

# Peramalan Harga Cabai Rawit di Kabupaten Tuban Berdasarkan Curah Hujan Menggunakan Model Fungsi Transfer

Mirza Ghulam Ahmad, dan Mike Prastuti

Departemen Statistika Bisnis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail*: mike\_p@statistika.its.ac.id

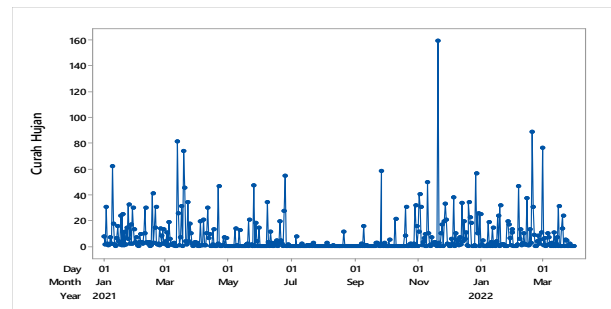
**Abstrak**—Cabai rawit adalah suatu komoditi sayur yang dibutuhkan oleh hampir semua orang dari berbagai lapisan masyarakat. Harga cabai rawit yang terus meningkat membuat kekhawatiran dalam masyarakat, karena cabai rawit merupakan bahan pokok yang dibutuhkan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Menurut data dari Sistem Informasi Ketersediaan dan Perkembangan Harga Bahan Pokok (Siskaperbapo) Disperindag Jawa Timur, harga cabai rawit di Kabupaten Tuban mengalami kenaikan. Harga cabai rawit yang tidak stabil di Kabupaten Tuban mendapat keluhan dari pedagang cabai rawit dan masyarakat Kabupaten Tuban. Menurut berita harian dari Kompas.com, faktor yang menyebabkan harga cabai rawit tidak stabil yaitu curah hujan. Curah hujan yang tinggi menyebabkan kegagalan panen sehingga harga cabai rawit menjadi tinggi. Dalam mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu analisis untuk memodelkan dan meramalkan harga cabai rawit yang dipengaruhi oleh curah hujan sehingga fluktuasi harga cabai rawit dapat diantisipasi. Metode peramalan yang dapat digunakan untuk memodelkan harga cabai rawit berdasarkan curah hujan adalah model fungsi transfer. Model fungsi transfer adalah suatu model yang menggambarkan nilai prediksi masa depan dari suatu data *time series* yang didasarkan pada nilai – nilai masa lalu data tersebut dengan satu atau lebih variabel yang berhubungan dengan *output series* tersebut. Hasil analisis model fungsi transfer yang terbaik untuk meramalkan harga cabai rawit yaitu model fungsi transfer dengan orde  $b,r,s$  (33,1,28) dengan deret *noise* ARIMA (0,0,[1,3,6,7]) dengan nilai RMSE sebesar 0,017. Hasil ramalan harga cabai rawit menunjukkan harga terendah pada tanggal 3 April 2022 dimana harga cabai rawit di bulan April 2022 stabil pada harga Rp 43.000/kg – Rp 44.000/kg.

**Kata Kunci**—Cabai Rawit, Curah Hujan, Fungsi Transfer, Peramalan.

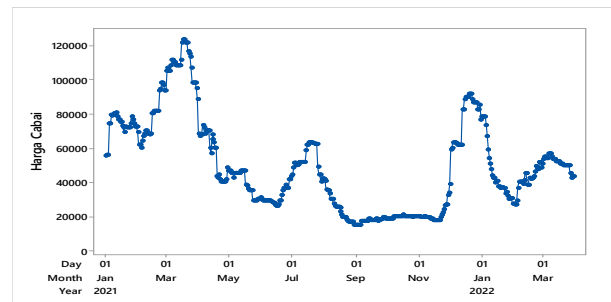
## I. PENDAHULUAN

CABAI merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia salah satunya yaitu Kabupaten Tuban. Kabupaten Tuban merupakan salah satu daerah penghasil cabai terbesar di Jawa Timur. Di Kabupaten Tuban terdapat dua macam jenis cabai yaitu jenis cabai kecil dan cabai besar. Cabai besar disebut cabai merah, sedangkan cabai kecil dinamakan cabai rawit. Cabai rawit adalah suatu komoditi sayur yang dibutuhkan oleh hampir semua orang dari berbagai lapisan masyarakat di Kabupaten Tuban. Harga cabai yang kurang menentu dan bahkan cenderung terus mengalami kenaikan pada beberapa waktu tertentu menjadi kekhawatiran masyarakat.

Menurut data dari Sistem Informasi Ketersediaan dan Perkembangan Harga Bahan Pokok (Siskaperbapo) Disperindag Jawa Timur, pada bulan Desember 2021 harga cabai rawit di Kabupaten Tuban mengalami kenaikan. Harga



Gambar 1. Time series plot data curah hujan kabupaten tuban.



Gambar 2. Time series plot data harga cabai rawit kabupaten tuban.

cabai rawit di Kabupaten Tuban mencapai Rp 91.600 per kg. Harga cabai rawit yang tidak stabil di Kabupaten Tuban mendapat keluhan dari pedagang cabai rawit dan masyarakat Kabupaten Tuban. Menurut berita harian Kompas.com, faktor yang menyebabkan harga cabai rawit tidak stabil yaitu curah hujan. Curah hujan yang tinggi menyebabkan gagal panen sehingga harga cabai rawit menjadi tinggi.

Harga cabai rawit yang terus meningkat membuat kekhawatiran dalam masyarakat terutama di Kabupaten Tuban. Dalam mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu analisis untuk memodelkan dan meramalkan harga cabai rawit yang dipengaruhi oleh curah hujan sehingga fluktuasi harga cabai rawit dapat diantisipasi. Metode peramalan yang dapat digunakan untuk memodelkan harga cabai rawit berdasarkan curah hujan adalah model fungsi transfer. Model fungsi transfer adalah suatu model yang menggambarkan nilai prediksi masa depan dari suatu data *time series* didasarkan pada nilai – nilai masa lalu data tersebut dengan satu atau lebih variabel yang berhubungan dengan *output series* tersebut [1].

Hasil pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode fungsi transfer diperoleh kesimpulan bahwa metode fungsi transfer memberikan hasil yang cukup baik dalam melakukan peramalan [2–4]. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu menggunakan variabel yang tidak digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu variabel

curah hujan sebagai variabel *input* dan variabel harga cabai rawit sebagai variabel *output*.

