

MODEL PERAMALAN NILAI TUKAR PETANI PROVINSI SUMATERA BARAT MENGGUNAKAN PENDEKATAN ARIMA (*FORECASTING MODEL OF FARMERS' TERMS OF TRADE IN WEST SUMATERA PROVINCE USING THE ARIMA APPROACH*)

Muhammad Tibri Syofyan
Program Studi Sarjana Statistika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang
tibri.work@gmail.com

Abstrak

Nilai Tukar Petani (NTP) disuatu daerah dapat dijadikan sebagai salah satu tolak ukur untuk melihat kondisi pertanian daerah tersebut. Penelitian ini membahas tentang peramalan data NTP, dengan 60 data dari bulan Januari 2015 sampai Desember 2019. Tujuan penelitian ini yaitu meramalkan NTP untuk masa yang akan datang. Hasil akurasi peramalan yang diukur dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Square Error* (MSE), dan *Mean Absolute Deviation* (MAD) menunjukkan bahwa Metode ARIMA (1,2,1) sebagai model yang paling tepat untuk peramalan dengan pengukur error yang rendah.

Kata kunci : ARIMA, Nilai Tukar Petani (NTP), Peramalan,

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor pendukung perekonomian Indonesia. Menurut BPS, pada tahun 2013 sektor pertanian telah memberikan kontribusi sebesar 14,43% terhadap total PDB Indonesia dan menempati peringkat kedua setelah sektor industri pengolahan. Dalam pembangunan nasional, peranan sektor pertanian antara lain sebagai penyedia kebutuhan pangan pokok, pembentuk devisa, dan penampung tenaga kerja khususnya di pedesaan. Sektor pertanian juga merupakan sektor yang banyak menampung tenaga kerja. Sekitar dua per tiga masyarakat Indonesia tinggal di pedesaan dan sebagian besar masih menggantungkan hidupnya di sektor ini, maka sangat diharapkan sektor ini menjadi penggerak utama perekonomian Indonesia (BPS, 2013). Sektor ini diharapkan mampu memberikan kontribusi besar pada pembangunan Indonesia dan bisa membantu mengentaskan kemiskinan. Maka dari itu, pemerintah perlu melakukan kebijakan-kebijakan strategis untuk peningkatan kesejahteraan petani.

Sehubungan dengan hal tersebut maka diperlukan suatu indikator yang secara akurat dapat mengukur kemampuan daya beli petani sebagai salah satu pelaku utama di sektor pertanian. Ukuran tersebut disajikan sebagai bentuk perhatian dan kepedulian pemerintahan yang berguna sebagai dasar pengambilan kebijakan. Salah satu pendekatan untuk mengukur kegiatan indikator kemampuan daya beli petani di daerah pedesaan adalah Nilai Tukar Petani (NTP). NTP merupakan rasio antara Indeks Harga yang Diterima oleh petani (It) dan Indeks Harga yang Dibayar oleh petani (Ib). It merupakan indikator tingkat pendapatan produsen petani, sedangkan Ib dari sisi kebutuhan petani baik untuk konsumsi maupun biaya produksi. Penghitungan NTP dilandasi pemikiran bahwa sebagai agen ekonomi yang memproduksi hasil pertanian dan kemudian hasilnya dijual, petani juga merupakan konsumen yang membeli barang dan jasa untuk kebutuhan hidupnya sehari-hari dan juga mengeluarkan biaya produksi dalam usahanya untuk memproduksi hasil pertanian. Secara konsep, NTP adalah pengukur kemampuan tukar produk pertanian yang dihasilkan petani dengan barang/jasa yang diperlukan

untuk konsumsi rumah tangga dan keperluan dalam memproduksi produk pertanian (BPS, 2019).

Sejak Desember 2013, Badan Pusat Statistik menyusun NTP menggunakan tahun dasar 2012 untuk Subsektor Tanaman Pangan, Tanaman Hortikultura, Tanaman Perkebunan Rakyat, Peternakan, dan Perikanan. Data dikumpulkan melalui survei harga produsen sektor pertanian dan survei harga konsumen perdesaan di 33 provinsi di Indonesia.

Secara umum terdapat tiga macam pengertian NTP, yaitu:

1. $NTP > 100$, berarti petani mengalami **kenaikan** dalam hal perdagangan ketika tingkat rata-rata harga yang diterima mengalami kenaikan yang lebih cepat daripada tingkat rata-rata harga yang dibayarkan terhadap tahun dasar atau ketika rata-rata tingkat harga yang diterima mengalami penurunan yang lebih lambat daripada rata-rata harga yang dibayarkan terhadap tahun dasar.
2. $NTP = 100$, berarti petani **tidak mengalami perubahan** dalam hal perdagangan karena perubahan rata-rata harga yang diterima oleh petani sama dengan perubahan rata-rata harga yang dibayar petani terhadap tahun dasar.
3. $NTP < 100$, berarti petani mengalami **penurunan** dalam hal perdagangan ketika tingkat rata-rata harga yang dibayar mengalami kenaikan yang lebih cepat daripada tingkat rata-rata harga yang diterima terhadap tahun dasar, atau ketika tingkat rata-rata harga yang dibayar mengalami penurunan yang lebih lambat daripada tingkat rata-rata harga yang diterima terhadap tahun dasar.

Pengukuran NTP dinyatakan dalam bentuk indeks sebagai berikut

$$NTP = \frac{It}{Ib} \times 100$$

Keterangan:

NTP = Nilai Tukar Petani

It = Indeks harga yang diterima petani

Ib = Indeks harga yang dibayar petani (BPS, 2019)

Sehingga perlu dilakukan suatu peramalan NTP, agar pemerintah memiliki gambaran mengenai NTP dimasa mendatang dan dapat dijadikan tolak ukur dalam pengambilan keputusan pemerintah Provinsi Sumatera Barat guna meningkatkan pembangunan di bidang pertanian Provinsi Sumatera Barat. Dalam perencanaan ramalan tentunya diperlukan ketepatan dalam memilih metode. Hal ini untuk meminimumkan kesalahan dalam meramal. Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan adalah metode peramalan deret berkala ARIMA. Metode ARIMA (*Autoregressive Intergrated Moving Average*) merupakan suatu metode yang sangat tepat untuk mengatasi kerumitan deret waktu dan situasi prakiraan lainnya. Metode ARIMA dapat dipergunakan untuk memperkirakan data histori dengan kondisi yang sulit dimengerti pengaruhnya terhadap data teknis dan sangat akurat untuk prakiraan jangka pendek. Suatu peramalan atau *forecast* yang tepat akan mempengaruhi keberhasilan di masa depan. Analisis runtun waktu ARIMA merupakan suatu metode analisis peramalan berbentuk kuantitatif yang mempertimbangkan waktu, dimana data yang dikumpulkan secara periodik berdasarkan urutan waktu yang menentukan pola data masa lampau yang telah dikumpulkan secara teratur (Makridakis, 1999).

