

PERAMALAN NILAI EKSPOR BESI DAN BAJA DI MASA PANDEMI COVID-19

Sapto Rakhmawan
Badan Pusat Statistik

Abstract

The COVID-19 pandemic has indirectly impacted international trade activities. This also affected the decline in Indonesian exports during 2020. Amid declining Indonesian exports, iron and steel commodities showed positive growth. Iron and steel export has contributed significantly to Indonesia's non-oil and gas export. Hence, the export of iron and steel is essential for boosting the economic development. Forecasting iron and steel export, therefore, becomes a necessity to assist the government in making the right policies related to the economic development. In this study, the ARIMA model will be discussed in-depth and will be applied to forecast the export value of iron and steel. We use export value of iron and steel data from January 2009 to December 2020. The results show that the ARIMA model is suitable for modeling iron and steel export data and the export value of iron and steel will increase for the next 12 periods.

Keywords: ARIMA model, export, forecasting, iron and steel, time series

JEL Classification: C22, F17

PENDAHULUAN

Pandemi COVID-19 telah melanda semua negara di seluruh dunia. Pandemi COVID-19 memberikan dampak yang luas terhadap kehidupan sosial maupun ekonomi masyarakat, termasuk Indonesia. Aktivitas perdagangan internasional juga tak luput terkena imbasnya. Adanya kebijakan lockdown di semua negara membuat aktivitas perdagangan internasional menjadi melambat. Secara tidak langsung hal tersebut juga berpengaruh terhadap menurunnya ekspor Indonesia selama tahun 2020. Namun demikian, ditengah menurunnya ekspor Indonesia tersebut, ada beberapa komoditas ekspor yang meningkat, diantaranya adalah komoditas besi dan baja. Peningkatan ekspor besi dan baja mencapai US\$ 3,37 miliar atau 18,43 persen dibanding tahun 2019 (BPS, 2021).

Ekspor besi dan baja memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap ekspor nonmigas Indonesia. Hal tersebut menjadi penting dalam rangka meningkatkan perekonomian bangsa. Selama tahun 2020, nilai ekspor besi dan baja mencapai US\$ 10,86 miliar atau mempunyai peran sebesar 7,01 persen terhadap ekspor nonmigas Indonesia (BPS, 2021). Peramalan nilai ekspor besi dan baja menjadi perlu dilakukan untuk mengetahui potensi ekspor besi dan baja di masa mendatang serta untuk mendukung pemerintah dalam membuat kebijakan yang tepat terkait pembangunan ekonomi.

Penelitian terkait ekspor komoditas besi dan baja masih jarang dilakukan. Penelitian yang pernah dilakukan diantaranya adalah penelitian (Andriani, 2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor penentu permintaan dan

penawaran ekspor pada industri besi baja, mesin-mesin, dan otomotif Indonesia ke Singapura, Malaysia, Thailand, Filipina, dan Jepang adalah berbeda di masing-masing negara. Faktor penentu tersebut adalah investasi domestik, FDI Indonesia, inflasi, GDP perkapita negara tujuan, dan nilai tukar riil importir.

Dalam penelitian ini dilakukan peramalan ekspor besi dan baja dengan menggunakan teknik analisis data time series. Metode yang digunakan adalah Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Metode ARIMA merupakan suatu statistik yang cocok digunakan untuk meramalkan suatu variabel secara sederhana, murah, cepat, dan akurat karena hanya menggunakan data variabel yang akan diramalkan. Metode ARIMA menggunakan pendekatan yang bersifat iteratif dalam proses indentifikasi suatu model. Model yang dipilih diuji kembali dengan data masa lalu untuk melihat apakah model tersebut dapat menggambarkan keadaan data secara akurat atau tidak (Hartati, 2017).

Metode ARIMA sudah pernah digunakan dalam berbagai penelitian terkait peramalan ekspor Indonesia, diantaranya adalah penelitian tentang ekspor di Provinsi Sumatera Barat (Oktreza & Yozza, 2017), penelitian tentang nilai ekspor Indonesia (Lailiyah & Manuharawati, 2018), penelitian tentang ekspor minyak kelapa sawit (Rakhmawan, 2019), penelitian tentang ekspor beras nasional (Sa'diah & Tamami, 2020). Dari penelitian mereka, Metode ARIMA cukup mampu untuk menjelaskan model peramalan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan nilai ekspor besi dan baja dengan menggunakan Metode ARIMA. Peramalan nilai ekspor besi dan baja dilakukan untuk 12 periode yang akan datang.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Ekspor

Kegiatan ekspor dalam sistem perdagangan umum merupakan arus barang ke luar wilayah atau negara setelah melalui penyelesaian pabean, baik bersifat komersial atau nonkomersial (barang hibah, sumbangan, hadiah), termasuk barang bergerak seperti: kapal laut, pesawat udara, satelit, serta barang yang akan diolah di luar negeri yang hasilnya dimasukkan kembali ke negara asal. Barang-barang yang tidak termasuk dalam pencatatan statistik ekspor adalah: pakaian, barang pribadi dan perhiasan milik penumpang yang bepergian keluar negeri; barang-barang yang dikirim untuk perwakilan suatu negara di luar negeri; barang untuk eksebisi/pameran; peti kemas untuk diisi kembali; uang dan surat-surat berharga; dan barang-barang untuk contoh (UNSD, 2011).

