaitu 1415.07 ton dengan varians produksi padi dengan nilai sebesar 9027.64, kemudian untuk nilai maksimum data produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah sebesar 4267.52 ton, serta nilai minimum pada data produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah sebesar 30.62 ton dan untuk simpangan baku pada data ini yaitu sebesar 949.80.

### 3.2. Identifikasi Pola Data

Identifikasi pola data dilakukan dengan menggunakan software Microsoft excel, berikut merupakan data produksi padi Provinsi Sulawesi Tengah dari tahun 2012 sampai 2021 yang diperoleh dari Dinas Tanaman Pangan dan Holikultura Provinsi Sulawesi Tengah untuk visualisasi plotnya lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 : Identifikasi Pola Data Produksi Padi di Provinsi Sulawesi Tengah

Berdasarkan Gambar 1 terlihat adanya penurunan jumlah produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah dari tahun 2012 sampai 2021, namun juga menunjukkan adanya aktivitas yang akan terjadinya penurunan jumlah produksi tersebut, sehingga dapat diduga bahwa pada data terdapat pola trend menurun. Untuk variasi musiman juga nampak jelas terdapat pada gambar diatas, hal ini dapat dilihat bahwa pada beberapa bulan tertentu terdapat data tertinggi dan data terendah.

### 3.3. Preprocessing Data

Data *preprocessing* merupakan proses untuk menyiapkan data yang akan dimasukkan kedalam model *Fbprophet forecasting* hanya memerlukan 2 komponen data utama, yaitu komponen waktu dan komponen produksi padi yang dinotasikan dengan 'ds' dan 'y'. Berdasarkan 2 komponen tersebut, data yang dimiliki akan dipilah sebelum dimasukkan kedalam model dengan hanya memasukkan kedua komponen tersebut dan komponen lain yang ada pada data tidak diperlukan pada proses ini, keseluruhan data dengan tampilan dataset yang sudah dimodelkan dengan *Prophet Facebook* seperti Tabel 3.

Tabel 3 : Format dataset *FBprophet*

No	ds	Y
1	2012-01	509.79
2	2012-02	660.74
3	2012-03	3,696.70
4	2012-04	4,267.52
5	2012-05	1,524.10
6	2012-06	2,455.49
7	2012-07	1,771.08
8	2012-08	3,011.34
9	2012-09	2,826.36
10	2012-10	698.74
...	...	...
120	2021-12	187.722

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat dataset produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah berjumlah 120 data dari bulan Januari 2012 sampai Desember 2021.

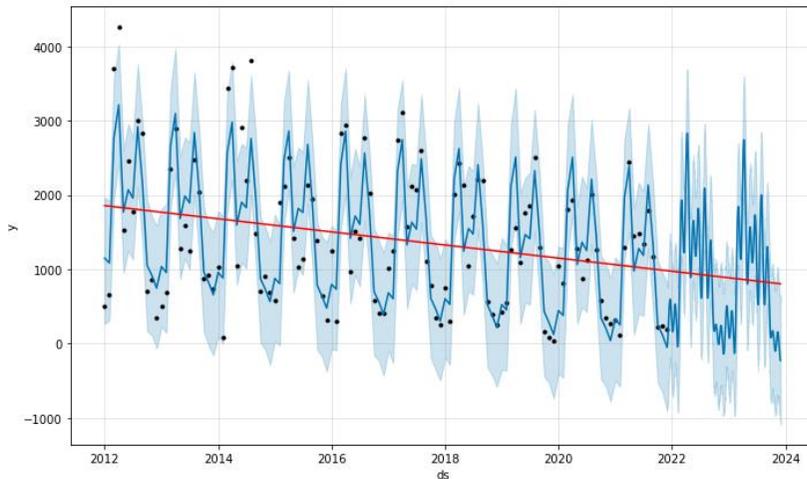
### 3.4. Penerapan *FBprophet*

Penerapan *FBprophet* dilakukan sebagai cara dalam pencapaian proses peramalan dan untuk memperoleh hasil peramalan, *FBprophet* menggunakan model *time series* yang dapat didekomposisi dengan tiga komponen utama yaitu: *trend*, *seasonal*, dan *holiday*. Pada persamaan *FBprophet* data yang digunakan merupakan data produksi padi, adapun hasil peramalan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 : Peramalan Menggunakan Metode Algoritma *Fbprophet*

ds	Aktual	Peramalan	Trend	Musiman	Eror
1/1/2012	509.79	1151.22	1857.52	-706.31	-641.43
1/2/2012	660.74	1085.70	1850.03	-764.33	-424.96
1/3/2012	3696.7	2770.37	1843.02	927.33	926.33
1/4/2012	4267.52	3215.14	1835.53	1379.6	1052.38
1/5/2012	1524.1	1771.18	1828.28	-57.1	-247.08
...	...	...	...		...
1/9/2021	1169.59	-206.11	1004.082	337.97	1375.7
1/10/2021	216.2	-220.13	996.8307	-739.05	436.33
1/11/2021	234.04	-227.62	989.3377	-872.48	461.66
1/12/2021	187.72	-228.08	982.0863	-1031.09	415.8