Tabel 4.  
Transformasi *box-cox*

No	Nilai Estimasi $\hat{\lambda}$	Transformasi
1.	-1,0	$\frac{1}{Z_t}$
2.	-0,5	$\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$
3.	0,0	$\ln(Z_t)$
4.	0,5	$\sqrt{Z_t}$
5.	1	$Z_t$ (tanpa ditransformasi)

Tabel 5.  
Struktur data penelitian

No	Tanggal	$Y_t$	$X_t$
1	1/01/2021	$Y_1$	$X_1$
2	2/01/2021	$Y_2$	$X_2$
3	3/01/2021	$Y_3$	$X_3$
4	4/01/2021	$Y_4$	$X_4$
...	...	...	...
364	30/03/2022	$Y_{364}$	$X_{364}$
365	31/03/2022	$Y_{365}$	$X_{365}$

Tabel 6.  
Variabel penelitian

No	Model	Estimasi Parameter	Nilai		
			Koefisien Parameter	$t_{hitung}$	$t_{0.05,df}$
1	ARIMA (5,1,0)	$\hat{\phi}_1$	-0.83649	-16.14	1.96
		$\hat{\phi}_2$	-0.72716	-11.15	
		$\hat{\phi}_3$	-0.52925	-7.45	
		$\hat{\phi}_4$	-0.34640	-5.32	
		$\hat{\phi}_5$	-0.20883	-3.94	
2	ARIMA (0,1,1)	$\hat{\theta}_1$	0.92206	45.62	1.96

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Preprocessing Data

*Preprocessing* merupakan tahapan dalam melakukan pemrosesan terhadap data sebelum data tersebut siap digunakan dalam melakukan pemodelan. *Preprocessing* dibutuhkan agar data dapat digunakan dalam pemodelan, dikarenakan data yang didapat memiliki beberapa nilai yang hilang atau kosong sehingga perlu dilakukan *preprocessing* data agar data tersebut layak digunakan dalam melakukan pemodelan. *Preprocessing* data dilakukan dengan cara pengisian data yang kosong dengan nilai dari data pada periode sebelumnya atau sesudahnya (tahun/bulan/hari) pada waktu yang sama dari data yang kosong [5].

B. Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* adalah suatu metode peramalan diperoleh melalui gabungan antara *Autoregressive (AR)* dan *Moving Average (MA)*. Model *Box-Jenkins (ARIMA)* dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu: model *Autoregressive (AR)*, *Moving Average (MA)*, dan model campuran *Autoregressive Moving Average (ARMA)*. Model *AR* pada orde ke- $p$  atau  $AR(p)$  ditunjukkan pada persamaan 1.

$$\phi_p(B)\dot{Z}_t = a_t$$

$$\dot{Z}_t - \phi_1\dot{Z}_{t-1} - \dots - \phi_p\dot{Z}_{t-p} = a_t \tag{1}$$

Tabel 1.  
Hasil diagnosa residual white noise model ARIMA

Model	Lag	$Q$	$\chi^2_{0.05;(k-1)}$	Keterangan	
ARIMA (5,1,0)	6	14.49	11.07	Tidak <i>White noise</i>	
	12	16.22	19.67	<i>White noise</i>	
	18	22.44	27.58	<i>White noise</i>	
	24	27.07	35.17	<i>White noise</i>	
	30	34.91	42.55	<i>White noise</i>	
	36	37.49	49.80	<i>White noise</i>	
	42	44.64	56.94	<i>White noise</i>	
	48	45.78	68.34	<i>White noise</i>	
	ARIMA (0,1,1)	6	2.86	11.07	<i>White noise</i>
		12	4.81	19.67	<i>White noise</i>
18		12.06	27.58	<i>White noise</i>	
24		16.87	35.17	<i>White noise</i>	
30		24.76	42.55	<i>White noise</i>	
36		27.66	49.80	<i>White noise</i>	
42		34.97	56.94	<i>White noise</i>	
48		36.57	68.34	<i>White noise</i>	

Tabel 2.  
Hasil diagnosa residual distribusi normal

Model	D	$D_{(0.05,365)}$
ARIMA (5,1,0)	0.09687	0.07119
ARIMA (0,1,1)	0.10682	0.07119

Tabel 3.  
Estimasi parameter dan signifikansi model fungsi transfer harga cabai rawit

No	Model	Estimasi Parameter	Nilai		
			Koefisien Parameter	$t_{hitung}$	$t_{0.05,df}$
1	$(b=21, r=1, s=28)$	$\hat{\omega}_0$	0.0004714	3.36	1.96
		$\hat{\omega}_{28}$	0.0003652	3.23	
		$\delta_1$	0.9911300	274.54	
2	$(b=22, r=1, s=28)$	$\hat{\omega}_0$	0.0001423	2.73	1.96
		$\hat{\omega}_{28}$	0.0002970	2.62	
		$\delta_1$	0.9907500	216.15	
3	$(b=23, r=1, s=28)$	$\hat{\omega}_0$	0.0003817	2.74	1.96
		$\hat{\omega}_{28}$	0.0003027	2.65	
		$\delta_1$	0.9920000	2.65	
4	$(b=24, r=1, s=28)$	$\hat{\omega}_0$	0.0003714	2.55	1.96
		$\hat{\omega}_{28}$	0.0002687	2.39	
		$\delta_1$	0.9890900	161.12	
5	$(b=33, r=1, s=28)$	$\hat{\omega}_0$	0.0005910	3.72	1.96
		$\hat{\omega}_{28}$	0.0003850	3.20	
		$\delta_1$	0.9855000	134.92	

dimana  $\dot{Z}_t = Z_t - \mu$  dan  $\phi_p(B) = (1 - \phi_1(B)^1 - \dots - \phi_p(B)^p)$ . Sedangkan  $a_t$  merupakan proses *white noise*.

Model *MA* pada orde ke- $q$  atau  $MA(q)$  ditunjukkan pada persamaan 2.

$$\dot{Z}_t = \theta(B)a_t$$

$$\dot{Z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \tag{2}$$

Model *ARMA* merupakan gabungan dari model *AR* dan model *MA* yang ditunjukkan pada persamaan 3.

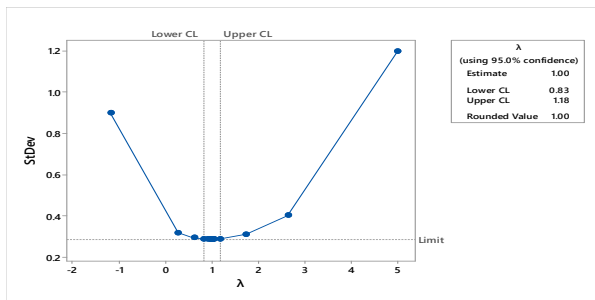
$$\phi(B)\dot{Z}_t = \theta(B)a_t \tag{3}$$

Model *ARMA* merupakan bentuk model yang stasioner sedangkan model *ARIMA* merupakan model *time series* nonstasioner. Model *ARIMA (p,d,q)* gabungan dari model *AR* dan model *MA* yang ditunjukkan pada persamaan 2.4 [1].