Model runtun yang digunakan adalah AR, MA, campuran antara keduanya yaitu ARMA dan ARIMA. Dalam sebuah model runtun waktu, terdapat suatu parameter dan dalam sebuah parameter mempunyai sebuah nilai dimana nilai tersebut akan menentukan persamaan dari model tersebut yang nantinya digunakan untuk peramalan. Penggunaan model ARIMA berbeda dengan metode peramalan lainnya karena model ini tidak mensyaratkan suatu pola data tertentu supaya model dapat bekerja dengan baik, dengan kata lain model ARIMA dapat digunakan untuk semua tipe pola data. Model ARIMA dapat bekerja dengan baik apabila data

runtun waktu yang digunakan bersifat dependen atau berhubungan secara statistik. Seiring dengan kemajuan teknologi informasi dengan menggunakan komputer data mempermudah kegiatan peramalan. Kemajuan bidang *software* yang semakin berkembang saat ini diterapkan pada kegiatan peramalan (Santonso, 2009: 16)

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut

1. Bagaimana model runtun waktu yang terbaik untuk peramalan nilai tukar petani Provinsi Sumatera Barat bulan Januari 2015 sampai Desember 2019 dengan metode deret berkala ARIMA?
2. Berapa hasil peramalan dua belas bulan untuk data nilai tukar petani Provinsi Sumatera Barat pada bulan Januari 2020 sampai Desember 2020 ?

C. Tujuan

Tujuan penulisan ini adalah sebagai berikut

1. Untuk mengetahui model deret berkala ARIMA yang terbaik dalam peramalan nilai tukar petani Provinsi Sumatera Barat bulan Januari 2015 sampai Desember 2019 dengan metode deret berkala ARIMA.
2. Untuk meramalkan dua belas bulan untuk data nilai tukar petani Provinsi Sumatera Barat pada bulan Januari 2020 sampai Desember 2020.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan adalah proses menduga sesuatu yang akan terjadi di masa yang akan datang. Berdasarkan teori peramalan (*forecasting*) adalah perkiraan terjadinya sebuah kejadian di masa depan, berdasarkan data yang ada di masa lampau (Subagyo, 1984: 1). Peramalan bertujuan memperoleh ramalan yang dapat mengurangi kesalahan meramal yang biasanya diukur dengan menggunakan metode *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan sebagainya (Subagyo, 1984: 1). Teknik peramalan dapat dibedakan menjadi dua yaitu

1. Teknik peramalan kualitatif
Lebih menitik beratkan pada pendapat (*judgement*) manusia dalam proses peramalan. Data historis yang ada menjadi tidak begitu penting dalam teknik ini karena hanya dibutuhkan sebagai pendukung pendapat.
2. Teknik peramalan kuantitatif
Sangat mengandalkan pada data historis yang dimiliki. Teknik kuantitatif ini biasanya dikelompokkan menjadi dua, yaitu teknik statistik dan deterministik. Teknik statistik menitik beratkan pada pola, perubahan pola, dan faktor gangguan yang disebabkan pengaruh random, termasuk dalam teknik ini adalah teknik *smoothing*, Dekomposisi dan teknik Box Jenkis. Menurut Makridakis (1999: 19), peramalan kuantitatif dapat diterapkan bil terdapat situasi sebagai berikut
 - a. Terdapat informasi masa lalu.
 - b. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik.
 - c. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang.

B. Analisis Runtun Waktu

Analisis runtun waktu adalah suatu metode kuantitatif untuk menentukan data di masa lampau yang telah dikumpulkan secara teratur jika telah menentukan pola data tersebut, maka dapat menggunakannya untuk mengadakan peramalan di masa datang. Analisis runtun waktu

pertama kali diperkenalkan dan dikembangkan pada tahun 1970 oleh Box dan Jenkins. Runtun waktu adalah himpunan observasi yang beruntun biasanya adalah konstan atau tidak dapat dilakukan akumulasi terhadap observasi untuk suatu periode waktu yang digunakan tidak benar-benar konstan. Ciri-ciri analisis runtun waktu yang menonjol adalah bahwa deretan observasi pada suatu variabel dipandang sebagai realisasi dari variabel random berdistribusi sama yakni adanya fungsi probabilitas bersama variabel random Z_1, \dots, Z_n . Menurut sejarah nilai observasinya, runtun waktu dibedakan menjadi dua yaitu runtun waktu deterministik dan runtun waktu stokastik. Runtun waktu deterministik adalah runtun waktu yang nilai observasi yang akan datang dapat diramalkan secara pasti berdasarkan observasi lampau. Runtun waktu stokastik adalah runtun waktu dengan nilai observasi yang lampau (Zanzawi, 1987:22).

Data runtun waktu yaitu data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk melihat perkembangan suatu kegiatan, apabila data yang digambarkan akan menunjukkan fluktuasi dan dapat digunakan untuk dasar perencanaan dan penarik kesimpulan (Supranto, 2001: 15).

1. Pola Data Runtun Waktu

Menurut Makridakis (1999: 21), pola data runtun waktu dapat dibedakan menjadi jenis yaitu

a. Pola Stationer

Dihasilkan oleh banyak pengaruh independen yang menghasilkan pola non-sistematik dan tidak berulang dari beberapa nilai rata-rata. Pola horizontal terjadi karena data yang diambil tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor khusus sehingga pola menjadi tidak menentu dan tidak dapat diperkirakan secara biasa. Misal suatu produk yang nilai penjualannya tidak mengalami peningkatan dan penurunan dalam waktu tertentu.

b. Pola Musiman

Dihasilkan oleh kejadian yang terjadi secara musiman atau periodik (contoh: iklim, liburan, kebiasaan manusia). Suatu periode musim dapat terjadi tahunan, bulanan, harian dan untuk beberapa aktivitas bahkan setiap jam. Pola ini terbentuk karena adanya pola kebiasaan dari data dalam suatu periode kecil terjadi apabila suatu deret dari data dipengaruhi oleh faktor musiman yang ditunjukkan oleh adanya pola yang teratur yang bersifat musiman.

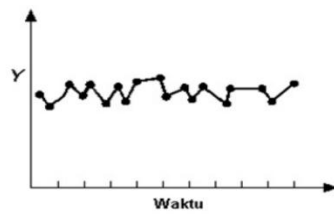
c. Pola Siklis

Biasanya dihasilkan oleh pengaruh ekspansi ekonomi dan bisnis dan kontraksi (resesi dan depresi). Pengaruh siklis ini sulit diperkirakan karena pengaruhnya berulang tetapi tidak periodik. Pola ini masih terus dikembangkan dan diteliti lebih lanjut pemodelannya sehingga dapat diperoleh hasil yang tepat.

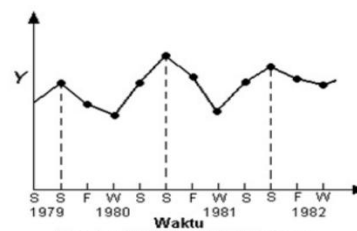
d. Pola Trend

Peningkatan atau penurunan secara umum dari deret waktu yang terjadi selama beberapa periode tertentu. *Trend* disebabkan oleh perubahan jangka panjang yang terjadi disekitar faktor-faktor yang mempengaruhi data deret waktu. Pola perkembangan data ini membentuk karakteristik yang mendekati garis linier. Gradien yang naik atau turun menunjukkan peningkatan atau pengurangan nilai data sesuai dengan waktu.

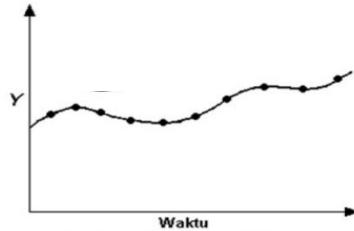
Macam-macam pola data runtun waktu dalam bentuk grafik digambarkan seperti pada gambar 1.1.