Transformasi Box-Cox

Transformasi data dilakukan apabila ragam data tidak stasioner. Transformasi yang dilakukan menggunakan metode Transformasi Box-Cox. Metode ini diperkenalkan oleh Box dan Cox pada tahun 1964 (Wei, 2006). Aturan transformasi Box-Cox tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 Transformasi Box-Cox

Nilai λ (lambda)	Transformasi
-1	$1/Y_t$
-0,5	$1/\sqrt{Y_t}$
0	$\ln Y_t$
0,5	$\sqrt{Y_t}$
1	Y_t (tidak transformasi)

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa, metode transformasi Box-Cox cukup efektif dalam mengatasi permasalahan data yang tidak homogen. Penelitian tersebut diantaranya adalah penelitian tentang penggunaan metode transformasi Box Cox pada model regresi berganda untuk mengetahui faktor yang berpengaruh pada produktivitas penangkapan ikan laut (Wilujeng, 2018) dan penelitian tentang perbandingan transformasi Box-Cox dan Regresi Kuantil Median dalam mengatasi heteroskedastisitas (Cahyani, dkk, 2015).

Metode ARIMA

Metode yang digunakan dalam peramalan nilai ekspor besi dan baja adalah metode analisis deret waktu ARIMA. Metode ARIMA sering juga disebut sebagai metode Box-Jenkins. ARIMA merupakan singkatan dari *Autoregressive Integrated Moving Average*. Metode ini merupakan teknik peramalan deret waktu yang hanya berdasarkan perilaku data variabel yang diamati. Didalam metode ini tidak ada asumsi khusus terhadap datanya, tetapi menggunakan metode iteratif untuk mendapatkan model yang paling baik. Model yang paling baik akan diperoleh apabila residual antara model peramalan dan data sebenarnya kecil, dan didistribusikan secara acak dan independent. Model ini terdiri dari beberapa model, yaitu: *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), *Autoregressive Moving Average* (ARMA), dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) (Widarjono, 2005).

Pada data deret waktu yang rata-ratanya tidak stasioner, perlu dilakukan proses *differencing* (pembedaan) untuk membuat data menjadi stasioner. Pembedaan merupakan proses menyelisihkan data periode tertentu dengan data periode sebelumnya. Peubah respons Y_t mengikuti model ARIMA apabila hasil pembedaan ke-d, $W_t = \nabla^d Y_t$ merupakan proses ARMA yang stasioner. Dengan kata lain, jika W_t adalah ARMA(p,q), maka Y_t adalah ARIMA(p,d,q).

Mengacu pada Cryer 2008, bentuk umum ARIMA (p,d,q) adalah

$$\phi(B)(1 - B)^d Y_t = \theta(B)e_t \quad (1)$$

dengan B disebut sebagai operator *backshift*, $BY_t = Y_{t-1}$ dan $(1 - B)^d = \nabla^d$; ϕ adalah parameter *autoregressive*; θ adalah parameter *moving average*; dan e_t adalah nilai residual pada saat-t.

Model ARIMA(p,d,q) juga dapat dituliskan menjadi

$$(1 - B)^d Y_t = \mu + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} e_t \quad (2)$$

dengan μ adalah nilai rata-rata,

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q,$$

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p.$$

Untuk $d=1$ dan $W_t = Y_t - Y_{t-1}$, Model $ARIMA(p,1,q)$ dapat dituliskan sebagai berikut:

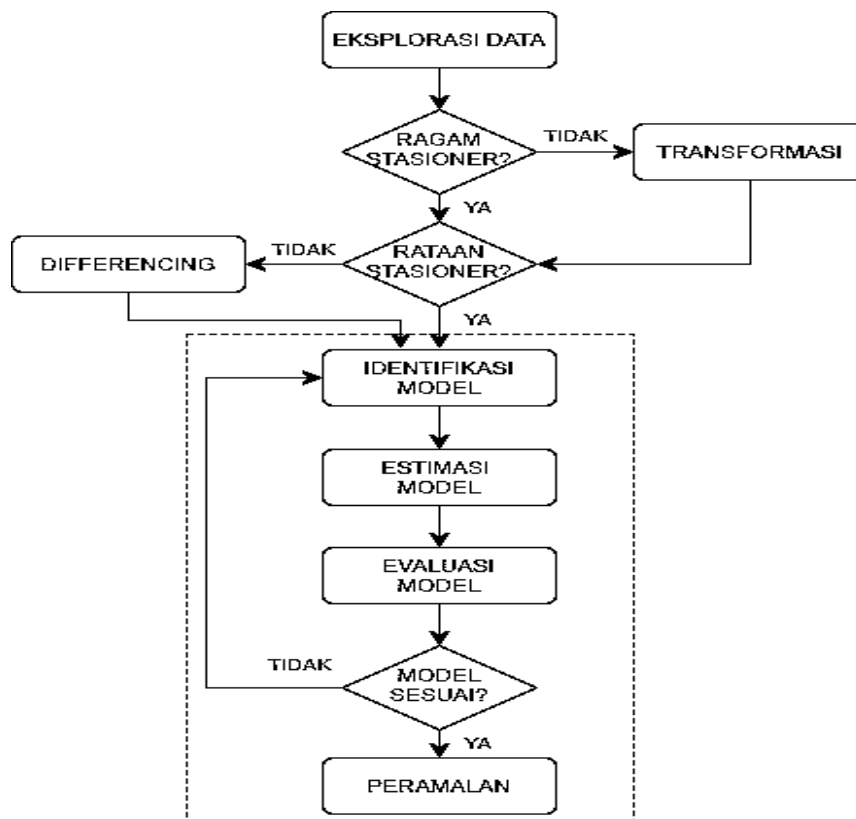
$$W_t = \phi_1 W_{t-1} + \phi_2 W_{t-2} + \dots + \phi_p W_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (3)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data nilai ekspor besi dan baja periode bulanan, dimulai dari Januari 2009 sampai dengan Desember 2020. Satuan nilai ekspor besi dan baja adalah dalam satuan juta US\$. Data tersebut bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS). Komoditas ekspor besi dan baja yang digunakan dalam penelitian ini adalah komoditas yang didasarkan pada kode *Harmonize System (HS) 72* (Ditjen Bea dan Cukai, 2011).