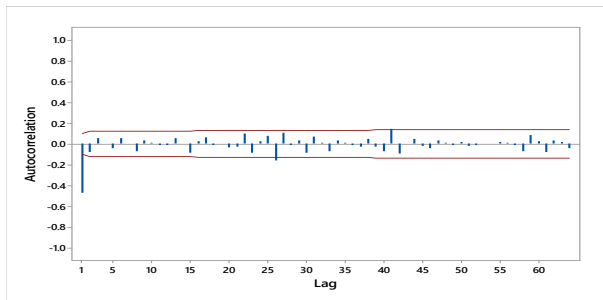
$$\phi(B)(1 - B)^d Z_t = \theta(B)a_t \tag{4}$$

1) *Stasioner*

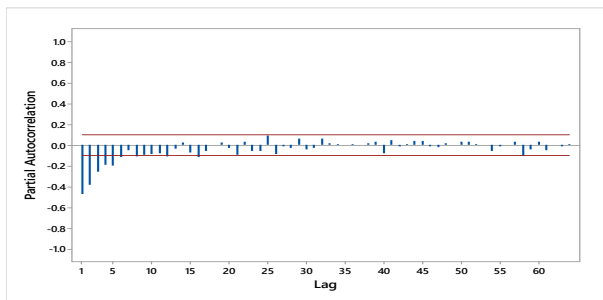
Stasioneritas adalah asumsi yang mendasari bahwa proses



Gambar 3. Box-Cox data curah hujan kabupaten tuban.



Gambar 4. Plot ACF data curah hujan hasil differencing (d=1).



Gambar 5. Plot PACF data curah hujan hasil differencing (d=1).

suatu deret pengamatan tidak berubah seiring dengan adanya perubahan waktu [1]. Ketika data tidak stasioner dalam varians, dilakukan transformasi Box-Cox untuk menstabilkan varians atau membuat varians menjadi homogen. Transformasi Box-Cox ditunjukkan pada persamaan 5.

$$T(Z_t) = \frac{z_t^\lambda - 1}{\lambda} \tag{5}$$

Keterangan :

- T = Transformasi
- Z<sub>t</sub> = Data pengamatan ke-t
- λ = Parameter Transformasi

Nilai estimasi λ ditunjukkan pada Tabel 1. Jika data tidak stasioner dalam *mean*, maka dilakukan *differencing*. Proses *differencing* dapat dilakukan dengan cara mengurangi suatu data dengan data sebelumnya untuk beberapa periode sampai data stasioner. Perhitungan differencing ditunjukkan pada persamaan 6 [1].

$$Y_t = Z_t - Z_{t-1} \tag{6}$$

Keterangan :

- Y<sub>t</sub> = differencing
- Z<sub>t</sub> = pengamatan ke-t
- Z<sub>t-1</sub> = pengamatan sebelumnya

Tabel 7.

Identifikasi model deret noise model fungsi transfer harga cabai rawit

No	Model Fungsi Transfer	Model Deret Noise
1	(b=21, r=1, s=28)	ARIMA ([1,3,7,11],0,0)
		ARIMA (0,0,[1,3,7])
		ARIMA ([1,3,7,11],0,[1,3,7])
2	(b=22, r=1, s=28)	ARIMA ([1,3,7],0,0)
		ARIMA (0,0,[1,3,7])
		ARIMA ([1,3,7],0,[1,3,7])
3	(b=23, r=1, s=28)	ARIMA ([1,3,7,11],0,0)
		ARIMA (0,0,[1,3,7,11])
		ARIMA ([1,3,7,11],0,[1,3,7,11])
4	(b=24, r=1, s=28)	ARIMA ([1,3,7,11],0,0)
		ARIMA (0,0,[1,3,6,7,11])
		ARIMA ([1,3,7,11],0,[1,3,6,7,11])
5	(b=33, r=1, s=28)	ARIMA ([1,3,7],0,0)
		ARIMA (0,0,[1,3,6,7])
		ARIMA ([1,3,7],0,[1,3,6,7])

Tabel 8.

Estimasi parameter dan pengujian signifikansi deret noise model fungsi transfer harga cabai rawit

Model Deret Noise	Estimasi Parameter	Nilai Koefisien Parameter	t <sub>hitung</sub>	t <sub>0.05,df</sub>
(b=33, r=1, s=28) ARIMA (0,0,[1,3,6,7])	$\hat{\theta}_1$	-0.17395	-3.11	1,96
	$\hat{\theta}_3$	-0.23361	-4.09	
	$\hat{\theta}_6$	-0.11464	-1.99	
	$\hat{\theta}_7$	-0.21294	-3.83	
	$\hat{\omega}_0$	0.000466	3.03	
	$\hat{\omega}_{28}$	0.000273	2.01	
	$\hat{\delta}_1$	0.982360	65.91	

Tabel 9.

Hasil diagnosa residual white noise dari deret noise model fungsi transfer

Model	Lag	Q	$\chi^2_{0.05;(K-1)}$	Keterangan
(b=33, r=1, s=28) ARIMA (0,0,[1,3,6,7])	6	2.7	11.07	White noise
	12	8.87	19.67	White noise
	18	10.39	27.58	White noise
	24	14.62	35.17	White noise
	30	19.04	42.55	White noise
	36	24.98	49.80	White noise
	42	30.14	56.94	White noise
	48	31.87	68.34	White noise

2) *Identifikasi Model ARIMA*

Identifikasi model ARIMA dapat dilihat melalui plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) [1]. *Autocorrelation Function* merupakan hubungan linear pada pengamatan ke-t (Z<sub>t</sub>) dengan pengamatan sesudahnya (Z<sub>t+k</sub>) yang terpisahkan oleh waktu lag ke-k. ACF digunakan untuk mengidentifikasi model dan melihat kestasioneran data dalam *mean*. *Autocorrelation Function* ditunjukkan pada persamaan 7.

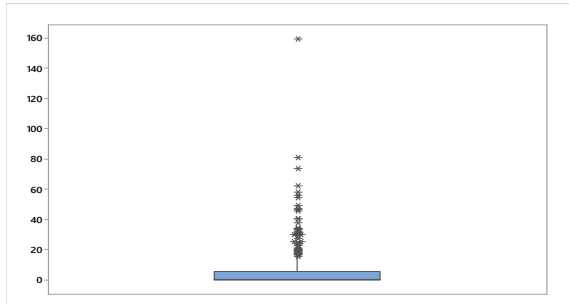
$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})^2} \tag{7}$$

*Partial Autocorrelation Function* digunakan untuk melihat besarnya hubungan pada pengamatan ke-t (Z<sub>t</sub>) dengan pengamatan sesudahnya (Z<sub>t+k</sub>) yang terpisahkan oleh waktu lag ke-k. *Partial Autocorrelation Function* ditunjukkan pada persamaan 8.

$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_j} \tag{8}$$

3) *Estimasi Parameter Model ARIMA*

Metode estimasi parameter yang sering digunakan adalah metode *Conditional Least Square* (CLS). Metode ini dilakukan dengan cara mencari nilai parameter yang



Gambar 6. Box plot data curah hujan.