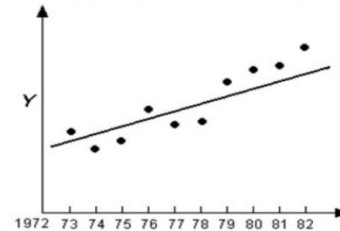
Gambar 1.1. Pola pola Horizontal



Gambar 1.2. Pola Data Musiman



Gambar 1.3. Pola pola Siklis



Gambar 1.4. Pola Data Trend

Gambar 2.1 Pola Data Runtun Waktu

2. Konsep Penting Analisis Runtun Waktu

Klasifikasi beberapa konsep penting dalam analisis runtun waktu menurut Hendikawati (2015: 66)

a. Konsep Stokastik

Dalam analisis runtun waktu terdapat dua model, yaitu model Deterministik dan model Stokastik (Probabilistik). Fenomena model stokastik banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, misalnya: model keuangan, perdagangan, industri dan dan lain-lain. Dalam analisis runtun waktu, dapat disimpulkan dengan Z_t mengikuti proses skokastik. Suatu urutan pengamatan variabel random $Z_{(0-t)}$ dengan ruang sampel ω dan satuan waktu t dikatakan sebagai proses stokastik.

b. Konsep Stasioneritas

Suatu proses dalam analisis runtun waktu dikatakan stasioner, jika dalam proses tersebut tidak terdapat perubahan kecenderungan baik dalam rata-rata maupun dalam variasi. Misal pengamatan Z_1, Z_2, \dots, Z_m sebagai sebuah proses stokastik. Variabel random Z_1, Z_2, \dots, Z_m dikatakan stasioner orde ke- k jika fungsi distribusi.

$$F(Z_{t1}, Z_{t2}, \dots, Z_{tm}) = F(Z_{1+k}, Z_{2+k}, \dots, Z_{m+k})$$

Jika kondisi tersebut berlaku untuk $m = 1, 2, \dots, n$, maka dinamakan stationer kuat. Stationer dapat dilihat dengan melihat plot data runtun waktu. Salah satu ciri proses telah stasioner, ditandai dengan hasil plot data runtun waktu yang grafiknya sejajar dengan sumbu waktu t (biasanya sumbu x , sedangkan sumbu y merupakan sumbu yang membuat data hasil pengamatan)

c. Konsep Differencing

Konsep *differencing* dalam analisis runtun waktu sangat penting, karena berfungsi untuk mengatasi persoalan pemodelan jika terdapat proses yang tidak stasioner dalam mean (terdapat kecenderungan). Ide dasar *differencing* adlah mengurangi antara pengamatan Z_t dengan pengamatan sebelumnya yaitu Z_{t-1} . Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut

$\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$ dan $\Delta^2 Z_t = Z_t - 2Z_{t-1} + Z_{t-2}$ dst (biasanya sampai orde ke 2). Selain itu untuk melakukan *differencing* dapat digunakan operator *back shift* B . $BZ_t = Z_{t-d}$ sehingga berlaku $W_t = (1 - B)^d Z_t$ ($d = 1, 2$).

d. Konsep Tranformasi Box-Cox

Konsep ini merupakan konsep yang juga penting dalam analisis runtun waktu, terutama jika proses tidak stasioner dalam varian. Untuk mengatasinya digunakan Transformasi Box-

Cox. Dalam praktek biasanya data yang belum stasioner dalam varian juga belum stasioner dalam mean, sehingga untuk menstasionerkan data diperlukan transformasi data kemudian baru dilakukan proses *differencing*. Suatu proses Z_t yang stasioner, mempunyai $E(Z_t) = \mu$ dan $\text{Var}(Z_t) = \sigma$ yang bernilai konstan (homokedastisitas) dan $\text{Cov}(Z_s, Z_t) = \gamma_{st}$ yakni fungsi dari perbedaan waktu $|t - s|$. Dalam analisis runtun waktu, kovariansi (fungsi auto kovariansi) antara Z_t dengan pengamatan Z_{t+k} dinyatakan sebagai $\text{Cov}(Z_t, Z_{t-k}) = \gamma_k$ dan $\text{Cov}(Z_t, Z_t) = \gamma_0 = \text{Var}(Z_t)$.

e. Konsep Fungsi Autokorelasi

Dalam analisis runtun waktu, fungsi autokorelasi (FAK) memegang peran penting, khususnya untuk mendeteksi awal sebuah model dan kestasioneran data. Fungsi Autokorelasi adalah suatu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi (hubungan linier) antara pengamatan pada waktu t saat sekarang dengan pengamatan pada waktu-waktu sebelumnya ($t - 1, t - 2, \dots, t - k$). Jika diagram FAK cenderung turun lambat atau turun secara linier maka dapat disimpulkan bahwa data belum stasioner dalam mean.

f. Konsep Fungsi Autokorelasi Parsial

Fungsi auto korelasi parsial adalah suatu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi parsial (hubungan linier secara terpisah) antara pengamatan pada waktu sekarang dengan pengamatan pada waktu-waktu sebelumnya ($t-1, t-2, \dots, t-k$).

g. Konsep *White Noise*

Suatu proses $\{a_t\}$ adalah proses *white noise* jika deretnya dari variabel-variabel random yang tidak berkorelasi dari distribusi dengan rata-rata konstanta $E(a_t) = \mu$ biasanya diasumsikan 0 sehingga $E(a_t) = 0$, variansi constant $\text{Var}(a_t) = \sigma_a^2$ dan $\gamma_k = \text{Cov}(a_t, a_{t+k}) = 0$ untuk semua $k \neq 0$. Berdasarkan definisi, maka proses *white noise* $\{a_t\}$ adalah stasioner dengan fungsi autokorelasi,

$$\text{Fungsi autokorelasi, } \begin{cases} \sigma_a^2, & \text{jika } k = 0 \\ 0, & \text{jika } k \neq 0 \end{cases}$$

$$\rho_k = \begin{cases} 1, & \text{jika } k = 0 \\ 0, & \text{jika } k \neq 0 \end{cases}$$

Dan fungsi autokorelasi parsial

$$\phi_{kk} = \begin{cases} 1, & \text{jika } k = 0 \\ 0, & \text{jika } k \neq 0 \end{cases}$$

Proses *white noise* dapat dideteksi dengan menggunakan uji autokorelasi residual pada analisis errornya (Wei, 2006:15)

h. Konsep *Parsimony*

Konsep *Parsimony* adalah prinsip penghematan berarti bahwa model sederhana mungkin harus dipilih. Konsep ini dapat diterapkan pada saat verifikasi model (pemilah model terbaik).

3. Klasifikasi Model Runtun Waktu

Klasifikasi model runtun waktu dibedakan menjadi dua macam, yaitu

a. Model Stasioner, yakni suatu model yang sedemikian hingga semua sifat statistiknya tidak berubah dengan pergeseran waktu (yakni bersifat time invariant). Pada model stasioner, sifat-sifat statistiknya di masa yang akan datang dapat diramalkan berdasarkan data historis yang telah terjadi di masa lalu. Model runtun waktu stasioner sering disebut model linear dan homoskedastik.

b. Model Non-Stationer, yakni model yang tidak memenuhi syarat sifat model stasioner.