Prosedur Box-Jenkins terdiri dari beberapa tahapan yaitu identifikasi model, estimasi model, evaluasi model, dan peramalan (Firdaus, 2020). Tahapan pemodelan ARIMA dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram alir berikut:

Gambar 1 Diagram Alir Pemodelan ARIMA



Identifikasi Model

Identifikasi model dilakukan terhadap tiga hal. Pertama, identifikasi terhadap pola data, apakah ada unsur musiman atau tidak. Kedua, identifikasi terhadap kestasioneran data. Ketiga, identifikasi terhadap perilaku *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Identifikasi model merupakan tahapan penting dalam pembentukan model ARIMA. Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan nilai p , d , dan q sebagai pembentukan model tentatif ARIMA. Nilai p , d , dan q adalah nilai yang ditentukan ketika data sudah stasioner.

Apabila data deret waktu diplotkan terhadap waktu dan tidak ada perubahan nilai tengah dari waktu ke waktu, maka data deret waktu tersebut stasioner pada nilai tengahnya. Sedangkan apabila data deret waktu yang diplotkan tidak memperlihatkan perubahan ragam yang jelas dari waktu ke waktu, maka data deret waktu tersebut stasioner pada ragamnya (Makridakis, 1999).

Metode yang digunakan dalam menentukan kestasioneran data adalah dengan mengamati korelogram melalui ACF dan uji Augmented Dickey Fuller (ADF). ACF menjelaskan seberapa besar korelasi data yang berurutan dalam runtut waktu. Data deret waktu yang tidak stasioner memiliki pola correlogram yang menurun secara eksponensial mendekati titik nol atau nilai-nilai koefisien otokorelasinya berbeda nyata dari nol dan nilainya mengecil secara eksponensial. Sebaliknya, data deret waktu yang stasioner memiliki pola correlogram dengan nilai positif atau negatif disekitar titik nol atau tidak berbeda nyata dengan nol (Juanda, 2012). Uji ADF merupakan uji formal untuk mengetahui kestasioneran data. Uji formal ini dikenal sebagai uji akar unit. Hipotesis yang digunakan adalah: H_0 : data memiliki akar unit atau tidak stasioner dan H_1 : data tidak memiliki akar unit atau stasioner (Widarjono, 2005).

Estimasi Model

Pada tahap estimasi model, pertama-tama dihitung nilai estimasi awal untuk parameter-parameter dari model tentatif. Kemudian, dengan menggunakan program komputer melalui proses iterasi akan diperoleh estimasi akhir parameter. Kemajuan di bidang komputasi telah memudahkan prosedur untuk mengestimasi parameter model ARIMA tentatif tersebut. Dalam menentukan model yang terbaik, maka akan dipilih model yang mempunyai nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Schwarz Bayesian Criterion* (SBC) terkecil (Wei, 2006).

Evaluasi Model

Setelah diperoleh persamaan untuk model tentatif, maka dilakukan uji diagnostik untuk menguji kedekatan model dengan data dan mendapatkan model yang mampu menjelaskan data dengan baik. Uji ini dilakukan dengan menguji nilai residual dan dengan menguji signifikansi dan hubungan-hubungan antar parameter. Jika hasilnya tidak memenuhi syarat, maka model harus diperbaiki dan mengulangi langkah-langkah sebelumnya. Uji diagnostik yang dilakukan adalah uji non-autokorelasi, uji kehomogenan ragam, dan uji kenormalan. Uji non-autokorelasi dilakukan dengan melihat nilai statistik Q atau plot ACF dan PACF pada residualnya. Uji Kehomogenan ragam dilakukan dengan melihat nilai statistik Q atau plot ACF dan PACF pada kuadrat residualnya. Uji kenormalan dengan melihat nilai

statistik Jarque-Bera. Jika hasil uji statistik menunjukkan H_0 diterima, maka uji diagnostik residual terpenuhi (Widarjono, 2005).