Berdasarkan hasil peramalan menggunakan Algoritma *Fbprophet* yang didapatkan hasil nilai *trend* dan *yearly* yang dapat dilihat pada tabel diatas terlihat bahwa hasil peramalan data produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah dalam rentang tahun 2012 sampai 2021, dapat dilihat pada bulan April tahun 2022 mempunyai nilai produksi padi tertinggi sebanyak 2833.695 ton dan diikuti pada bulan April 2021 sebesar 2744.43 ton. Visualisasi produksi padi tahun 2012 sampai 2021 dan peramalan hasil produksi pada tahun 2022 sampai 2023 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 : Visualisasi Hasil Peramalan Data Produksi Padi di Provinsi Sulawesi Tengah dari Tahun 2012 Sampai 2023

Berdasarkan Gambar 2 dapat terlihat bahwa hasil peramalan menggunakan metode *Fbprophet* memiliki pola data yang hampir sama dengan data aktual tiap bulannya, dimana hasil peramalan ditunjukkan oleh garis biru dan titik-titik adalah data aktualnya. Gambar diatas menunjukkan bahwa data memiliki pola musiman yang kuat.

Garis trend yang terlihat pada Gambar diatas yaitu garis yang berwarna merah, menunjukkan kecenderungan menurun yang artinya produksi padi Provinsi Sulawesi Tengah terus menurun tiap tahunnya mulai dari tahun 2012 sampai 2023 dimasa yang datang diprediksi akan menurun. Jika tiap tahunnya terus terjadi penurunan hasil produksi padi maka kemungkinan besar suatu saat bisa jadi produksi padi akan sampai dititik nol (0) atau tidak lagi diproduksi, hal ini bisa saja disebabkan oleh cara penanaman padi, terbatasnya pupuk serta pandemi COVID-19 yang melanda pada beberapa tahun terakhir. Untuk menangani masalah produksi padi ini, pihak pemerintah sebaiknya menjaga titik tertinggi untuk kestabilan produksi untuk menghindari masalah-masalah kekurangan padi untuk pada masa yang akan datang.

### 3.5. Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan untuk mengukur kelayakkan model dan ketetapan ramalan pada suatu data, Salah satu cara untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu model adalah dengan menentukan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Nilai evaluasi model yang kecil menunjukkan tingkat akurasi yang baik dari suatu model *forecasting*. Untuk melakukan evaluasi model dimana nilai aktual produksi padi dikurangi dengan nilai peramalan *FBprophet* kemudian dibagi dengan jumlah data. Nilai MAPE untuk model *FBprophet* disajikan sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{1}{120} \left| \frac{509.79 - 1151.21}{509.79} \right| + \left| \frac{660.74 - 1085.69}{660.74} \right| + \dots + \left| \frac{187.72 - (-49.01)}{187.72} \right| \cdot 100\%$$

$$MAPE = 0.36\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada data produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah sebesar 0.36% yang terdapat pada rentang dibawah 10% yang dikatakan sangat baik dengan melihat kriteria nilai MAPE pada Tabel 2.2 yang berarti nilai prediksi dari model *FBprophet* sangat baik. Nilai tersebut mengidentifikasi bahwa estimasi model *FBprophet* yang didapatkan memberikan hasil prediksi sangat baik dalam memprediksi produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah.

### 3.6. Perbandingan Hasil Peramalan dan Nilai Aktual

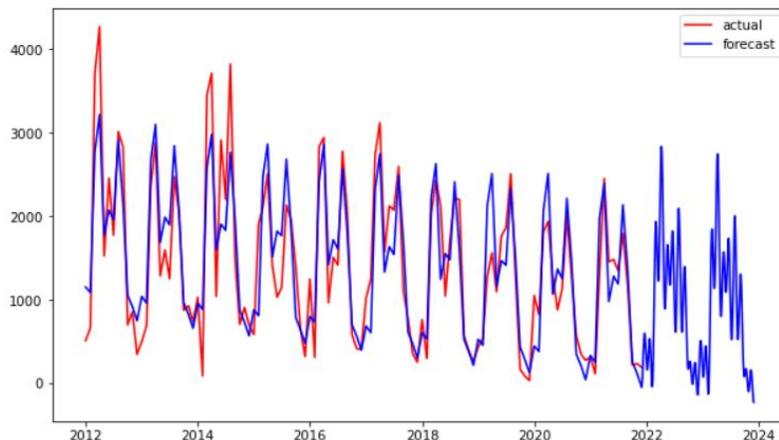
Berikut ini merupakan visualisasi perbandingan hasil peramalan menggunakan metode *FBprophet* dengan menggunakan data produksi padi Provinsi Sulawesi Tengah. Berikut adalah Tabel perbandingan data aktual dan data peramalan.