4. Runtun Waktu Stasioner dan Non Stasioner

a. Runtun Waktu Stasioner

Persyaratan stasioneritas merupakan hal yang mutlak pada analisis runtun waktu. Stasioneritas dapat terlihat bentuk visual dari plot data runtun waktu. Berdasarkan plot data dapat terlihat apakah data bersifat stasioner atau non stasioner. Stasioner data dapat pula

dideteksi melalui plot autokorelasi. Nilai-nilai autokorelasi dari data stasioner akan turun sampai dengan nol sesudah *time lag* ke dua atau ke tiga

1) Stasioner Mean

Suatu data runtun dikatakan stasioner (mean) jika rata-rata data time series tersebut relatif konstan dari waktu ke waktu, atau bisa dilihat tidak ada unsur trend dalam data.

2) Stasioner dalam Varian

Suatu data runtun waktu dikatakan stasioner (variansi) jika struktur data dari waktu ke waktu mempunyai fluktuasi data yang tetap atau konstan dan tidak berubah-ubah atau tidak ada perubahan variansi dalam besarnya fluktuasi.

b. Runtun Waktu Non Stasioner

Runtun waktu nonstasioner memiliki data yang nilai-nilainya signifikan berbeda dari nol untuk beberapa periode waktu. Data runtun waktu non stasioner teridentifikasi dengan plot autokorelasi yang turun lambat.

1) Non Stasioner dalam Varian

Ketidakstasioneran dalam hal varian dapat dihilangkan dengan melakukan transformasi untuk menstabilkan variansi. Menurut Hendikawati (2015) untuk mentransformasi data dapat digunakan transformasi kuasa (*The Power of Transformation*) dengan λ disebut parameter transformasi.

Tabel 2.1 Nilai Lamda dan Transformasinya

Nilai λ	Transformasi
-1	$\frac{1}{X_t}$
-0.5	$\frac{1}{\sqrt{X_t}}$
0	$\ln X_t$
0.5	$\sqrt{X_t}$
1	X_t (tidak ada transformasi)

2) Non Stasioner dalam Mean

Ketidakstasioneran dalam hal mean dapat dihilangkan dengan melakukan *differencing*.

C. Metode Box Jenkins ARIMA

Dalam analisis ARIMA, setiap pengamatan dalam sebuah data runtun waktu ($\dots, Z_{t-1}, Z_t, Z_{t+1}, \dots$) secara statistik saling bergantung (*statistically dependent*). Model Box Jenkins ARIMA digunakan untuk ramalan jangka pendek, karena model ARIMA memberikan penekanan lebih pada data terdekat sebelumnya, dibandingkan dengan data yang sangat lampau. Untuk membangun model ARIMA diperlukan sampel dengan jumlah yang memadai. Ukuran sampel minimum yang dibutuhkan adalah 50 data pengamatan (Hendikawati, 2015: 68). Model AR dan MA digabungkan untuk memperoleh model ARIMA (Sugiarto, 2000: 180). Model ARIMA umumnya dituliskan dengan notasi ARIMA (p,d,q). p adalah derajat proses AR, d adalah orde pembedaan (*differencing*), dan q adalah derajat proses MA (Nachrowi, 2006).

Secara umum model ARIMA mempunyai bentuk persamaan sebagai berikut

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B)a_t$$

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t$$

dimana

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

$\phi_1, \phi_2, \phi_3, \dots, \phi_p$ adalah koefisien orde p

$\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_p$ adalah koefisien orde q

$(1 - B)^d$ adalah orde *differencing* non-musiman

Pengabungan tersebut diharapkan model ARIMA bisa mengakomodasi pola data yang tidak diidentifikasi secara sendiri-sendiri oleh model *Moving Average* (MA) atau *Autoregressive* (AR). Orde dari model ARIMA ditentukan oleh jumlah periode variabel *independent* baik dari nilai sebelumnya dari variabel *independent* maupun nilai residual periode sebelumnya.

1. Model AR (Autoregressive)

Model AR adalah model yang menerangkan bahwa variabel *dependent* dipengaruhi oleh variabel *dependent* itu sendiri (Sugiarto, 2000: 177). Secara umum model AR mempunyai bentuk persamaan sebagai berikut

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

2. Model MA (Moving Average)

Secara umum bentuk model MA mempunyai persamaan sebagai berikut

$$Z_t = a_t + \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Perbedaan model AR dengan model MA terletak pada jenis variabel *independent*. Bila variabel pada model MA yang menjadi variabel *independent* adalah nilai residual pada periode sebelumnya sedangkan variabel pada model AR adalah nilai sebelumnya dari variabel *independent*.

Tabel 2.2 Pola Umum ACF dan PACF untuk model AR dan MA

	ACF	PACF
AR(1)	Penurunan secara eksponensial pada sisi positif jika $\phi_1 > 0$ dan terbalik pada sisi negatif jika $\phi_1 < 0$	Puncak di lag, lalu turun ke nol puncak positif jika $\phi_1 > 0$, negatif jika $\phi_1 < 0$
AR(p)	Penurunan secara eksponensial gelombang sinus yang dimampatkan bergantung tanda dan besar	Puncak di lag 1 hingga p lalu turun ke nol
MA(1)	Puncak di lag 1 lalu turun ke nol, puncak jika $\theta_1 < 0$ negatif. Jika positif $\theta_1 > 0$	Penurunan eksponensial, pada sisi negatif. Jika negatif $\theta_1 > 0$ dan berbalik tanda sisi positif $\theta_1 < 0$
MA(q)	Puncak di lag 1 hingga q, lalu turun ke nol	Penurunan eksponensial gelombang sinus yang dimampatkan. Pola tepatnya pada tanda dan besar $\theta_1, \dots, \theta_p$

3. Langkah-langkah dalam menentukan model ARIMA, sebagai berikut

a. Tahap Identifikasi

Menurut Hendikawati (2015) langkah-langkah untuk mengidentifikasi model runtun waktu adalah sebagai berikut

- 1) Membuat Plot Runtun Waktu, berfungsi untuk menetapkan adanya *trend* (penyimpangan nilai tengah) untuk mengetahui adanya pengaruh musiman pada suatu data.
- 2) Membuat Fungsi Autokorelasi (FAK) dan Fungsi Autokorelasi Parsial (FAKP), Berfungsi untuk merumuskan hubungan statistika dalam rumusan aljabar. FAK dan FAKP digunakan sebagai petunjuk untuk memilih satu atau lebih dari model ARIMA yang dianggap sesuai. Setiap model ARIMA memiliki FAK dan FAKP teoritis. Dengan

membandingkan FAK dan FAKP hasil estimasi dari data runtun waktu dengan beberapa FAK dan FAKP teoritis. Kemudian memilih sementara sebuah model dengan FAK dan FAKP teoritisnya menyerupai FAK dan FAKP hasil estimasi.

- 3) Mengecek stasioneritas data, Jika data runtun waktu tersebut tidak stasioner, dapat dikonversi menjadi data runtun waktu yang stasioner dengan menggunakan metode pembedaan (*differencing*).