Lag	Covariance	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	0.00001513	0.01052																					
1	9.714E-6	0.00676																					
2	0.00001119	0.00772																					
3	0.00001406	0.00978																					
4	0.00004560	0.03171																					
5	0.00004915	0.02418																					
6	0.00004103	0.02853																					
7	0.00002579	0.01733																					
8	0.00004976	0.03461																					
9	0.00004097	0.02706																					
10	0.00004476	0.03113																					
11	0.00006186	0.04302																					
12	0.00004509	0.03136																					
13	0.00004530	0.03151																					
14	0.00005005	0.03481																					
15	0.00004399	0.03059																					
16	0.00005321	0.04118																					
17	0.00003631	0.03038																					
18	0.00007105	0.04941																					
19	0.00003503	0.02913																					
20	0.00008926	0.06208																					
21	0.00012072	0.06936																					
22	0.00014533	0.19197																					
23	0.00017030	0.11844																					
24	0.00019929	0.15165																					
25	0.00019023	0.13229																					
26	0.00019047	0.13247																					
27	0.00017744	0.12340																					
28	0.00019306	0.13424																					
29	0.00021086	0.14665																					
30	0.00022177	0.15423																					
31	0.00023011	0.16003																					
32	0.00022571	0.15637																					
33	0.00025795	0.17339																					
34	0.00024073	0.16742																					
35	0.00022873	0.15397																					
36	0.00022582	0.15321																					
37	0.00020934	0.14559																					
38	0.00021465	0.14705																					
39	0.00020683	0.14384																					
40	0.00021398	0.14081																					
41	0.00020593	0.14284																					
42	0.00018480	0.12852																					
43	0.00018170	0.12527																					
44	0.00018095	0.12584																					
45	0.00017760	0.12351																					
46	0.00019631	0.13853																					
47	0.00017538	0.12197																					
48	0.00012893	0.09867																					
49	0.00011303	0.07861																					
50	0.00010549	0.07336																					
51	0.00009349	0.06592																					
52	0.00008856	0.06159																					

Gambar 7. Plot CCF data curah hujan dengan harga cabai rawit.

meminimumkan jumlah kuadrat error [6]. Misalkan diterapkan pada model AR(1) maka *least square estimation* ditunjukkan pada persamaan 9.

$$S(\phi, \mu) = \sum_{i=2}^n a_t^2 = \sum_{i=2}^n [(Z_t - \mu) - \phi(Z_{t-1} - \mu)]^2 \quad (9)$$

4) *Signifikansi Parameter Model ARIMA*

Pengujian signifikansi parameter model ARIMA bertujuan untuk mengetahui apakah parameter model ARIMA signifikan. Pengujian parameter dilakukan pada model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA). Pengujian signifikansi parameter model ARIMA ditunjukkan pada persamaan 10.

$$t = \frac{\hat{\phi}_i}{SE(\hat{\phi}_i)} \quad (10)$$

Nilai  $SE(\hat{\phi}_i)$  diperoleh dari persamaan 11.

$$SE(\hat{\phi}_i) = \frac{z_{1-\alpha/2}}{\sqrt{n}} \quad (11)$$

5) *Cek Diagnosa Residual Model ARIMA*

Cek diagnosa model ARIMA dilihat melalui residual untuk mengetahui kesesuaian model dari parameter-parameter yang signifikan berdasarkan kriteria residual yang *white noise* dan berdistribusi normal. Apabila residual model telah *white noise*, berarti residual tersebut saling independen dan identik.

Pemeriksaan residual yang *white noise* dilakukan dengan Uji *Ljung-Box* yang ditunjukkan pada persamaan 12 [1].

$$Q = n(n + 2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_{a,k}}{(n-k)} \quad (12)$$

Setelah dilakukan pengujian *white noise*, selanjutnya

Tabel 10. Nilai cross correlation

Model Fungsi Transfer	Lag	Q	$\chi_{0.05; (K-1)}^2$	P <sub>value</sub>
(b=33, r=1, s=28) ARIMA (0,0,[1,3,6,7])	5	2.3	9.49	0.2828
	11	8.65	18.31	0.1647
	17	14.49	26.30	0.4115
	23	18.97	33.92	0.5947
	29	28.42	41.34	0.7057
	35	32.55	48.60	0.6218
	41	34.69	55.76	0.6752
47	40.92	62.83	0.7656	

Tabel 11. Hasil ramalan harga cabai rawit

Tanggal	Ramalan	Tanggal	Ramalan	Tanggal	Ramalan
01/04/22	43200	11/04/22	43700	21/04/22	43800
02/04/22	43300	12/04/22	43500	22/04/22	43400
03/04/22	43000	13/04/22	43800	23/04/22	43100
04/04/22	43400	14/04/22	43300	24/04/22	43600
05/04/22	43200	15/04/22	43700	25/04/22	43300
06/04/22	43600	16/04/22	43600	26/04/22	43300
07/04/22	43700	17/04/22	43300	27/04/22	43700
08/04/22	43300	18/04/22	43700	28/04/22	43800
09/04/22	43200	19/04/22	43200	29/04/22	43600
10/04/22	43400	20/04/22	43600	30/04/22	43800

dilakukan diagnosa model ARIMA dengan pengujian residual berdistribusi normal menggunakan Uji *Kolmogorov-Smirnov* yang ditunjukkan pada persamaan 13 [7].

$$D = \sup_{a_t} |S(a_t) - F(a_t)| \quad (13)$$

Keterangan :

- $F(a_t)$  : nilai peluang kumulatif dari distribusi normal
- $S(a_t)$  : peluang kumulatif yang dihitung dari data sampel
- $\sup$  : nilai maksimum dari harga mutlak
- $D$  : jarak vertikal terjauh  $F(a_t)$  dan  $F_0(a_t)$

6) *Kriteria Model Terbaik*

Pemilihan model diperlukan kriteria agar dapat ditentukan model yang terbaik. Kriteria model terbaik menggunakan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) [1]. RMSE digunakan untuk melihat *error* hasil estimasi. *Error* pada hasil estimasi menunjukkan tingkat kesalahan hasil estimasi peramalan yang dihasilkan oleh model. Perhitungan RMSE ditunjukkan pada persamaan 14.

