

PERAMALAN PRODUKSI PUCUK TEH MENGGUNAKAN METODE BOX-JENKINS PADA PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII CIATER

PRODUCTION FORECASTING OF TEA BUD USING BOX-JENKINS AT PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII CIATER

Rahma Ulimanda Yulinasari¹, Dida Diah Damayanti², Widia Juliani³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹ulimandaa@gmail.com, ²didadiahdamayanti@telkomuniversity.ac.id, ³widajuliani@yahoo.com

Abstrak

PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater merupakan perusahaan BUMN yang bergerak pada sektor perkebunan dengan kegiatan usaha meliputi pembudidayaan tanaman, pengolahan, dan penjualan komoditi perkebunan seperti teh. Dalam dua tahun terakhir, terjadi *gap* yang signifikan antara target dan real produksi pucuk teh sebesar 50 persen pada PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater. Ketidaksesuaian antara target dan real produksi pucuk teh mengakibatkan tidak terpenuhinya permintaan teh hitam, sehingga mengakibatkan produksi di dalam pabrik tidak dapat mencapai target. Hal tersebut menyebabkan terjadinya kerugian pada perusahaan karena tidak tercapainya target produksi pucuk teh. Pada penelitian ini dilakukan peramalan untuk mengetahui jumlah produksi pucuk teh pada masa yang akan datang. Sehingga produksi teh hitam dapat memenuhi permintaan. Peramalan dilakukan dengan menggunakan metode Box-Jenkins atau ARIMA dengan perhitungan tingkat kesalahan peramalan menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*), MSE (*Mean Square Error*), dan MAPE (*Mean Absolute Percent Error*) untuk menentukan model peramalan. Berdasarkan hasil pengolahan data, model peramalan yang memiliki tingkat error terendah adalah ARIMA (2,1,4) sebesar 21 persen dibandingkan dengan peramalan sebelumnya yang berkurang sebesar 29 persen.

Kata kunci : Produksi Pucuk Teh, Peramalan, Tingkat Kesalahan Peramalan, dan Box-Jenkins.

Abstract

PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater is a company of BUMN engaged in plantation sector with business activities include cultivation of crops, processing, and sales of plantation commodities such as tea. In the last two years, there has been a significant gap between the target and the real production of tea bud around 50 percent at PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater. Difference between target and real production of tea bud resulted in the non-fulfillment of demand for black tea, resulting in production within the plant unable to reach the target. This causes a loss to the company, because it does not achieve the production target of tea bud. This research is done by forecasting to know the amount of tea bud production in the future. So the production of black tea can fulfill the demand. Forecasting is done by using Box-Jenkins or ARIMA method with calculation of error level using RMSE (Root Mean Square Error), MSE (Mean Square Error), and MAPE (Mean Absolute Percent Error) to determine forecasting model. Based on the results of data processing, forecasting with the lowest error rate is ARIMA(2,1,4) of 21 percent compared with previous forecast which reduced by 29 percent.

Keywords : Production of Tea Bud, Forecasting, Error Rate, and Box-Jenkins.

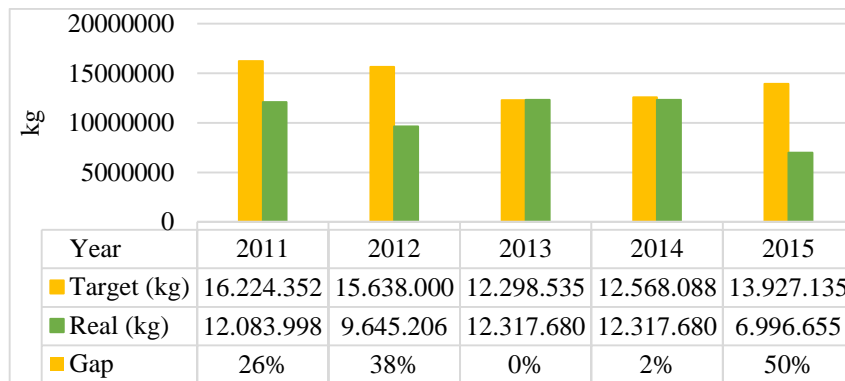
Pendahuluan

Teh merupakan salah satu komoditas utama sektor perkebunan. Namun sektor perkebunan teh saat ini mengalami penurunan yang disebabkan oleh menurunnya kualitas teh secara terus menerus dampak dari mutu produk yang belum sesuai dengan selera pasar.