- b. Penaksiran (Estimasi)

Setelah diperoleh hasil estimasi parameter model, dilakukan uji signifikansi parameter. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah parameter AR(p), *differencing*(d), MA(q), dan konstanta signifikan atau tidak. Jika parameter tersebut signifikan maka model layak digunakan. Apabila koefisien-koefisien estimasi dari model yang dipilih tidak memenuhi kondisi pertidaksamaan matematis tertentu, maka model tersebut ditolak. Apabila diperoleh beberapa model yang signifikan selanjutnya dipilih sebuah model terbaik yang meminimumkan jumlah kuadrat error.

- c. Pengujian dan Penerapan

Dengan melihat hasil plot FAK dan FAKP dari residual model, dapat diketahui adanya autokorelasi dan korelasi parsial pada residual. Model peramalan yang baik adalah yang tidak terdapat autokorelasi dan korelasi parsial pada residual. Dengan menggunakan normal probability plot dan histogram dari residual, dapat diketahui bahwa residual berdistribusi normal. Jika residual berdistribusi normal maka model ARIMA cukup memadai untuk menggambarkan data. Penentuan model terbaik dapat dilakukan dengan membandingkan nilai *Mean Square Error* (MSE), karena semakin kecil MSE yang dihasilkan maka semakin baik.

D. Ketepatan Model Peramalan

Terdapat beberapa kriteria pembandingan yang menilai kecocokan antara model yang dibangun dengan data yang ada. Beberapa cara ini digunakan untuk mengukur kesalahan peramalan.

1. *Mean Square Error* (MSE)

MSE digunakan untuk mengukur kesalahan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam rata-rata dari kuadrat kesalahan. Rumus untuk menentukan nilai MSE dinyatakan

$$MSE = \frac{\sum e_i^2}{n}$$

2. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

MAD digunakan untuk mengukur kesalahan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata *absolute* kesalahan. Rumus untuk menentukan nilai MAD dinyatakan

$$MAD = \frac{\sum e_i}{n}$$

3. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MAPE digunakan untuk mengukur kesalahan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam bentuk presentase rata-rata *absolute* kesalahan.

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{|PE_i|}{n}$$

III. METODE PENELITIAN

A. Sumber Data

Dalam penulisan ini menggunakan data nilai tukar petani subsektor tanaman pangan Provinsi Sumatera Barat yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik dari bulan Januari 2015 sampai bulan Desember 2019. Data yang diperoleh disajikan pada tabel berikut

Tabel 3.1 Data Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan Provinsi Sumatera Barat

Bulan ke-	Data	Bulan ke-	Data	Bulan ke-	Data	Bulan ke-	Data	Bulan ke-	Data
1	100.12	13	96.99	25	93.84	37	91.26	49	97.92
2	98.61	14	98.85	26	94.12	38	90.72	50	98.52
3	98.44	15	98.62	27	94.57	39	89.86	51	97.16
4	96.98	16	96.06	28	95.07	40	89.47	52	95.87
5	94.79	17	94.18	29	93.66	41	88.51	53	93.01
6	93.91	18	92.3	30	93.19	42	89.27	54	91.87
7	92.49	19	92.11	31	92.05	43	89.77	55	91.63
8	93.35	20	93.34	32	91.16	44	91.15	56	92.64
9	94.02	21	93.98	33	90.41	45	93.89	57	94.39
10	95.37	22	93.94	34	89.87	46	95.35	58	94.88
11	97.78	23	94.78	35	91.56	47	97.19	59	94.76
12	98.3	24	94.89	36	92.58	48	97.6	60	95.14

B. Langkah Analisis

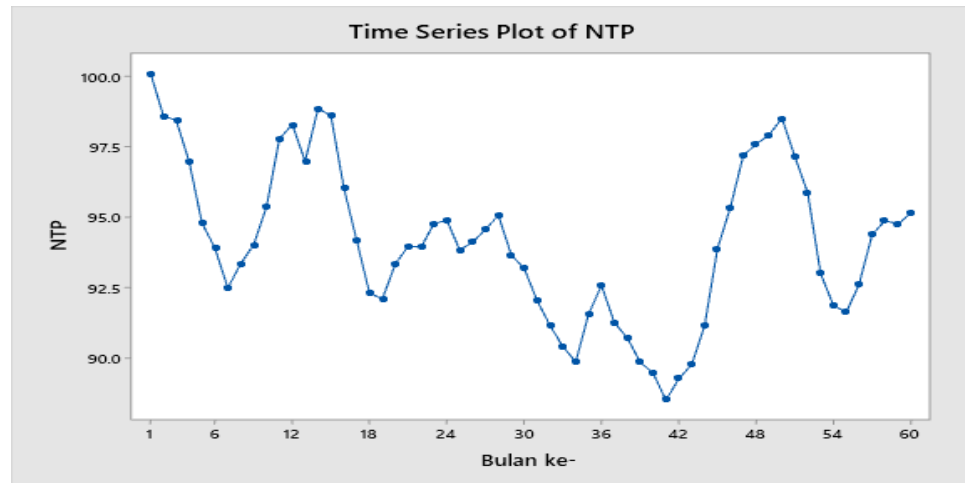
Setelah data diperoleh, maka langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menganalisis data adalah

1. Membuat plot *time series* untuk menentukan apakah data sudah stasioner atau belum.
2. Melakukan proses pembedaan (*differencing*) jika tidak memenuhi asumsi stasioner.
3. Membuat plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF).
4. Menetapkan model sementara atau mengidentifikasi model ARIMA berdasarkan dari plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF).
5. Memeriksa atau diagnosa apakah model memadai yaitu meliputi uji independensi residual dan uji kenormalan residual.
6. Mengevaluasi model peramalan yang telah didapatkan dengan menghitung nilai MSE, serta melakukan pemilihan model terbaik berdasarkan nilai MSE yang paling kecil.
7. Menghitung residual.
8. Melakukan peramalan 12 bulan kedepan untuk data berdasarkan model terbaik yang dihasilkan oleh metode ARIMA.

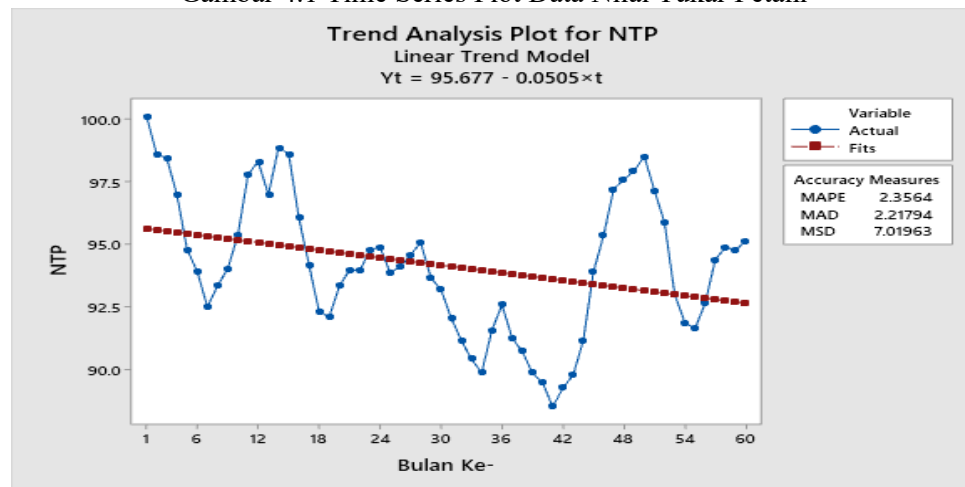
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Model