Untuk melihat tingkat akurasi model dalam meramalkan data, maka dihitung *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Berikut adalah tabel signifikansi nilai MAPE (Hutasuhut dkk, 2014):

Tabel 2 Signifikansi Nilai MAPE

MAPE	Kemampuan Peramalan
kurang 10%	sangat baik
10% - 20%	baik
20% - 50%	memadai
lebih 50%	buruk

Peramalan

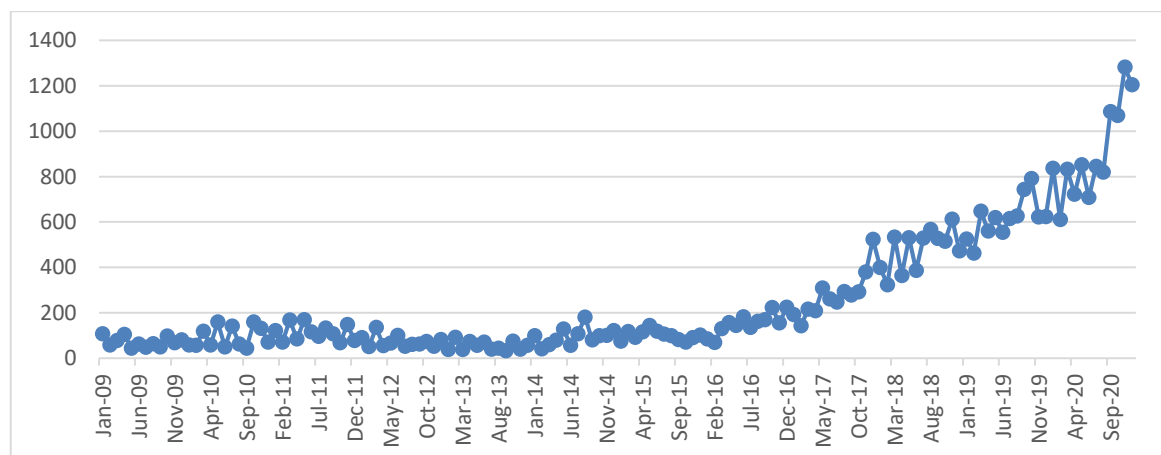
Setelah model terbaik didapatkan dan tingkat akurasi modelnya baik, maka model tersebut bisa digunakan untuk peramalan. Dalam banyak kasus, peramalan jangka pendek dengan model ARIMA lebih baik dibandingkan metode peramalan ekonometrika tradisional (Widarjono, 2005). Peramalan akan dilakukan untuk 12 periode kedepan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekspor Besi dan Baja Indonesia

Perkembangan ekspor besi dan baja Indonesia selama periode Januari 2009 sampai dengan Desember 2020 dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah. Secara umum, perkembangan ekspor besi dan baja dari periode Januari 2009 sampai dengan Desember 2020 menunjukkan peningkatan. Pada Januari 2009, ekspor besi dan baja mencapai US\$ 107,0 juta. Pada Desember 2020, ekspor besi dan baja mencapai US\$ 1.203,8 juta.

Gambar 2 Perkembangan Ekspor Besi dan Baja Indonesia (Juta US\$), 2009-2020



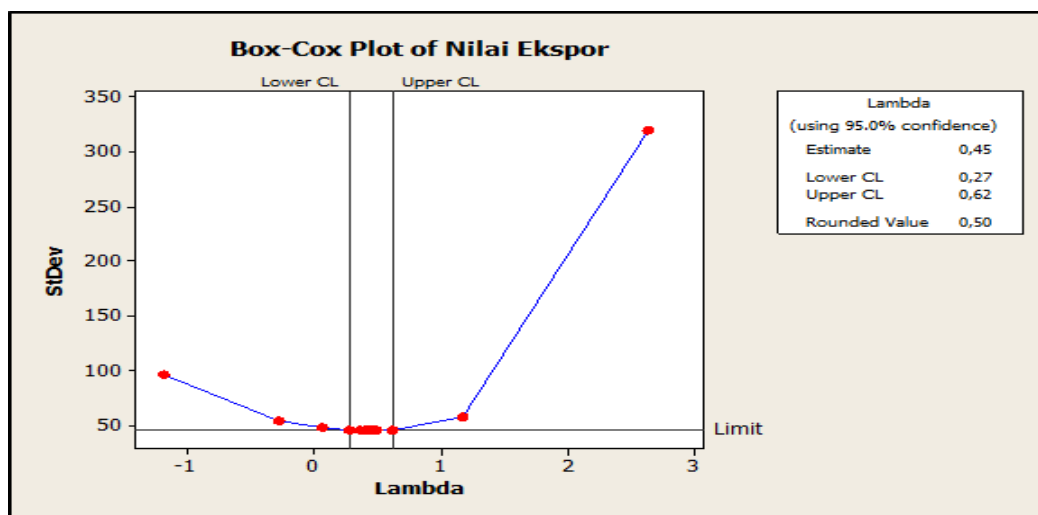
Ekspor terendah terjadi pada September 2013, eksportnya mencapai US\$ 32,4 juta. Sedangkan ekspor tertinggi terjadi pada November 2020, eksportnya mencapai US\$ 1.281,5 juta. Selama periode tersebut, rata-rata ekspor besi dan baja sebesar US\$ 252,5 juta. Dari grafik tersebut bisa dilihat juga bahwa mulai Desember 2017, peningkatan ekspor besi dan baja cukup tinggi.

Pada periode berikutnya, eksportnya juga cenderung semakin meningkat. Hal ini cukup menarik perhatian, bahwa di tengah masa pandemi Covid-19, permintaan ekspor besi dan baja dari luar negeri justru bertambah. Bahkan pada September 2020 terjadi peningkatan yang paling tinggi, yaitu meningkat sebesar US\$ 265,4 juta.