Kehilangan hasil dan penurunan kualitas produk juga dapat disebabkan oleh faktor dampak perubahan iklim seperti banjir, kekeringan dan kebakaran lahan. Luas areal perkebunan dan lahan masyarakat yang mengalami

kebakaran pada tahun 2012 seluas 7.376,25 ha. Sedangkan luas areal perkebunan yang rusak akibat bencana banjir seluas 21 ha, pating beliung seluas 523,9 ha dan curah hujan tinggi 4.221 ha. Dampak perubahan iklim yang ditandai dengan terjadinya fenomena iklim ekstrim (kekeringan dan curah hujan tinggi) menyebabkan perubahan pada proses fisiologis tanaman (Dirjen Perkebunan, 2014).

Target produksi basah, pencapaian pemetikan pucuk teh yang dimiliki PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater mengalami fluktuasi musiman disetiap tahunnya. Produktivitas pemetikan pucuk teh pada tahun 2011 memiliki gap sebesar 26%, lalu pada tahun 2012 gap produktivitas meningkat menjadi 38% yang menjelaskan pencapaian target tidak dapat dipenuhi. Pada tahun 2013 produktivitas dapat mencapai target, lalu pada tahun 2014 mengalami penurunan kembali sebesar 2% dan 2015 produktivitas memiliki gap sebesar 50% dengan penurunan target produksi pemetikan pucuk teh. Penurunan produksi paling tinggi terjadi pada tahun 2015 dengan gap sebesar 50%. Melalui Gambar 1. 1 dapat dilihat bahwa target produksi tidak tercapai. Berdasarkan penelitian dan wawancara yang telah dilakukan diketahui bahwa faktor-faktor yang menyebabkan produktivitas tidak dapat mencapai target adalah pengaruh pemupukan dan iklim.

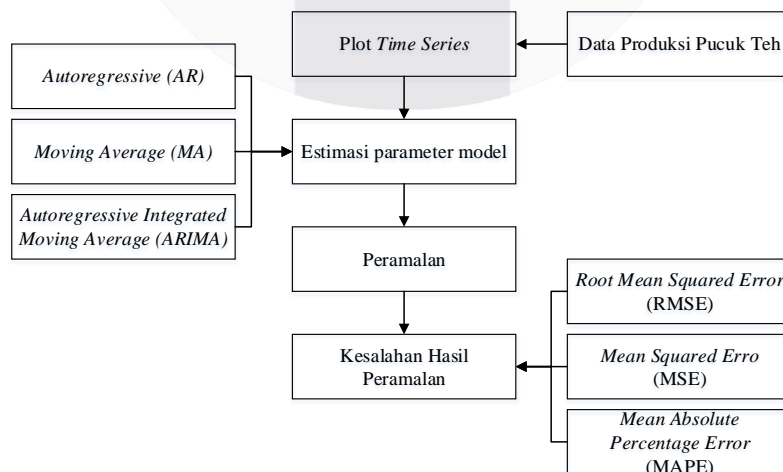


Gambar 1. 1 Data Produksi Pucuk Teh (PTPN VIII Ciater, 2016)

Pertumbuhan dan produksi teh dipengaruhi oleh tiga faktor utama, antara lain : (1) tanaman (populasi, umur tanaman, jenis tanaman, umur pangkas dan potensi genetik); (2) lingkungan tempat tumbuh (iklim, yang terdiri atas curah hujan dan hari hujan, suhu udara, kelembaban udara, serta panjang penyinaran matahari); (3) tanah, yang meliputi jenis, topografi, elevasi, fisik, kimia dan biologi tanah[1].

Gambar 1. 1 menunjukkan grafik target produksi dan hasil produksi pucuk teh di PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater. Terlihat dari data tersebut bahwa target produksi tidak tercapai dan produktivitas teh belum optimal untuk mencapai target, sehingga perlu dilakukan peramalan produksi pucuk teh agar PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater dapat memenuhi permintaan bubuk teh. Pengaplikasian model Box-Jenkins atau ARIMA untuk meramalkan produksi teh dengan mengalisis kesalahan peramalan yang memiliki nilai terkecil[2]. Tujuan peramalan adalah untuk menduga nilai deret waktu pada masa yang akan datang dengan kesalahan yang sekecil mungkin[3].