1. Plot data

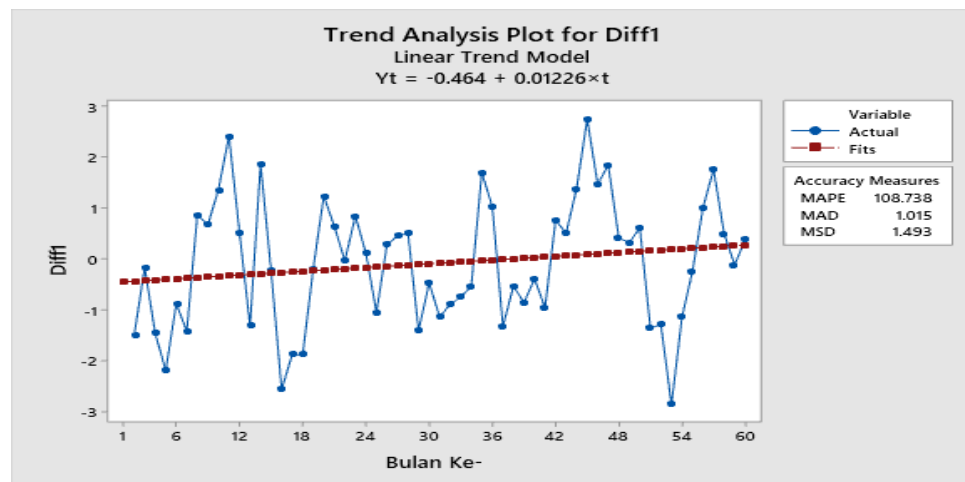


Gambar 4.1 Time Series Plot Data Nilai Tukar Petani

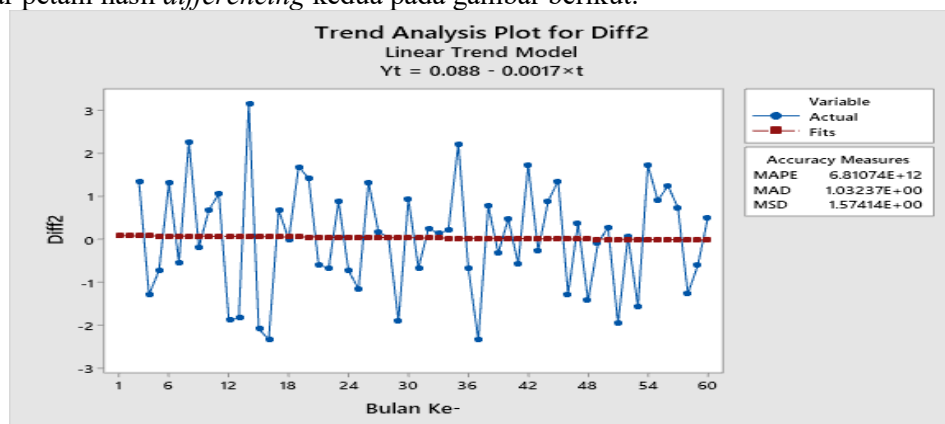


Gambar 4.2 Trend Analysis Plot Data Nilai Tukar Petani

Berdasarkan plot data diatas terlihat bahwa NTP naik turun dan berpola trend turun, artinya data tidak stasioner pada mean. Untuk mengatasi ketidakstasioner pada data maka perlu dilakukan *differencing* untuk menstasionerkan data. Setelah dilakukan *differencing* maka diperoleh plot sebagai berikut.

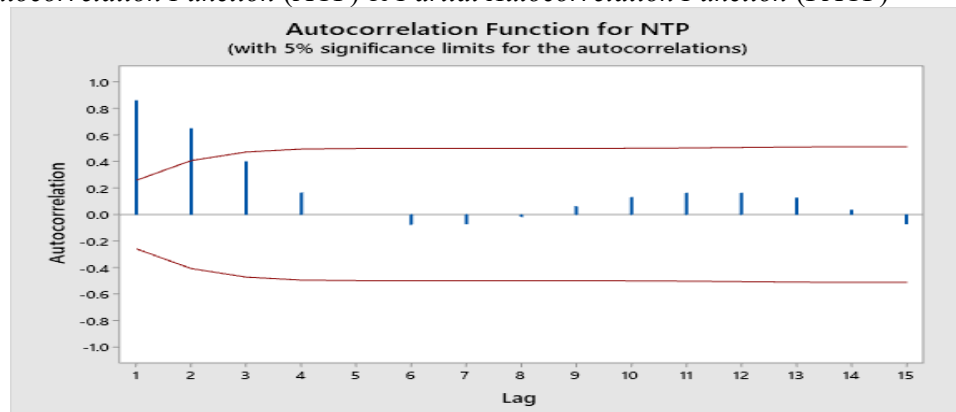


Gambar 4.3 Trend Analysis Plot Data Nilai Tukar Petani Hasil *Differencing* Pertama
 Berdasarkan Gambar 4.3 masih terlihat bahwa data belum stasioner, maka perlu dilakukan *differencing* lagi untuk menstasionerkan data tersebut. Berikut adalah grafik data nilai tukar petani hasil *differencing* kedua pada gambar berikut.



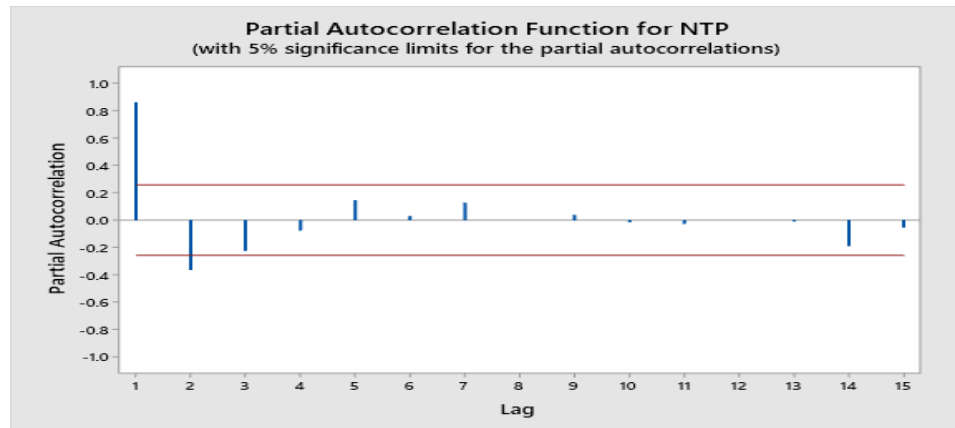
Gambar 4.4 Trend Analysis Plot Data Nilai Tukar Petani Hasil *Differencing* Kedua
 Berdasarkan Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa data nilai tukar petani telah stasioner, kestasioneran dapat dilihat setelah *differencing* kedua karena data nilai tukar petani telah memiliki rata-rata dan varians konstan pada setiap index bulanannya.

2. Autocorrelation Function (ACF) & Partial Autocorrelation Function (PACF)



Gambar 4.5 Plot ACF Data Nilai Tukar Petani

Pada Gambar 4.5 terlihat bahwa plot ACF terjadi *dies down* karena datanya menurun secara perlahan menuju 0.