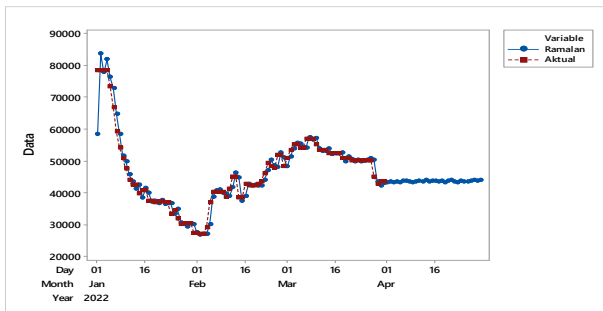
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2} \quad (14)$$

C. *Fungsi Transfer*

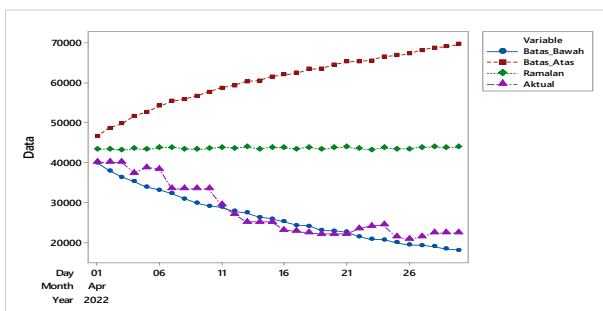
Fungsi transfer merupakan salah satu metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan jika terdapat lebih dari satu deret *time series*. Metode fungsi transfer merupakan suatu metode untuk meramalkan nilai dari suatu deret *output* dan *input* dalam *time series*. Tujuan dari pemodelan fungsi transfer adalah untuk mengidentifikasi dan mengestimasi fungsi transfer dan *deret noise* berdasarkan dari informasi yang tersedia pada deret *input* dan *output*. Model

fungsi transfer untuk *single input* ditunjukkan pada persamaan 15 [1].

$$y_t = v(B)x_t + n_t \tag{14}$$



Gambar 8. Time series plot hasil ramalan model fungsi transfer.



Gambar 9. Time series plot hasil ramalan dengan data aktual website siskaperbapo.

1) *Prewhitening Deret Input dan Deret Output*

Deret *input* ( $X_t$ ) fungsi transfer harus stasioner terhadap *varians* dan *mean*. Apabila deret input telah stasioner, selanjutnya dilakukan *prewhitening* yang bertujuan untuk menghilangkan pola yang diketahui sehingga hanya tersisa deret yang *white noise* dan akhirnya diperoleh  $\alpha_t$  [8]. Langkah *prewhitening* deret *input* ditunjukkan pada persamaan 16.

$$\alpha_t = \frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)} x_t \tag{16}$$

Apabila *prewhitening* dilakukan untuk deret *input* ( $X_t$ ) maka *prewhitening* juga dilakukan pada deret *output* ( $Y_t$ ) agar fungsi transfer dapat memetakan deret *input* ( $X_t$ ) kedalam deret *output* ( $Y_t$ ). Transformasi pada deret *output* ( $Y_t$ ) tidak harus mengubah  $y_t$  menjadi *white noise* [1]. Langkah *prewhitening* deret *output* ditunjukkan pada persamaan 17.

$$\beta_t = \frac{\phi_y(B)}{\theta_y(B)} y_t \tag{17}$$

2) *Cross Correlation Function*

Setelah deret input dan deret output diperoleh melalui proses *prewhitening*, selajutnya dilakukan perhitungan *cross correlation* antara kedua deret tersebut. *Cross correlation function* (CCF) digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antara dua variabel [1]. *Function* antara  $X_t$  dan  $Y_t$  dengan *lag* ke- $k$  dimana  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ , ditunjukkan pada persamaan 18.

$$\rho_{xy}(k) = \frac{\gamma_{xy}(k)}{\sigma_x \sigma_y} \tag{18}$$

3) *Identifikasi Model Fungsi Transfer*

Tahap selanjutnya yaitu identifikasi model fungsi transfer yang menghubungkan deret *input* dan deret *output*. Terdapat 3 parameter yang digunakan untuk identifikasi model fungsi transfer [8].

- a. Nilai  $b$  menyatakan bahwa  $Y_t$  tidak dipengaruhi oleh nilai  $X_t$  sampai periode  $t+b$ .
- b. Nilai  $s$  menyatakan bahwa berapa lama deret *output* ( $Y_t$ ) secara terus-menerus dipengaruhi oleh dari deret *input* ( $X_t$ ) yaitu  $x_{t-b}, x_{t-b-1}, \dots, x_{t-b-s}$ .
- c. Nilai  $r$  menunjukkan bahwa  $Y_t$  dipengaruhi oleh  $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-r}$ .

4) *Penaksiran Awal Deret Noise*

Penaksiran awal deret *noise* dilakukan setelah diperoleh bobot respon impuls ( $\hat{v}$ ). Jika bobot respon impuls ( $\hat{v}$ ) sudah diketahui, maka taksiran pendahuluan dari deret *noise* dapat dilakukan [1]. Penaksiran deret *noise* ditunjukkan pada persamaan 19.

$$n_t = y_t - \hat{v}(B)x_t = y_t - \frac{\hat{\omega}(B)}{\hat{\delta}(B)} Bx_t \tag{19}$$

5) *Penetapan Model ARIMA dari Deret Noise*

Setelah didapat persamaan 19 maka nilai-nilai  $n_t$  dimodelkan dengan pendekatan ARIMA untuk menemukan model ARIMA ( $p_n, 0, q_n$ ) yang tepat sehingga bisa menjelaskan model taksiran awal deret *noise* [8]. Model deret *noise*  $n_t$  ditunjukkan pada persamaan 20.

$$\phi_n(B)n_t = \theta_n(B)\alpha_t \tag{20}$$

Keterangan :

- $\phi_n(B)$  = Polinomial *autoregressive* orde ke- $p$  dari  $n_t$
- $\theta_n(B)$  = Polinomial *autoregressive* orde ke- $q$  dari  $n_t$
- $\alpha_t$  = Residual deret dari  $n_t$

6) *Penaksiran Parameter Model Fungsi Transfer*

Setelah deret  $n_t$  diperoleh melalui penetapan model ARIMA dari *deret noise*, langkah selanjutnya yaitu memperoleh nilai dari deret  $\alpha_t$  dengan menggunakan persamaan 19 sehingga diperoleh nilai deret  $\alpha_t$ .

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} x_{t-b} + \frac{\theta_n(B)}{\phi_n(B)} \alpha_t \tag{21}$$

Setelah diperoleh nilai deret  $\alpha_t$  penaksiran parameter model fungsi transfer menggunakan metode *conditional least square* (CLS), dengan melibatkan parameter  $\omega, \delta, \phi$  dan  $\theta$ .

7) *Cek Diagnosa Model Fungsi Transfer*

Setelah model fungsi transfer telah diidentifikasi dan parameter diestimasi, harus dilakukan pengecekan kelayakan model. Asumsi yang harus dipenuhi dalam model fungsi transfer yaitu residual model fungsi transfer harus *white noise* dan deret *noise* independen [1]. Pengujian *white noise* dilakukan dengan uji *Ljung-Box* yang ditunjukkan pada persamaan 22.

$$Q = m(m + 2) \sum_{k=1}^K (m - k)^{-1} \hat{\rho}_{\hat{a}\hat{a}}^2(k) \tag{22}$$

Solusi untuk formula optimasi SVM dengan fungsi batasan berupa pertidaksamaan tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan metode *Lagrange Multipliers*, sehingga didapatkan persamaan 7.

$$Q = m(m + 2) \sum_{k=0}^K (m - k)^{-1} \hat{\rho}_{\hat{a}\hat{a}}^2(k) \tag{23}$$

#### D. Cabai Rawit

Cabai rawit tanaman buah semusim yang berbentuk perdu. Cabai rawit mempunyai fungsi yang sangat banyak, selain dijadikan penyedap dalam masakan, cabai rawit juga dapat digunakan untuk mengobati berbagai macam penyakit karena mempunyai kandungan gizi yang cukup baik. Cabai rawit dapat ditanam di lahan mana saja seperti lahan sawah, tegalan, dan tempat yang terlindungi oleh pepohonan sekalipun asalkan persyaratan tumbuhnya terpenuhi. Cabai rawit memiliki kandungan nutrisi yang tidak kalah dengan buah-buahan lain yang memiliki rasa manis [9].