2. Perancangan Model Konseptual



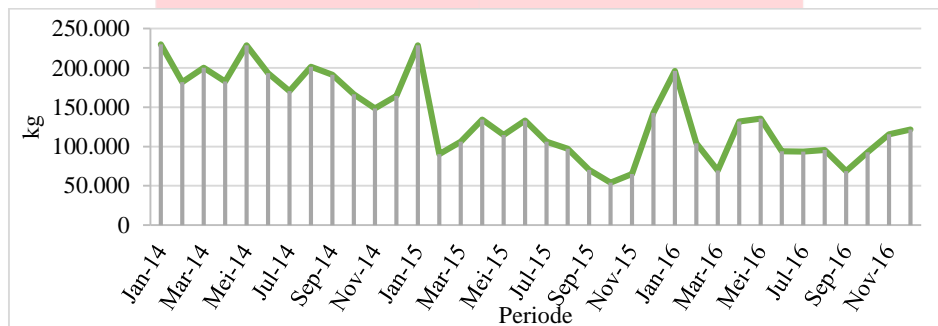
Gambar 1. 2 Model Konseptual

Berdasarkan model konseptual Gambar 1. 2 dapat dijelaskan bahwa pada tahap awal, input dari penelitian ini merupakan data produksi pucuk teh masa lalu. Data produksi pucuk teh akan dianalisis berdasarkan plot *time series* agar dapat menentukan model peramalan dari metode Box Jenkins atau ARIMA. Data *time series* yang dianalisis merupakan data stasioner akan diolah menggunakan model peramalan *autoregressive* (AR) atau *moving average* (MA), jika data *time series* merupakan data nonstasioner akan diolah menggunakan model peramalan *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) dengan tujuan untuk mengetahui dan menganalisis hasil kesalahan peramalan yang terkecil agar hasil produksi secara real mendekati nilai target produksi. Perhitungan kesalahan peramalan menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*), MSE (*Mean Square Error*), dan MAPE (*Mean Absolute Percent Error*).

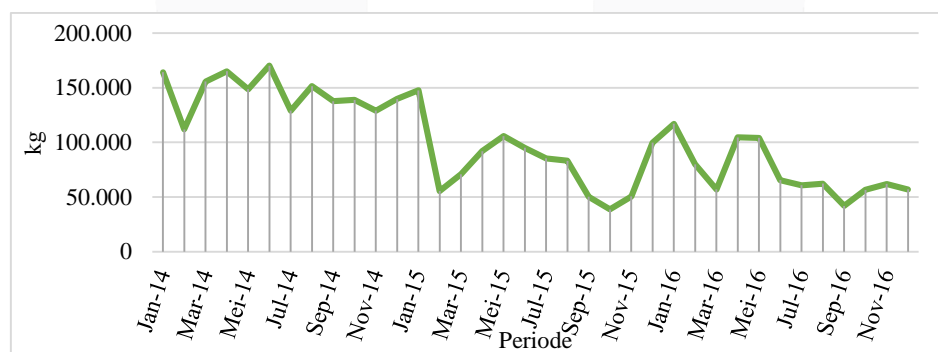
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Plot Data

Setelah dilakukan plotting data, pola yang terbentuk adalah unsur siklis karena dipengaruhi oleh pergerakan data produksi pucuk teh Afdeling 1 hingga 6 bergerak naik turun fluktuatif dan pola berulang setiap tahunnya. Data masa lalu dari curah hujan dan produksi yang digunakan sebagai pedoman untuk menentukan atau meramalkan jumlah produksi pada 12 periode kedepan. Pergerakan plot data periode Januari 2014 sampai Desember 2016 menunjukkan adanya unsur siklis untuk curah hujan dan produksi pucuk teh. Dapat dilihat dari Gambar 3. 1 hingga Gambar 3. 6 menunjukkan produksi pucuk teh Afdeling 1 hingga 6.