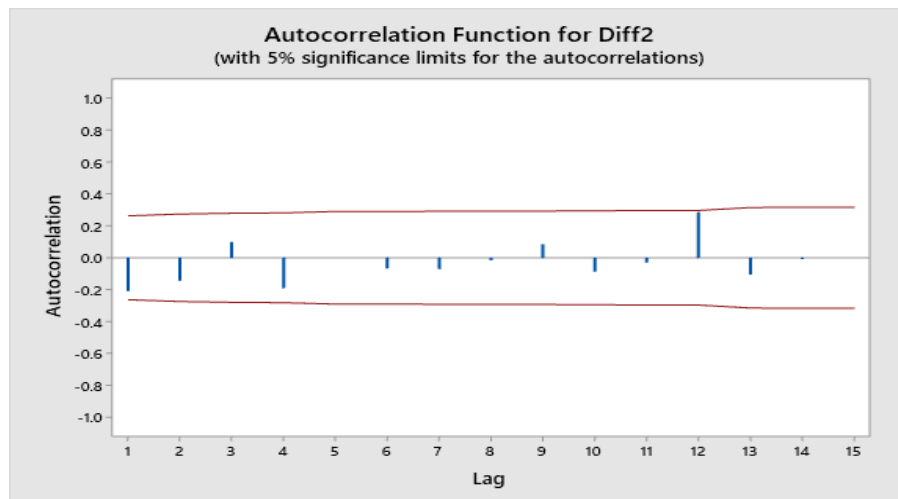


Gambar 4.6 Plot PACF Data Nilai Tukar Petani

Pada gambar 4.6 terlihat bahwa plot PACF terjadi *Cut Off* pada lag 1.

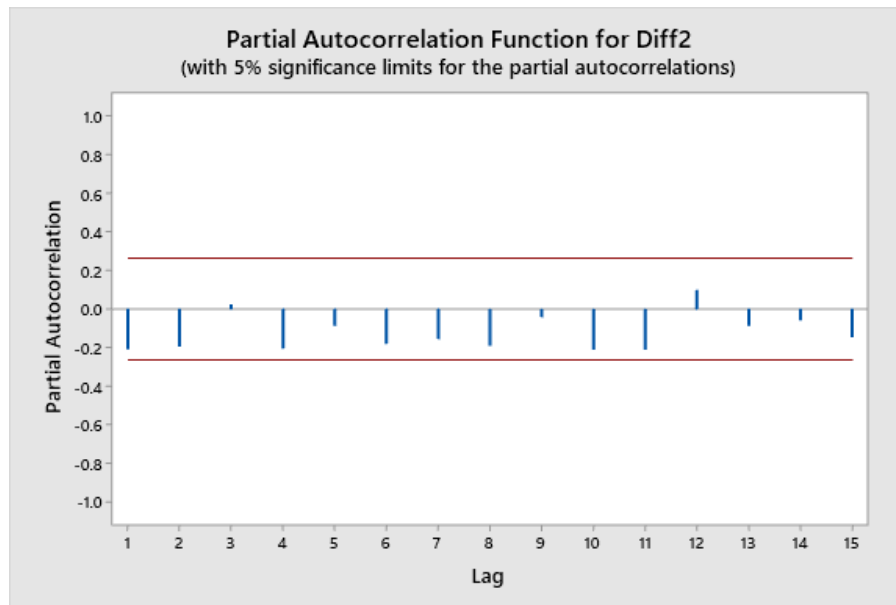
B. Penaksiran (Estimasi)

Pada tahap ini akan melihat keakuratan dari model-model sementara yang telah dipilih. Pendugaan parameter dapat dilakukan dengan melihat Plot ACF dan PACF data setelah dilakukan *differencing*. Berikut Plot ACF dan PACF data nilai tukar petani setelah *differencing* kedua



Gambar 4.7 Plot ACF Nilai Tukar Petani Hasil Differencing Kedua

Dari Gambar 4.7 terlihat bahwa pada plot ACF terjadi *dies down* dan pada Gambar 4.8 terlihat plot PACF juga terjadi *dies down*.



Gambar 4.8 Plot PACF Nilai Tukar Petani Hasil *Differencing Kedua*
Berdasarkan ACF dan PACF, Model ARIMA yang digunakan adalah ARIMA (p,2,q).

Tabel 4.1 Kandidat Model ARIMA Data Nilai Tukar Petani

Model	Variabel	Koefisien	P-value	Uji Signifikasi	MSE
ARIMA (1,2,1)	AR (1)	0.478	0.001	Signifikan	1.25861
	MA (1)	0.9782	0.000	Signifikan	
	Constant	0.0063	0.602	Tidak	
ARIMA (1,2,2)	AR (1)	0.215	0.455	Tidak	1.26428
	MA (1)	0.681	0.023	Signifikan	
	MA (2)	0.312	0.227	Tidak	
	Constant	0.01585	0.083	Tidak	
ARIMA (2,2,1)	AR (1)	-0.871	0.011	Signifikan	1.52793
	AR (2)	-0.312	0.020	Signifikan	
	MA (1)	-0.654	0.059	Tidak	
	Constant	0.054	0.842	Tidak	

* Uji signifikasi, signifikan jika $p\text{-value} < \alpha$

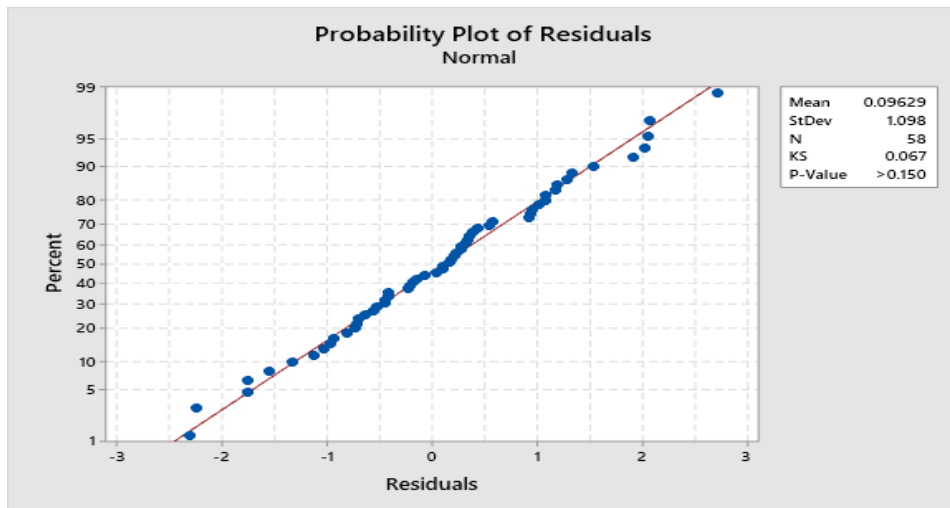
Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tabel 4.1 bahwa model ARIMA yang terbaik untuk data nilai tukar petani adalah ARIMA (1,2,1) karena memiliki nilai MSE terkecil yaitu 1.25861. Jadi model ARIMA untuk nilai tukar petani adalah