#### E. Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah dasar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter di atas permukaan horizontal. Curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air setinggi 1 liter.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu harga cabai rawit harian yang diperoleh dari website Sistem Informasi Ketersediaan dan Perkembangan Harga Bahan Pokok (Siskaperbapo) Disperindag Jawa Timur dan data curah hujan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 455 data harga cabai rawit dan 455 data curah hujan.

#### B. Variabel Penelitian dan Struktur Data

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga cabai rawit sebagai variabel *output* ( $Y_t$ ) dan curah hujan sebagai variabel *input* ( $X_t$ ), dimana  $X_t$  merupakan variabel  $Z_t$  pada model ARIMA. Struktur data pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

#### C. Langkah Analitis

Langkah-langkah analisis penelitian ini dilakukan untuk membentuk model peramalan harga cabai rawit berdasarkan curah hujan menggunakan metode fungsi transfer diantaranya sebagai berikut:

1. Melakukan *pre-processing* data curah hujan.
2. Mendapatkan statistika deskriptif dari karakteristik data harga cabai rawit dan curah hujan.
3. Membagi data harga cabai rawit dan curah hujan menjadi data *in-sample* dan *out-sample*.
4. Mengidentifikasi stasioneritas data harga cabai rawit dan curah hujan.
  - a. Melakukan Transformasi *Box-Cox* pada data harga cabai rawit dan curah hujan.
  - b. Melakukan *differencing* pada data harga cabai rawit dan curah hujan.
5. Menentukan model ARIMA pada data curah hujan dengan cara sebagai berikut.
  - a. Membuat plot ACF dan PACF untuk pendugaan

model ARIMA.

- b. Melakukan estimasi parameter dan pengujian signifikansi model ARIMA.
  - c. Melakukan cek diagnosa model dengan pengujian residual *white noise* dan berdistribusi normal.
  - d. Menentukan model ARIMA terbaik berdasarkan RMSE terkecil pada deret *input*.
6. Melakukan identifikasi model fungsi transfer dengan cara sebagai berikut.
    - a. Melakukan *prewhitening* deret *input* dan deret *output*.
    - b. Menghitung *Cross Correlation Function* (CCF).
    - c. Menentukan orde  $b, r, s$  untuk model fungsi transfer yang menghubungkan deret *input*.
    - d. Menghitung deret *noise*.
    - e. Melakukan penaksiran deret *noise* dan identifikasi model ARIMA ( $p_n, 0, q_n$ ) dari deret *noise*
  7. Melakukan penaksiran parameter model fungsi transfer pada data harga cabai rawit.
  8. Melakukan cek diagnosa model fungsi transfer.
    - a. Menghitung nilai autokorelasi deret *noise*
    - b. Menghitung korelasi silang deret *noise* dengan deret *input* yang telah dilakukan *prewhitening*.
    - c. Menentukan model fungsi transfer terbaik dengan nilai RMSE terkecil.
  9. Melakukan peramalan harga cabai rawit harian pada bulan April 2022 menggunakan model terbaik yang didapatkan.
  10. Mengambil kesimpulan dan saran.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Preprocessing Data

Tahap *preprocessing* data bertujuan untuk mengatasi data yang memiliki nilai yang *missing*. Tahap *preprocessing* pada penelitian ini dilakukan dengan cara pengisian data curah hujan di Kabupaten Tuban yang kosong dengan nilai dari data pada tahun sebelumnya atau sesudahnya pada waktu yang sama dari data yang kosong. Setelah dilakukan *preprocessing* data dapat dilanjutkan untuk pengolahan data.

#### B. Karakteristik Data Curah Hujan dan Harga Cabai Rawit

ata curah hujan dan harga cabai rawit di Kabupaten Tuban mulai tanggal 1 Januari 2021 hingga 31 Maret 2022 ditampilkan dalam bentuk *time series plot* pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa curah hujan tertinggi di Kabupaten Tuban yaitu pada tanggal 20 November 2021 dengan intensitas curah hujan sebesar 159 mm<sup>3</sup>. Sedangkan curah hujan terendah berada pada intensitas 0 yang artinya tidak terjadi hujan pada hari tersebut.

Gambar 2 menunjukkan bahwa harga cabai rawit di Kabupaten Tuban mengalami fluktuatif selama periode 1 Januari 2021 hingga 31 Maret 2022. Harga cabai rawit tertinggi di yaitu pada tanggal 18 Maret 2021 dengan harga Rp. 123.333/kg. Sedangkan harga cabai rawit terendah terdapat pada tanggal 5 September 2021 dengan harga Rp. 14.666/kg. Harga cabai rawit pada bulan Maret 2021 menjadi yang tertinggi disebabkan karena tingginya intensitas curah hujan pada bulan Januari 2021 hingga Maret 2021.



### C. Model ARIMA Curah Hujan

Variabel curah hujan digunakan sebagai deret *input* pada model ARIMA. Tahap analisis model ARIMA yaitu stasioneritas data, identifikasi model, estimasi parameter, signifikansi model, cek diagnosa model dan pemilihan model terbaik.

#### 1) Identifikasi Stasioneritas Curah Hujan

Data dikatakan stasioner dalam *varians* apabila *rounded value*-nya bernilai satu atau batas bawah dan batas atas memuat nilai satu. Hasil identifikasi stasioneritas dalam *varians* ditunjukkan melalui *box-cox* plot pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai *lamda* atau *rounded value* sama dengan 1 serta batas bawah sebesar 0.83 dan batas atas sebesar 1.18, sehingga data curah hujan di Kabupaten Tuban telah stasioner dalam *varians* dan dapat dilanjutkan identifikasi stasioneritas dalam rata-rata.

Identifikasi stasioneritas dalam rata-rata dapat dilihat melalui plot ACF. Data dikatakan stasioner dalam rata-rata apabila *lag* pada plot ACF turun secara cepat atau terpotong pada *lag* ke-*k*. Plot ACF data curah hujan Kabupaten Tuban dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan bahwa terdapat pola turun secara cepat pada *lag* dalam plot ACF sehingga data curah hujan di Kabupaten Tuban telah stasioner dalam rata-rata dan selanjutnya dilihat plot PACF. Plot PACF setelah proses *differencing*  $d=1$  dapat dilihat pada Gambar 5.