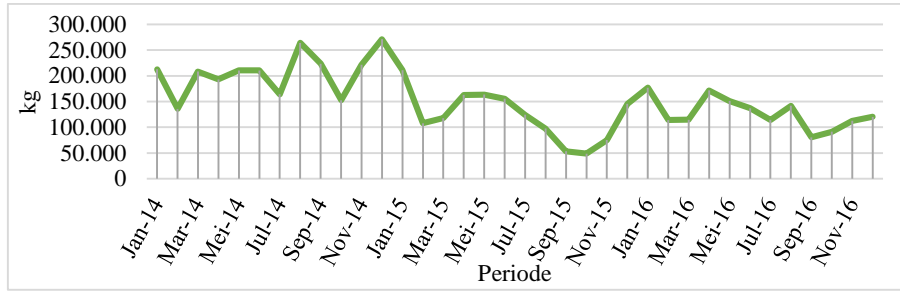
Gambar 3. 1 Plot *Time Series* Pucuk Teh Afdeling 1 Periode Januari 2014-Desember 2016 (PTPN VIII Ciater)



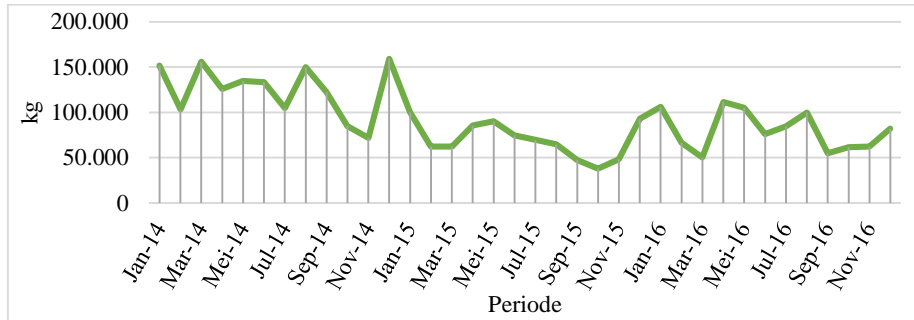
Gambar 3. 2 Plot *Time Series* Pucuk Teh Afdeling 2 Periode Januari 2014-Desember 2016 (PTPN VIII Ciater)



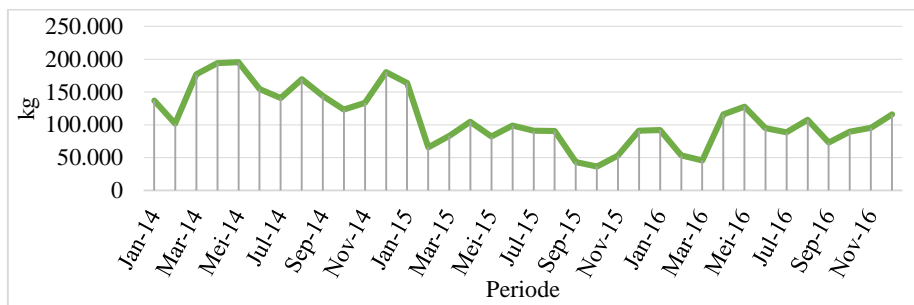
Gambar 3. 3 Plot *Time Series* Pucuk Teh Afdeling 3 Periode Januari 2014-Desember 2016 (PTPN VIII Ciater)



Gambar 3. 4 Plot *Time Series* Pucuk Teh Afdeling 4 Periode Januari 2014-Desember 2016 (PTPN VIII Ciater)



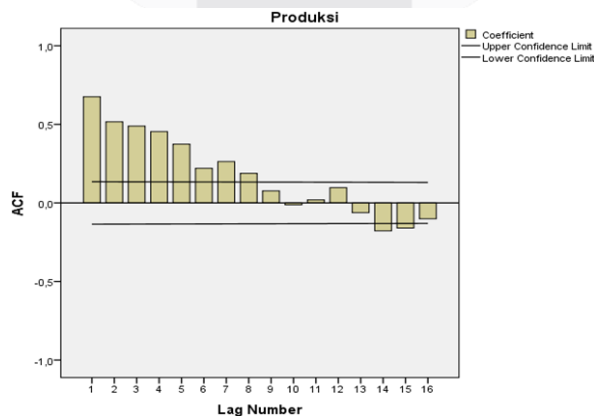
Gambar 3. 5 Plot *Time Series* Pucuk Teh Afdeling 5 Periode Januari 2014-Desember 2016 (PTPN VIII Ciater)



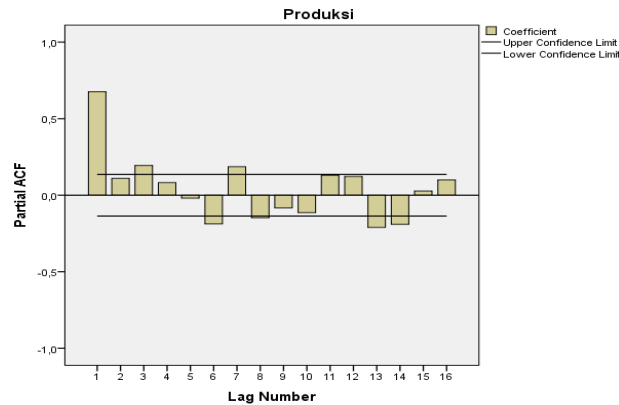
Gambar 3. 6 Plot *Time Series* Pucuk Teh Afdeling 6 Periode Januari 2014-Desember 2016 (PTPN VIII Ciater)