Transformasi Box-Cox

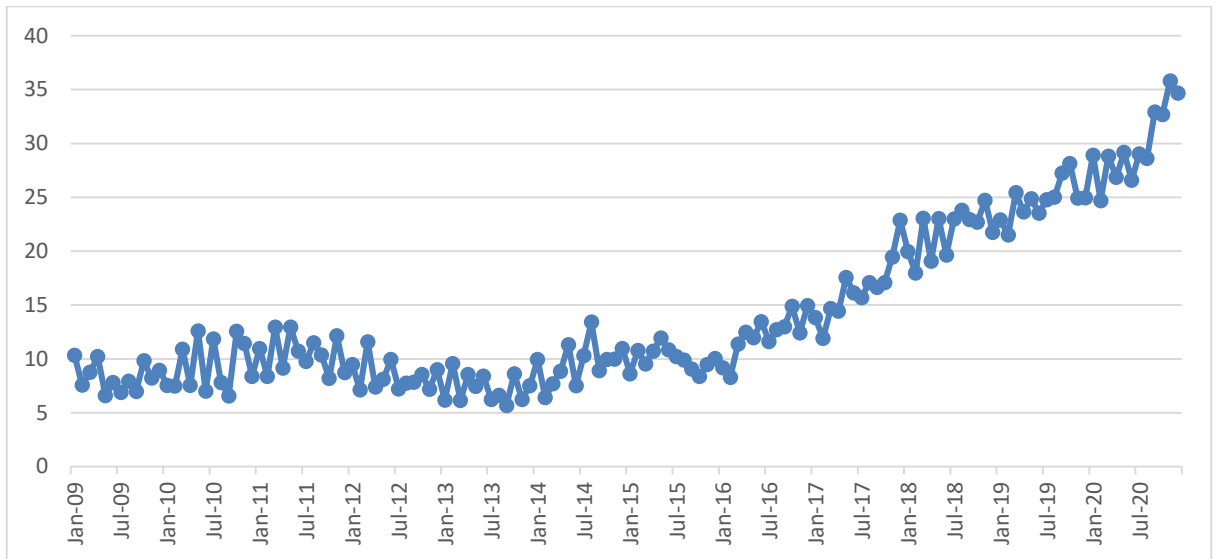
Dengan menggunakan metode transformasi Box-Cox, nilai parameter λ (lambda) yang diperoleh sebesar 0,5 dari selang kepercayaan antara 0,27 sampai dengan 0,62 seperti pada Gambar 3, sehingga data nilai ekspor besi dan baja ditransformasikan ke dalam bentuk akar dari data aslinya.