#### 2) Identifikasi Model ARIMA Curah Hujan

Identifikasi model ARIMA dilakukan menggunakan plot ACF dan PACF. Plot ACF digunakan untuk mengidentifikasi model MA dan plot PACF digunakan untuk menduga model AR. Plot ACF yang ditunjukkan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa terdapat *lag* yang *cut off* yaitu *lag* ke-1, 26 dan 41. Sedangkan Plot PACF dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bahwa Plot PACF terdapat *lag* yang *cut off* yaitu pada *lag* ke-1, 2, 3, 4 dan 5 sehingga model ARIMA yang diduga adalah ARIMA (5,1,0), ARIMA (0,1,[1,26,41]) dan ARIMA (5,1,[1,26,41]).

#### 3) Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Parameter Model ARIMA

Seluruh dugaan model ARIMA dilakukan estimasi parameter menggunakan metode CLS dan dilanjutkan dengan pengujian signifikansi parameter. Pada Tabel 3 menampilkan hasil estimasi parameter dan pengujian signifikansi parameter model ARIMA yang memiliki parameter signifikan.

Tabel 3 menunjukkan bahwa dengan taraf signifikan sebesar 0,05, diperoleh 2 model dugaan yang memiliki nilai  $t_{hitung}$  yang lebih besar dari  $t_{0,05,df}$  maka dapat diputuskan tolak  $H_0$  yang berarti parameter 2 model tersebut signifikan dan selanjutnya dilakukan cek diagnosa residual.

#### 4) Cek Diagnosa Residual Model ARIMA

Cek diagnosa residual dilakukan untuk memeriksa apakah model dugaan *white noise* dan berdistribusi normal. Cek diagnosa residual *white noise* dilakukan pada model ARIMA yang memiliki parameter signifikan menggunakan uji *Ljung-Box*. Model ARIMA dilakukan pengujian *white noise* dengan taraf signifikan sebesar 5%. Hasil cek diagnostik residual *white noise* ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa hanya residual model ARIMA (0,1,1) yang memiliki nilai  $Q$  lebih kecil dari

$\chi^2_{0,05;(K-1)}$  maka dapat diputuskan gagal tolak  $H_0$  sehingga residual dari model ARIMA (0,1,1) telah *white noise*.

Cek diagnosa residual berdistribusi normal dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov*. Model ARIMA yang memiliki parameter signifikan dan telah *white noise* dilakukan pengujian residual berdistribusi normal.

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai uji *Kolmogorov Smirnov* dari model ARIMA (5,1,0) dan model ARIMA (0,1,1) lebih dari  $D_{(0,05,365)}$  sebesar 0.07119, yang berarti residual model tersebut tidak berdistribusi normal. Data tidak berdistribusi normal disebabkan karena adanya data yang *outlier*. Data yang *outlier* ditampilkan pada Gambar 6.

Dari model dugaan yang telah diperoleh, terdapat satu model dimana semua parameternya signifikan dan memiliki residual yang *white noise* yaitu model ARIMA (0,1,1). Nilai RMSE yang diperoleh dari model ARIMA (0,1,1) sebesar 0.36 sehingga model tersebut dipilih sebagai model peramalan ARIMA terbaik yang ditunjukkan pada persamaan 24.

$$\hat{x}_t = x_{t-1} + a_t - 0.92206a_{t-1} \quad (24)$$

Persamaan 24 menunjukkan bahwa curah hujan pada hari ke- $t$  dipengaruhi oleh curah hujan pada 1 hari sebelumnya dan kesalahan peramalan pada hari ke-1.

### D. Fungsi Transfer Harga Cabai Rawit

Model ARIMA terbaik digunakan untuk membentuk model fungsi transfer. Analisis model fungsi transfer meliputi proses *prewhitening*, identifikasi model, penaksiran parameter, signifikansi model dan cek diagnosa model.

#### 1) Prewhitening Curah Hujan dan Harga Cabai Rawit

Setelah diperoleh model ARIMA terbaik, langkah selanjutnya adalah proses *prewhitening*. Proses *prewhitening* dilakukan pada model ARIMA terbaik dari curah hujan sebagai deret *input* yaitu ARIMA (0,1,1). Persamaan *prewhitening* deret *input* ditunjukkan pada persamaan 25.

$$\hat{a}_t = x_t - x_{t-1} + 0.92509a_{t-1} \quad (25)$$

Hasil *prewhitening* data curah hujan digunakan untuk *prewhitening* data harga cabai rawit sebagai deret *output*, sehingga didapatkan persamaan untuk deret *output* pada persamaan 26.

$$\hat{\beta}_t = y_t - y_{t-1} + 0.92509a_{t-1} \quad (26)$$

Setelah dilakukan *prewhitening* pada deret *input* dan *output*, selanjutnya dilakukan identifikasi  $b$ ,  $r$ ,  $s$  berdasarkan *Cross Correlation Function* (CCF).

#### 2) Identifikasi Model Fungsi Transfer Harga Cabai Rawit

Proses identifikasi model fungsi transfer dilihat melalui plot CCF antara deret *input* dan deret *output* yang telah di *prewhitening*. Plot CCF dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7 menunjukkan bahwa pada plot CCF terdapat *lag* yang terpotong yaitu pada *lag* ke 21 hingga *lag* ke 49, maka didapatkan nilai  $b=21$  hingga  $b=49$ . Plot CCF memiliki pola tertentu setelah *lag* ke 21 diduga  $r=1$  dan terdapat *lag* yang terpotong setelah *lag* ke 21 hingga *lag* ke 49 maka diduga  $s=28$ .

### 3) Estimasi Parameter dan Pengujian Model Fungsi Transfer Harga Cabai Rawit

Pada Tabel 6 ditampilkan hasil estimasi parameter dan pengujian signifikansi dari model fungsi transfer dengan semua parameter yang signifikan.

Tabel 6 menunjukkan bahwa diperoleh 5 model dugaan yang memiliki nilai  $t_{hitung}$  yang lebih besar dari  $t_{0,05,df}$  maka dapat diputuskan tolak  $H_0$  yang berarti parameter 5 model tersebut memiliki parameter signifikan.

### 4) Cek Diagnosa Model Fungsi Transfer Harga Cabai Rawit

Cek diagnosa residual *white noise* dilakukan menggunakan uji *Ljung-Box*. Hasil cek diagnosa residual *white noise* didapatkan bahwa residual dari kelima model dugaan fungsi transfer memiliki nilai  $Q$  lebih besar dari  $\chi^2_{0,05;(K-1)}$  maka dapat diputuskan tolak  $H_0$  sehingga residual dari model dugaan fungsi transfer tidak *white noise*.

### 5) Identifikasi Deret Noise Model Fungsi Transfer Harga Cabai Rawit

Identifikasi deret *noise* dilakukan dengan cara menentukan model ARIMA yang tepat dengan melihat plot ACF dan PACF dari deret *noise*. Model dugaan ARIMA dari deret *noise* dengan ditunjukkan pada Tabel 7.