Selain melihat grafik pergerakan plot data produksi pucuk teh, dapat juga dilakukan dengan mengamati plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) dari deret data produksi pucuk teh periode Januari 2014 – Desember 2016. Plot autokorelasi menunjukkan keeratan hubungan nilai variable yang sama, namun variabel pada waktu yang berbeda.

Pada Gambar 3. 7 dan Gambar 3. 8 menunjukkan plot ACF dan PACF data produksi pucuk teh periode Januari 2014 hingga Desember 2016. Menunjukkan beberapa data masih diluar baris *Upper Confidence Limit* dan *Lower Confidence Limit*, maka data dikatakan nonstasioner dan menggunakan parameter model ARIMA.



Gambar 3. 7 Plot ACF untuk Data Produksi Pucuk Teh Periode Januari 2014-Desember 2016



Gambar 3. 8 Plot PACF untuk Data Produksi Pucuk Teh Periode Januari 2014-Desember 2016

3.2 Perbandingan Kesalahan Hasil Peramalan

Perbandingan kesalahan hasil peramalan ini dilakukan apabila telah melakukan perhitungan peramalan dengan model peramalan ARIMA yang terpilih. Setelah melakukan perhitungan peramalan dengan sebanyak 24 model parameter, maka dilakukan perbandingan kesalahan hasil peramalan untuk menentukan model parameter yang tepat. Tabel perbandingan kesalahan eror dari beberapa model peramalan ARIMA yang

Tabel 3. 1 Perbandingan Tingkat Kesalahan Peramalan untuk Setiap Model Peramalan ARIMA

MODEL	NILAI		
	RMSE	MSE	MAPE
ARIMA(1,1,0)	0	2472347151	26,29
ARIMA(0,1,1)	0	2276381850	23,19
ARIMA(1,1,1)	0	2219699815	22,94
ARIMA(1,1,2)	0	2187156341	22,23
ARIMA(1,1,3)	0	2214070655	22,37
ARIMA(1,1,4)	0	2214070655	22,37
ARIMA(2,1,0)	0	2375780090	24,01
ARIMA(0,1,2)	0	2168271885	22,22
ARIMA(2,1,1)	0	2184809854	21,87
ARIMA(2,1,2)	0	2186844613	21,89
ARIMA(2,1,3)	0	2187688822	21,95
ARIMA(2,1,4)	0	2035428104	20,71
ARIMA(3,1,0)	0	2292762595	22,90
ARIMA(0,1,3)	0	2191978344	22,43
ARIMA(3,1,1)	0	2183289503	21,96
ARIMA(3,1,2)	0	2183823754	21,80
ARIMA(3,1,3)	0	2149435103	21,31
ARIMA(3,1,4)	0	2159592798	21,36
ARIMA(4,1,0)	0	2274819319	22,62
ARIMA(0,1,4)	0	2224306098	22,12
ARIMA(4,1,1)	0	2180003926	21,96
ARIMA(4,1,2)	0	2179010666	21,91
ARIMA(4,1,3)	0	2179210829	21,60
ARIMA(4,1,4)	0	2139044226	21,30

3.3 Analisis Pemilihan Model Peramalan Terbaik

Berdasarkan hasil penerapan metode peramalan kuantitatif, peramalan yang terbaik menunjukkan bahwa model ARIMA(2,1,4) merupakan metode terbaik untuk peramalan produksi pucuk teh masa depan. Hal ini dikarenakan nilai kesalahan hasil peramalan merupakan pendekatan yang mengatur kesalahan peramalan yang besar karena

kesalahan itu dikuadratkan sehingga semakin kecil nilai kesalahan suatu peramalan maka semakin mendekati nilai aktualnya. Bentuk model ARIMA (2,1,4) sebagai berikut,

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \theta_3 B^3 - \theta_4 B^4)e_t \tag{III.1}$$

3.4 Verifikasi

Proses verifikasi ini dilakukan untuk melihat apakah model peramalan yang diperoleh representative terhadap data atau tidak. Proses verifikasi ini dilakukan dengan menggunakan analisis data hasil peramalan produksi pucuk teh masih didalam batas UCL dan LCL maka model peramalan ARIMA(2,1,4). Tabel 3. 2 dan Tabel 3. 3 merupakan hasil verifikasi untuk hasil peramalan Afdeling 1 hingga 6.