Gambar 3 Transformasi Box-Cox

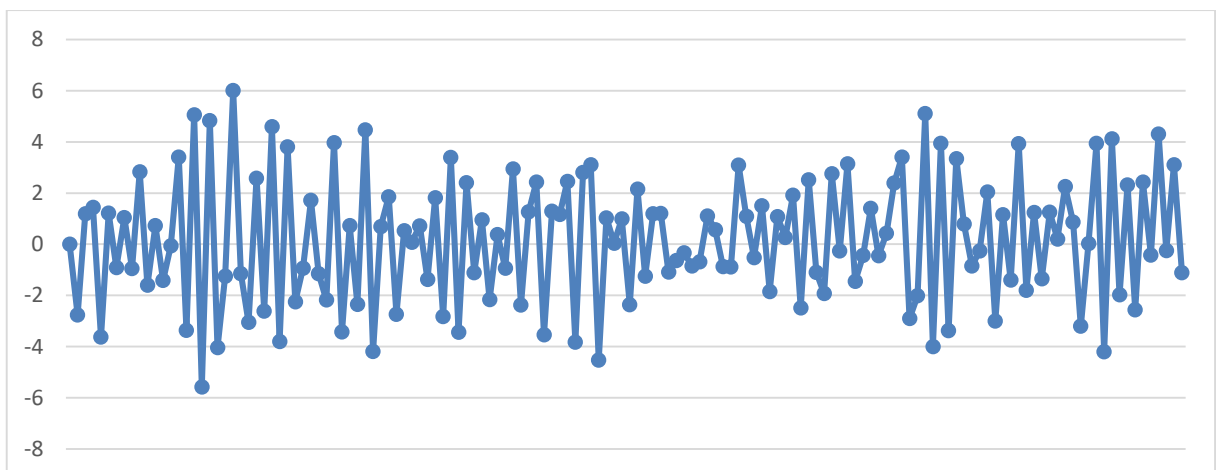


Identifikasi Model ARIMA

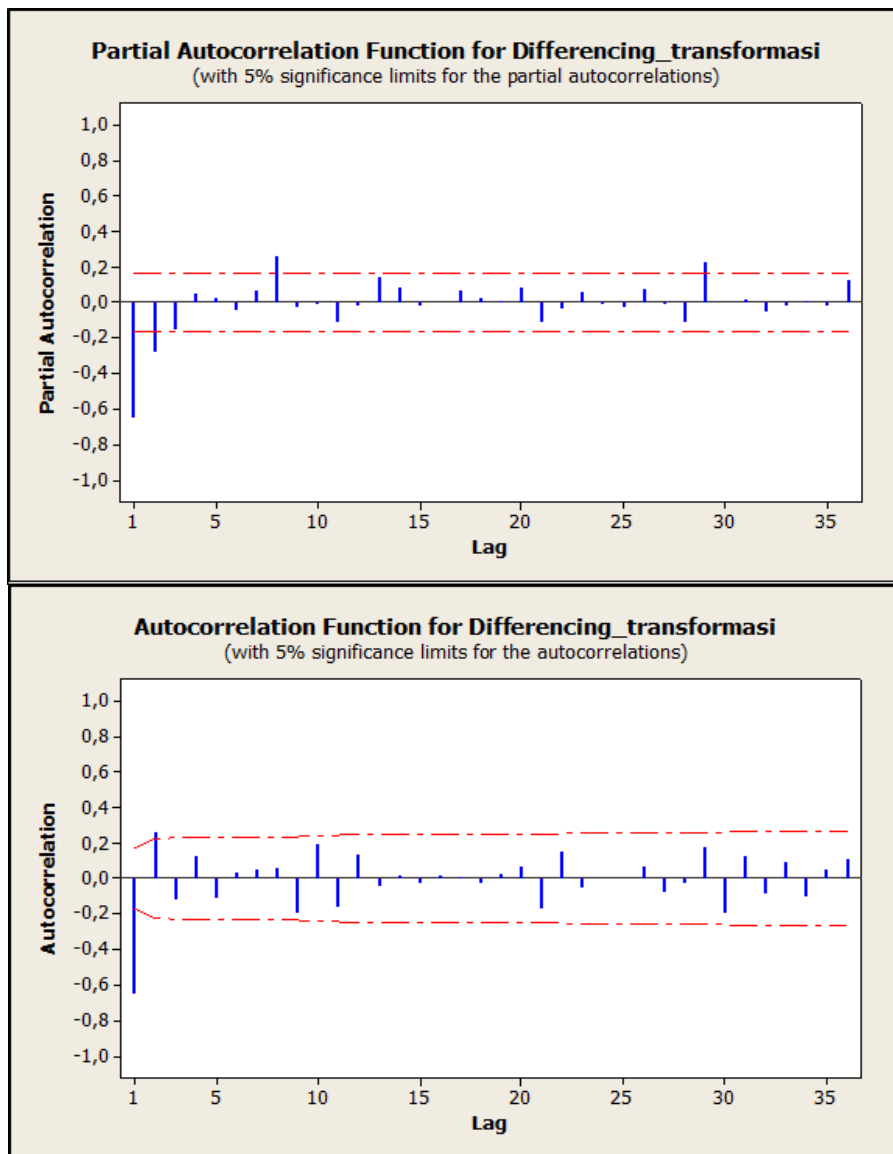
Gambar 4 menunjukkan data yang sudah ditransformasi dan bisa dilihat bahwa tidak ada indikasi musiman. Jika dilihat ragamnya, ragam data sudah terlihat stasioner, namun jika dilihat rata-ratanya belum stasioner. Untuk mendapatkan rata-rata yang stasioner perlu dilakukan proses *differencing* pada data yang sudah ditransformasi.

Gambar 4 Transformasi Data Ekspor Besi dan Baja Indonesia (Juta US\$)

Gambar 5 merupakan hasil *differencing* pertama terhadap data ekspor besi dan baja yang sudah ditransformasi. Hasil *differencing* tersebut menunjukkan bahwa rata-rata data yang sudah ditransformasi sudah stasioner.

Gambar 5 Differencing Pertama Data Transformasi

Dengan menggunakan plot ACF dan plot PACF seperti pada Gambar 6, dapat dilihat juga kestasioneran data yang sudah ditransformasi dan di-*differencing*. Berdasarkan plot ACF yang bersifat *cuts off*, maka bisa dikatakan bahwa data sudah stasioner.

Gambar 6 Plot ACF dan Plot PACF

Uji kestasioner data dengan menggunakan uji Augmented Dickey Fuller (ADF), diperoleh nilai t statistik sebesar -14,20593 atau nilai p 0,0000. Hal ini mengindikasikan bahwa H_0 ditolak, yang berarti bahwa data sudah stasioner.

Berdasarkan plot ACF dan plot PACF seperti pada Gambar 6, dapat diperoleh beberapa model tentatif ARIMA(p,d,q). Model awal yang didapat adalah ARIMA(2,1,2). Selanjutnya adalah beberapa kombinasi model ARIMA dari ordo yang didapatkan tadi yaitu ARIMA (1,1,2), ARIMA (0,1,2), ARIMA (2,1,1), ARIMA (2,1,0), ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,0), dan ARIMA (1,1,1).

Estimasi Model ARIMA

Setelah mendapatkan beberapa model ARIMA tentatif, selanjutnya adalah melakukan estimasi model pada masing-masing model tentatif. Dari beberapa kombinasi model, maka diperoleh model ARIMA(1,1,1) sebagai model yang paling baik. Hal itu didasarkan pada nilai penduga parameter yang signifikan serta nilai AIC dan nilai SBC yang terkecil. Hasil estimasi model ARIMA(1,1,1) adalah sebagai berikut:

Gambar 7 Estimasi Model ARIMA(1,1,1)

Dependent Variable: D(TRANSFORMASI_NILAI)
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 09/13/21 Time: 13:20
Sample (adjusted): 2009M03 2020M12
Included observations: 142 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 13 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
MA Backcast: 2009M02

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.184323	0.060626	3.040345	0.0028
AR(1)	-0.426565	0.106360	-4.010580	0.0001
MA(1)	-0.431067	0.109133	-3.949923	0.0001