$$Z_t = 2.478Z_{t-1} - 1.956Z_{t-2} + 0.478Z_{t-3} - 0.9782a_{t-1} + a_t$$

C. Pengujian dan Penerapan

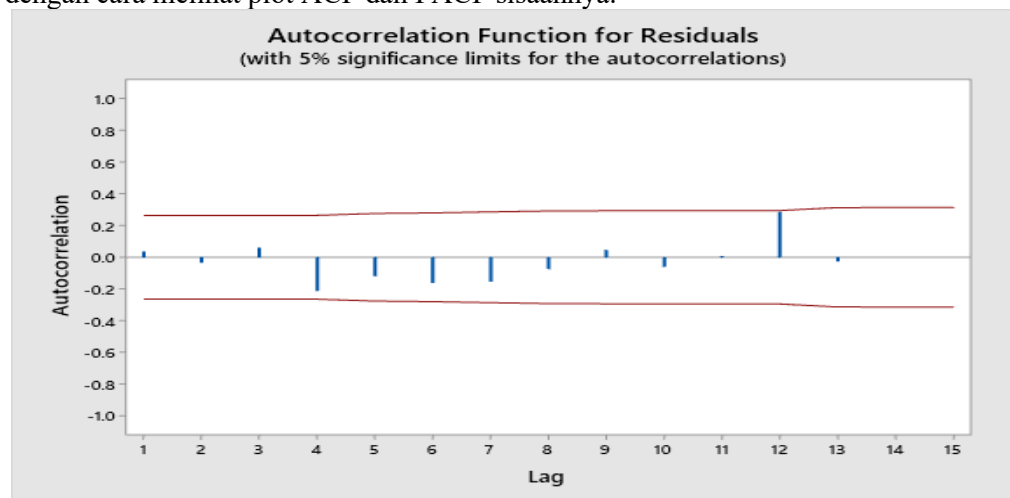
Pengujian model yang dipilih sudah cukup baik secara statistik, maka dapat dilihat dari kenormalan distribusi residualnya. Untuk melihat kenormalan distribusi residual, dapat dilihat dari Ljung-Box dimana P-value pada lag ke-12, 24, 36, dan 48 lebih besar dari 0.05 (α) sehingga dapat dikatakan bahwa residualnya sudah berdistribusi normal.

Bisa juga menggunakan uji kolmogorov-smirnov untuk menguji kenormalan data residual model tersebut.

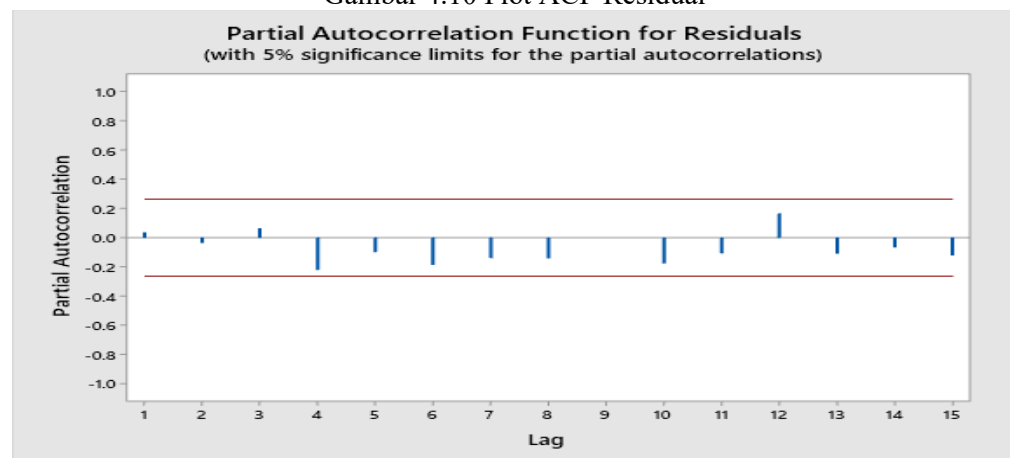


Gambar 4.9 Grafik Kenormalan Residual Data Nilai Tukar Petani

Berdasarkan Gambar 4.9 didapatkan bahwa nilai P-Value lebih besar dari 005 sehingga dapat dikatakan data berdistribusi normal. Selanjutnya dilihat ada atau tidak autokorelasi pada sisaan dengan cara melihat plot ACF dan PACF sisaannya.



Gambar 4.10 Plot ACF Residual



Gambar 4.11 Plot PACF Residual

Dari gambar 4.10 dan 4.11 terlihat bahwa tidak ada satu lag pun yang keluar dari batas signifikan artinya sisaannya tidak ada autokorelasi serta varians dari sisaan sudah homogen. Sehingga dapat dikatakan bahwa sisaannya sudah memenuhi asumsi *white noise*.

D. Peramalan

Setelah mendapatkan model terbaik untuk melakukan peramalan, maka telah bisa dilakukan peramalan pada data nilai tukar petani. Hasil peramalan tersebut disajikan dalam tabel 4.2.

Tabel 4.12 Hasil Peramalan 12 Periode Data Nilai Tukar Petani

No.	Bulan	Ramalan
1	Januari 2020	95.4351
2	Februari 2020	95.6959
3	Maret 2020	95.9466
4	April 2020	96.1988
5	Mei 2020	96.4581
6	Juni 2020	96.7270
7	Juli 2020	97.0069
8	Agustus 2020	97.2984
9	September 2020	97.6017
10	Oktober 2020	97.9171
11	November 2020	98.2445
12	Desember 2020	98.2445

V. KESIMPULAN

Model runtun waktu yang terbaik untuk peramalan dua belas bulan kedepan dari data nilai tukar petani dari Januari 2015 sampai Desember 2019 Provinsi Sumatera Barat adalah model ARIMA (1,2,1) dengan nilai MSE 1,25861, MAD 0.10156, dan MAPE 54.80166 dengan persamaan:

$$Z_t = 2.478Z_{t-1} - 1.956Z_{t-2} + 0.478Z_{t-3} - 0.9782a_{t-1} + a_t$$

Hasil Peramalan dua belas bulan ke depan dari data nilai tukar petani dari Januari 2015 sampai Desember Provinsi Sumatera Barat berturut-turut bernilai 95.4351, 95.6959, 95.9466, 96.1988, 96.4581, 96.7270, 97.0069, 97.2984, 97.6017, 97.9171, 98.2445, dan 98.2445.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. *Statistik Nilai Tukar Petani (Data 2013)*. Diakses tanggal 6 Juni 2020.
- _____. 2019. *Statistik Nilai Tukar Petani 2019*. Diakses tanggal 6 Juni 2020.
- Hendikawati, Putriaji. 2015. *Bahan Ajar Analisis Runtun Waktu*. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Makridakis, S., Wheelwright, & McG. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua*. Terjemahan Andriyanto, Untung Sus dan Abdul Basith. Jakarta: Erlangga.
- Nachrowi, N.D, Usman, H. 2006. *Pendekatan Populer dan Praktis Ekonometrika Untuk Analisa Ekonomi dan Keuangan*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta
- Santoso, Singgih. 2009. *Bussiness Forecasting Metode Peramalan Bisnis Masa Kini dengan MINITAB dan SPSS*. Jakarta: Gramedia.
- Soejoeti, Zanzawi. 1978. *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Penerbit Kanunika Universtias Terbuka

Subagyo, Pangestu. 1986. *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPFE
Sugiarto dan Harijono. 2000. *Peramalan Bisnis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
Supranto. 2001. *Statistik Teori dan Aplikasi*. Erlangga: Jakarta