Tabel 3. 2 Hasil Perhitungan Peramalan Produksi Pucuk Teh 12 Periode Kedepan Afdeling 1 hingga 3

Periode	Afdeling 1 (kg)			Afdeling 2 (kg)			Afdeling 3 (kg)		
	Forecast	LCL	UCL	Forecast	LCL	UCL	Forecast	LCL	UCL
37	97.916	172.590	108.234	199.772	16.695	23.241	50.578	100.657	499
38	76.895	159.920	77.194	176.237	-21.849	-6.129	33.177	89.004	-22.650
39	68.400	151.407	78.346	179.075	-22.382	-14.607	27.780	83.607	-28.047
40	65.864	149.629	96.456	197.244	-4.332	-17.900	39.278	95.126	-16.570
41	67.812	154.389	85.863	187.185	-15.459	-18.764	38.949	94.835	-16.937
42	69.293	158.873	63.562	167.416	-40.292	-20.287	21.355	77.229	-34.519
43	66.353	157.184	69.052	174.048	-35.945	-24.478	15.015	70.890	-40.859
44	59.138	150.115	81.571	186.657	-23.516	-31.839	26.291	82.178	-29.597
45	51.267	142.265	67.751	173.654	-38.151	-39.731	26.896	82.803	-29.011
46	46.443	137.799	50.988	159.085	-57.108	-44.912	9.555	65.443	-46.332
47	45.422	138.173	58.695	167.580	-50.189	-47.329	2.290	58.179	-53.599
48	45.760	140.634	65.858	174.922	-43.207	-49.114	13.282	69.181	-42.617

Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan Peramalan Produksi Pucuk Teh 12 Periode Kedepan Afdeling 4 hingga 6

Periode	Afdeling 4 (kg)			Afdeling 5 (kg)			Afdeling 6 (kg)		
	Forecast	LCL	UCL	Forecast	LCL	UCL	Forecast	LCL	UCL
37	104.536	185.380	23.693	58.308	108.829	7.786	102.961	159.507	46.416
38	66.949	163.215	-29.317	53.902	109.724	-1.921	72.750	146.187	-687
39	74.245	170.512	-22.023	45.371	101.598	-10.857	78.739	156.260	1.218
40	100.933	197.153	4.714	57.900	115.007	794	102.037	181.755	22.319
41	87.307	183.543	-8.929	47.223	119.227	-24.780	92.857	175.788	9.926
42	53.861	150.153	-42.430	46.933	121.714	-27.849	66.075	153.897	-21.748
43	60.480	156.773	-35.813	45.458	125.208	-34.292	71.237	162.533	-20.058
44	87.340	183.573	-8.893	42.172	126.892	-42.548	94.286	187.530	1.042
45	74.391	170.605	-21.822	40.407	129.048	-48.234	85.921	181.849	-10.007
46	40.783	137.036	-55.471	38.070	130.915	-54.775	59.397	159.542	-40.748
47	46.722	142.978	-49.534	35.738	132.518	-61.043	63.756	167.032	-39.521
48	73.738	169.933	-22.458	33.546	134.055	-66.964	86.536	191.591	-18.518

3.5 Validasi

Tabel 3. 4 Uji Paired t Interval

Hasil peramalan	t hitung	Intreval
Afdeling 1	-0,334	H ₀ diterima
Afdeling 2	-0,343	H ₀ diterima
Afdeling 3	-0,219	H ₀ diterima
Afdeling 4	-0,070	H ₀ diterima
Afdeling 5	-0,129	H ₀ diterima
Afdeling 6	0,200	H ₀ diterima

Berdasarkan hasil perhitungan validasi dengan menggunakan uji paired t-interval, dapat disimpulkan bahwa t hitung < t tabel ($\alpha/2$) maka H₀ diterima. T tabel dapat dilihat di tabel distribusi t dengan $\alpha = 0,025$ dan df = 35 yaitu 2,0301. Dengan hasil ini dapat disimpulkan bahwa 100% hasil peramalan produksi pucuk teh afdleing 1 hingga 6 mempunyai data yang valid dengan t hitung < t tabel dari keseluruhan hasil peramalan produksi pucuk teh afdleing 1 hingga 6.