### 6) Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Deret Noise Model Fungsi Transfer Harga Cabai Rawit

Hasil pengujian signifikansi parameter model deret *noise* hanya terdapat 1 dugaan model yang memiliki parameter signifikan yaitu model  $b,r,s$  (33,1,28) dengan deret *noise* ARIMA (0,0,[1,3,6,7]). Hasil pengujian signifikansi dugaan model deret *noise* ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8 menunjukkan bahwa model  $b,r,s$  (33,1,28) dengan deret *noise* ARIMA (0,0,[1,3,6,7]) memiliki nilai  $t_{hitung}$  yang lebih besar dari  $t_{0,05,df}$  maka dapat diputuskan tolak  $H_0$  yang berarti parameter model  $b,r,s$  (33,1,28) dengan deret *noise* ARIMA (0,0,[1,3,6,7]) telah signifikan.

### 7) Cek Diagnosa Deret Noise Model Fungsi Transfer Harga Cabai Rawit

Hasil cek diagnosa residual *white noise* serta hubungan deret *noise* dengan deret *input* model  $b,r,s$  (33,1,28) dengan deret *noise* ARIMA (0,0,[1,3,6,7]) ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 menunjukkan bahwa residual model fungsi transfer model  $b,r,s$  (33,1,28) dengan deret *noise* ARIMA (0,0,[1,3,6,7]) memiliki nilai  $Q$  lebih kecil dari  $\chi^2_{0,1;(K-1)}$  maka dapat diputuskan gagal tolak  $H_0$  sehingga residual dari model dugaan fungsi transfer telah *white noise*.

Tabel 10 menunjukkan bahwa model fungsi transfer orde  $b,r,s$  (33,1,28) dengan deret *noise* ARIMA (0,0,[1,3,6,7]) memiliki nilai  $Q$  lebih kecil dari  $\chi^2_{0,05;(K-1)}$  sehingga gagal tolak  $H_0$  yang berarti deret *noise* dan variabel *input* independen.

### 8) Model Terbaik Fungsi Transfer

Dari model dugaan yang telah diperoleh, satu model terbaik yaitu model  $b,r,s$  (33,1,28) dengan deret *noise* ARIMA (0,0,[1,3,6,7]). Nilai RMSE yang diperoleh dari model  $b,r,s$  (33,1,28) dengan deret *noise* ARIMA (0,0,[1,3,6,7]) sebesar 0,017. Model peramalan dapat ditunjukkan oleh Persamaan 27.

$$\hat{y}_t = 0.982360y_{t-1} - 0.000466x_{t-1} - 0.000273x_{t-28} + 0.17395a_{t-1} + 0.23361a_{t-3} + 0.11464a_{t-6} + 0.21294a_{t-7} \quad (26)$$

Persamaan 27 menunjukkan bahwa harga cabai rawit pada hari ke- $t$  dipengaruhi oleh harga cabai rawit pada 1 hari sebelumnya serta dipengaruhi oleh curah hujan pada 1 hari dan 28 hari sebelumnya dengan kesalahan peramalan pada hari ke 1, 3, 6, dan 7.

### 9) Peramalan Harga Cabai Rawit

Tabel 11 menunjukkan bahwa hasil peramalan harga cabai rawit di Kabupaten Tuban bulan April 2022 memiliki harga yang relatif stabil. Harga cabai rawit tertinggi yaitu sebesar Rp. 43.800/kg dan terendah sebesar Rp. 43.000/kg pada tanggal 3 April 2022.

Untuk melihat perbedaan hasil ramalan model fungsi transfer dengan data aktual dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8 menunjukkan bahwa model fungsi transfer yang terbentuk menghasilkan nilai ramalan yang cukup baik, karena mampu menangkap pola data aktual. Hasil ramalan menunjukkan bahwa harga cabai rawit di Kabupaten Tuban pada bulan April 2022 stabil. Hasil ramalan dengan data aktual pada bulan April 2022 ditunjukkan pada Gambar 9.

Gambar 9 menunjukkan bahwa hasil ramalan dengan data aktual pada *website* Siskaperbapo pada bulan April 2022 memiliki pola yang berbeda, namun data aktual dari *website* siskaperbapo masih berada dalam rentang batas atas dan batas bawah dari hasil ramalan yang diperoleh.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil analisis adalah sebagai berikut: (1) Model terbaik untuk meramalkan harga cabai rawit yaitu model fungsi transfer yaitu model  $b,r,s$  (33,1,28) dengan deret *noise* ARIMA (0,0,[1,3,6,7]). (2) Hasil ramalan harga cabai rawit di bulan April stabil pada harga Rp 43.000/kg – Rp 44.000/kg.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka saran untuk penelitian selanjutnya apabila menggunakan variabel curah hujan untuk melakukan peramalan sebaiknya dilakukan deteksi *outlier* dan penanganan data *outlier* pada data curah hujan sehingga residual data berdistribusi normal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. W. S. Wei, *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*, 2nd ed. Canada: Greg Tobin, 2006.
- [2] P. R. Aryasita and A. Mukarromah, "Analisis fungsi transfer pada harga cabai merah yang dipengaruhi oleh curah hujan di Surabaya," *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, vol. 2, no. 2, pp. 249–253, 2013, doi: 10.12962/j23373520.v2i2.4848.
- [3] A. Astasia, S. Wulandary, A. N. Istina, and I. F. Yulianti, "Peramalan tingkat profitabilitas bank syariah dengan menggunakan model fungsi transfer single input.," *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, vol. 4, no. 1, pp. 11–22, 2020, doi: 10.21009/jsa.04102.
- [4] P. Silvianti and N. Fitriani, "Analisis pengaruh kurs USD terhadap Jakarta Islamic Index dengan menggunakan model fungsi transfer.," *Journal of Statistics*, vol. 2, no. 2, pp. 66–72, Aug. 2018, doi: 10.29244/xplora.v2i2.160.
- [5] C. Oktaviani and A. Afdal, "Prediksi curah hujan bulanan menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan beberapa fungsi pelatihan backpropagation (studi kasus: stasiun meteorologi tabing padang, tahun 2001-2012).," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 2, no. 4, pp. 228–232, 2013, doi: 10.25077/JFU.2.4.%P.2013.
- [6] J. D. Cryer and K.-S. Chan, *Time Series Analysis: With Applications in R*, 2nd ed. New York: Springer Science & Business Media, 2008.



- [7] W. W. Daniel, *Statistika Nonparametrik Terapan*. Jakarta: Gramedia, 1989.
- [8] C. Beaumont, S. Makridakis, S. C. Wheelwright, and V. E. McGee, "Forecasting: methods and applications," *J Oper Res Soc*, vol. 35, no. 1, p. 79, Jan. 1984, doi: 10.2307/2581936.
- [9] N. Suriana, *Budidaya Cabai di Lahan Sempit*. Jakarta: Infra Pustaka, 2013.