R-squared	0.474839	Mean dependent var	0.190969
Adjusted R-squared	0.467283	S.D. dependent var	2.465617
S.E. of regression	1.799592	Akaike info criterion	4.033897
Sum squared resid	450.1557	Schwarz criterion	4.096344
Log likelihood	-283.4067	Hannan-Quinn criter.	4.059273
F-statistic	62.84040	Durbin-Watson stat	2.013480
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	-.43
Inverted MA Roots	.43

Model ARIMA(1,1,1) pada data transformasi yang didapatkan adalah:

$$Z_t = 0,5734 Z_{t-1} + 0,4266 Z_{t-2} + e_t + 0,4311 e_{t-1}$$

Evaluasi Model ARIMA

Evaluasi model dilakukan pada model ARIMA yang sudah dipilih yaitu ARIMA(1,1,1). Evaluasi model merupakan uji diagnostik terhadap residual model. Uji non-autokorelasi dapat dilihat pada Gambar 8. Uji ini untuk melihat apakah residual sudah terbebas dari korelasi terhadap residual lainnya. Dilihat dari nilai *probability* diatas 5%, maka dapat dikatakan bahwa residual sudah memenuhi asumsi non-autokorelasi.

Gambar 8 ACF, PACF, dan Statistik Q dari Residual Model ARIMA(1,1,1)

Date: 09/13/21 Time: 15:45

Sample: 2009M01 2022M12

Included observations: 142

Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.010	-0.010	0.0147	
		2	-0.012	-0.013	0.0372	
		3	0.043	0.043	0.3102	0.578
		4	0.078	0.078	1.2032	0.548
		5	-0.036	-0.034	1.3984	0.706
		6	0.090	0.090	2.6294	0.622
		7	0.206	0.204	9.0490	0.107
		8	0.039	0.047	9.2757	0.159
		9	-0.165	-0.169	13.446	0.062
		10	0.062	0.027	14.034	0.081
		11	-0.008	-0.034	14.043	0.121
		12	0.145	0.168	17.340	0.067
		13	0.101	0.103	18.954	0.062
		14	0.013	-0.054	18.983	0.089
		15	0.010	0.012	19.000	0.123
		16	0.024	0.060	19.095	0.161
		17	0.042	0.050	19.378	0.197
		18	0.013	-0.028	19.405	0.248
		19	0.085	0.013	20.598	0.245
		20	0.047	-0.018	20.966	0.281
		21	-0.126	-0.083	23.647	0.210
		22	0.073	0.093	24.551	0.219
		23	0.033	-0.001	24.735	0.259
		24	-0.006	-0.034	24.742	0.310
		25	0.076	0.067	25.742	0.313
		26	0.059	0.029	26.349	0.336
		27	-0.066	-0.070	27.122	0.350
		28	0.055	0.104	27.673	0.375
		29	0.169	0.140	32.855	0.202
		30	-0.082	-0.157	34.096	0.198
		31	0.013	0.036	34.125	0.235
		32	-0.008	-0.092	34.137	0.275
		33	0.045	0.051	34.519	0.303
		34	-0.049	0.034	34.982	0.328
		35	0.132	0.077	38.336	0.240
		36	0.175	0.118	44.219	0.113

Uji berikutnya adalah uji kehomogenan ragam, yaitu mengamati ACF, PACF, dan statistik Q pada kuadrat residualnya. Uji ini ditunjukkan pada Gambar 9. Uji ini untuk melihat apakah residual mempunyai ragam yang konstan. Dilihat dari nilai *Probability* diatas 5%, maka dapat dikatakan bahwa residual sudah memenuhi asumsi kehomogenan ragam.

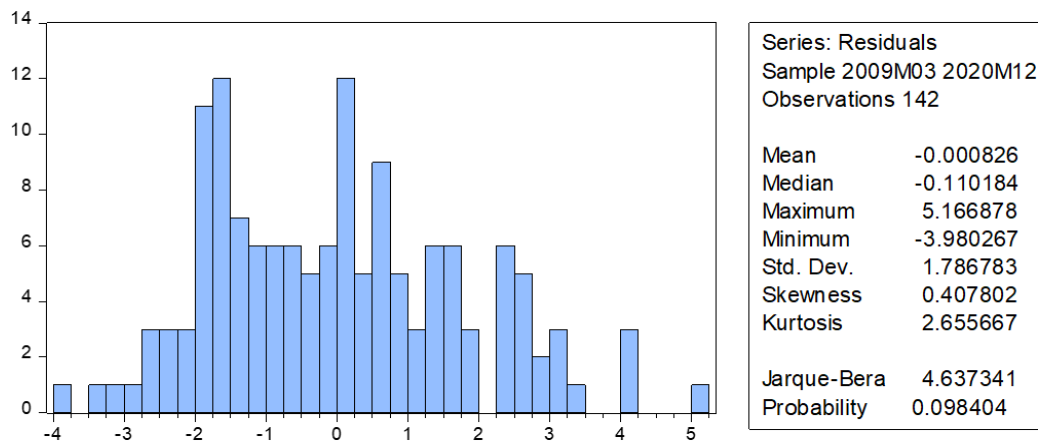
Gambar 9 ACF, PACF, dan Statistik Q dari Residual Kuadrat Model ARIMA(1,1,1)