3.6 Analisis Perbandingan MAPE Kondisi Awal dan Usulan

Perbandingan dari kondisi awal dengan usulan membuat adanya selisih MAPE sebesar 29%, hal ini dikarenakan pada kondisi awal perusahaan melakukan peramalan hanya berdasarkan data realisasi produksi tahun sebelumnya tanpa melakukan peramalan yang disesuaikan dengan kondisi perusahaan. Dengan menurunnya nilai MAPE usulan dibandingkan dengan kondisi awal, maka usulan ini dapat diterima.

3.7 Analisis Hasil Peramalan

Setelah melakukan verifikasi dari model peramalan yang terpilih, kemudian dilakukan peramalan produksi pucuk teh untuk periode Januari 2017 sampai dengan Desember 2017. Metode ARIMA(2,1,4) menjadi acuan dalam meramalkan curah hujan dan produksi pucuk teh untuk periode Januari 2017 sampai dengan Desember 2017 karena metode tersebut merupakan metode yang memiliki nilai kesalahan eror terkecil. Hasil peramalan untuk 12 bulan mendatang menggunakan metode regresi linear ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 3. 5 Hasil Perhitungan Peramalan Produksi Pucuk Teh 12 periode kedepan Afdeling 1 s/d 6

Periode	Afdeling 1 (kg)	Afdeling 2 (kg)	Afdeling 3 (kg)	Afdeling 4 (kg)	Afdeling 5 (kg)	Afdeling 6 (kg)
Apr-17	65.864	39.278	96.456	96.456	57.900	102.037
Mei-17	67.812	38.949	85.863	85.863	47.223	92.857
Jun-17	69.293	21.355	63.562	63.562	46.933	66.075
Jul-17	66.353	15.015	69.052	69.052	45.458	71.237
Agu-17	59.138	26.291	81.571	81.571	42.172	94.286
Sep-17	51.267	26.896	67.751	67.751	40.407	85.921
Okt-17	46.443	9.555	50.988	50.988	38.070	59.397
Nov-17	45.422	2.290	58.695	58.695	35.738	63.756
Des-17	45.760	13.282	65.858	65.858	33.546	86.536

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, untuk meminimasi terjadinya kesalahan peramalan pada PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater, langkah yang dilakukan adalah dengan cara melakukan peramalan dengan beberapa model peramalan ARIMA pilihan dan menghitung masing-masing kesalahan dari setiap model. Setelah menghitung kesalahan peramalan untuk masing-masing model, langkah selanjutnya adalah memilih kesalahan terkecil untuk masing-masing model. Kemudian, setelah terpilih model terbaik yang memiliki kesalahan terkecil dilakukan verifikasi. Dari hasil verifikasi, diperoleh bahwa semua metode yang terpilih untuk masing-masing model adalah representatif dan berdasarkan hasil validasi diperoleh bahwa tidak terdapat perbedaan antara hasil peramalan produksi dengan produksi aktual sehingga metode yang terpilih dapat menjadi acuan perusahaan dalam melakukan peramalan produksi untuk menentukan perencanaan produksi pucuk teh selama satu tahun kedepan. Model terbaik yang terpilih adalah ARIMA(2,1,4) untuk peramalan produksi pucuk teh yang mempertimbangkan

hasil peramalan faktor yang mempengaruhi produktivitas tanaman teh yaitu curah hujan. Pemilihan model ini memberikan penurunan MAPE sebesar 29%.

Daftar Pustaka :

- [1] PPTPK, G. (2005). Rekomendasi Pemupukan Tanaman Teh Tahun 2005. PPTK Gambung Bandung
- [2] Dhekale, B. S., Sahu, P. K., Vishwajith, K. P., Mishra, P., & Noman, MD. (2014). *Modeling and Forecasting of Tea Production in West Bengal*. Journal of Crop and Weed, 10(2):94-103.
- [3] Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Dirjen Perkebunan, K. (2014). Pedoman Teknis Antisipasi Dampak Perubahan Iklim.
- [5] Heizer dan Render. (2005). Operation Management, Prentice Hall, New Jersey.
- [6] Dirjen Perkebunan, K. (2014). Pedoman Teknis Antisipasi Dampak Perubahan Iklim.