Tabel 5 : Perbandingan Data Aktual dan Peramalan

ds	Peramalan	Aktual
1-Jan-2012	1151.22	509.79
1-Feb-2012	1085.70	660.74
1-Mar-2012	2770.37	3696.70
1-Apr-2012	3215.14	4267.52
1-May-2012	1771.18	1524.10
1-Jun-2012	2071.18	2455.49
1-Jul-2012	1958.72	1771.08
1-Aug-2012	2919.40	3011.34
1-Sep-2012	2149.75	2826.36
1-Oct-2012	1053.57	698.74
1-Nov-2012	916.09	853.14
1-Dec-2012	747.46	345.42

...	...	...
1-Jan-2021	331.92	312.13
1-Feb-2021	251.30	112.85
1-Mar-2021	1965.63	1300.14
1-Apr-2021	2391.57	2450.69
1-May-2021	976.83	1451.81
1-Jun-2021	1280.72	1481.75
1-Jul-2021	1187.92	1345.60
1-Aug-2021	2135.22	1793.66
1-Sep-2021	1342.06	1169.60
1-Oct-2021	257.78	216.20
1-Nov-2021	116.85	234.04
1-Dec-2021	49.01	187.72

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa hasil peramalan bulan April tahun 2012 sebesar 3215.14 ton merupakan hasil produksi padi tertinggi Provinsi Sulawesi Tengah. Hal tersebut hampir sama dengan data aktual atau realisasi hasil padi tertinggi pada bulan April tahun 2012 sebesar 4267.52 ton. Hasil peramalan produksi padi bulan Desember tahun 2020 sebesar 41.21 ton merupakan hasil peramalan terendah pada data produksi padi, sedangkan produksi terendah untuk data aktual terletak pada bulan Desember tahun 2019 sebesar 30.62 ton. Berdasarkan Tabel 4.6 terlihat bahwa total hasil data peramalan dan data aktual produksi padi Provinsi Sulawesi Tengah memiliki hasil tidak begitu berbeda. Hasil perbandingan data peramalan dan data aktual dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 : Plot Hasil Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi

Berdasarkan Gambar 3 diketahui perbedaan sebaran data produksi padi antara grafik aktual dan prediksinya, sebaran data aktual produksi padi berada dalam rentang 100 sampai 4200 ton, sedangkan sebaran data produksi padi untuk prediksinya berada diantara nilai 200 sampai 3600 ton. Interval nilai yang tidak terlalu signifikan antara data aktual dan prediksinya.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya maka di peroleh kesimpulan, berdasarkan peramalan menggunakan metode *FBprophet* maka diperoleh Hasil prediksi dari produksi padi dari tahun 2012 sampai 2023. Dalam rentang tahun 2012 sampai 2022 pola data membentuk pola *seasonal* atau musiman. Kemudian pada tahun 2022 dan 2023 yang akan datang pola datanya menyebar luas namun masih berada pada pola *seasonal* (musiman) dan pada 2 tahun tersebut di prediksi akan mengalami penurunan dengan nilai MAPE sebesar 0.36% yang terdapat pada rentang dibawah 10% yang dikatakan sangat baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Badan Pusat Statistik, *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia*, Jakarta, 2020, BPS
- [2]. Badan Pusat Statistik, *Tabel Pangan dan Holtikultura Provinsi Sulawesi Tengah*, Sulawesi Tengah, 2015, BPS.
- [3]. Badan Pusat Statistik, *Tanaman Pangan dan Holtikultura Provinsi Sulawesi Tengah*, Sulawesi Tengah, 2020, BPS.
- [4]. Chung J., G. Caglar and Cho. K. H, *Empirical evaluation of gated recurrent neural networks on sequence modeling*, Workshop on Deep Learning, 2014, Hal 1–9.
- [5]. Gaspersz. V, *Manajemen Produksi Total, Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global*, Jakarta, 1998, Gramedia Pustaka Utama.
- [6]. Makridakis. S, *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua*, Jakarta, 1992, Terjemahan Untung Sus Andriyanto, Erlangga.
- [7]. Makridakis. S, *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1*, Jakarta, 1999, Erlangga.
- [8]. Riani. N, *Perbandingan Metode Dekomposisi Klasik Dan Metode ARIMA Untuk Pendugaan Parameter Data Runtun Waktu*. Program Studi Matematika, 2016, Universitas Sanata Dharma.
- [9]. S. J. Taylor and Letham, *Business Time Series Forecasting at Scale*, PeerJPreprints, 2017, Hal 35(8), 48–90.
- [10]. S. J. Taylor & B. Letham, *Forecasting at Scale*, PeerJ Preprints, 2017.

- [11]. Vishwas, B., and A. Patel. (2020). *Hands-on Time Series Analysis with Python*. Basics to Bleeding Edge Techniques: Berkeley
- [12]. Yan, J., Wang, L., Song, W., Chen, Y., Chen, X., & Deng, Z. (2019). *A time-series classification approach based on change detection for rapid land cover mapping*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Hal 158, 249–262.