Date: 09/13/21 Time: 15:45
 Sample: 2009M01 2022M12
 Included observations: 142

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.137	0.137	2.7308	0.098
		2	0.110	0.093	4.4906	0.106
		3	0.078	0.053	5.3826	0.146
		4	-0.058	-0.086	5.8750	0.209
		5	-0.081	-0.079	6.8482	0.232
		6	-0.069	-0.042	7.5663	0.272
		7	0.043	0.086	7.8448	0.346
		8	-0.063	-0.062	8.4586	0.390
		9	-0.051	-0.055	8.8577	0.451
		10	0.035	0.038	9.0491	0.527
		11	-0.068	-0.059	9.7644	0.552
		12	0.038	0.057	9.9934	0.617
		13	0.032	0.021	10.159	0.681
		14	-0.060	-0.087	10.741	0.706
		15	-0.101	-0.104	12.387	0.650
		16	-0.081	-0.045	13.444	0.640
		17	-0.036	0.006	13.654	0.691
		18	-0.073	-0.030	14.530	0.694
		19	-0.028	-0.038	14.656	0.744
		20	0.065	0.047	15.356	0.756
		21	0.042	0.046	15.659	0.789
		22	0.089	0.064	16.997	0.764
		23	-0.033	-0.094	17.190	0.800
		24	-0.061	-0.093	17.841	0.811
		25	-0.026	-0.005	17.957	0.844
		26	-0.058	-0.013	18.559	0.855
		27	-0.026	-0.003	18.681	0.881
		28	-0.057	-0.056	19.267	0.890
		29	-0.069	-0.094	20.120	0.889
		30	-0.000	0.020	20.120	0.913
		31	-0.001	0.033	20.121	0.933
		32	-0.043	-0.083	20.466	0.943
		33	0.192	0.184	27.393	0.742
		34	0.095	0.024	29.087	0.707
		35	0.101	0.063	31.044	0.660
		36	-0.086	-0.134	32.476	0.637

Uji selanjutnya adalah, uji kenormalan residual. Uji statistik yang digunakan adalah Uji Statistik Jarque-Bera. Hasil uji kenormalan seperti pada Gambar 10. Berdasarkan Gambar 9 bisa dikatakan bahwa residual sudah mengikuti distribusi normal.

Gambar 10 Uji Kenormalan dari Residual Model ARIMA(1,1,1)



Berdasarkan tiga uji diagnostik residual diatas, dapat dikatakan bahwa model ARIMA(1,1,1) sudah baik dalam memodelkan ekspor besi dan baja Indonesia.

Pengukuran akurasi model melalui *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dilakukan terhadap data periode Juli 2020 sampai dengan Desember 2020. Nilai MAPE yang diperoleh sebesar 16,50 persen. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan peramalan sudah cukup baik, sehingga model ARIMA (1,1,1) akan digunakan dalam peramalan.

Peramalan

Model ARIMA(1,1,1) digunakan untuk meramalkan ekspor besi dan baja Indonesia selama 12 periode kedepan. Hasil peramalan dapat ditunjukkan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Hasil Peramalan Ekspor Besi dan Baja (Juta US\$)

Periode	Nilai Ekspor
Januari 2021	1 210,6
Februari 2021	1 223,5
Maret 2021	1 236,4
April 2021	1 249,4
Mei 2021	1 262,5
Juni 2021	1 275,6
Juli 2021	1 288,8
Agustus 2021	1 302,1
September 2021	1 315,4
Oktober 2021	1 328,8
November 2021	1 342,3
Desember 2021	1 355,8

KESIMPULAN

Data nilai ekspor besi dan baja Indonesia cenderung bersifat fluktuatif dan tidak stasioner dalam rata-rata dan ragam. Dengan transformasi dan differencing satu kali, data nilai ekspor besi dan baja menjadi stasioner. Peramalan nilai ekspor besi dan baja Indonesia dengan pendekatan model ARIMA menghasilkan model yang layak digunakan. Model ARIMA yang diperoleh adalah model ARIMA(1,1,1). Hasil peramalan nilai ekspor besi dan baja Indonesia untuk 12 bulan kedepan cenderung terus meningkat.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan, antara lain masih menggunakan satu variabel dalam peramalan nilai ekspor besi dan baja. Untuk kedepannya, disarankan untuk memperluas cakupan dengan menambah variabel lain yang mungkin berpengaruh terhadap nilai ekspor besi dan baja. Selain itu, model selain ARIMA mungkin bisa diterapkan dalam peramalan ekspor besi dan baja.

Jika dilihat dari hasil peramalan ekspor besi dan baja yang terus meningkat, pengendalian ekspor besi dan baja perlu dilakukan oleh pemerintah. Hal ini penting dilakukan karena komoditas besi dan baja merupakan komoditas yang bahan dasarnya dari alam, yang akan habis jika dipergunakan terus menerus.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, T. *Analisis Ekspor Industri Besi Baja, Mesin-mesin, dan Otomotif*. Jurnal Ilmiah Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya Malang Vol.5 No.2.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Ekspor 2020, Jilid I*.
- Cahyani, N.W.Y., dkk. 2015. *Perbandingan Transformasi Box-Cox dan Regresi Kuantil Median dalam Mengatasi Heteroskedastisitas*. E-Jurnal Matematika Vol. 4 (1) , Januari 2015, Hal. 8-13.
- Cryer, J.D. dan Chan, K.S. 2008. *Time Series Analysis with Application in R*. New York: Springer.
- Department of Economic and Social Affairs Statistics Division UNSD. 2011. *International Merchandise Trade Statistics: Concepts and Definitions 2010*.
- Direktorat Jenderal Bea dan Cukai, Kementerian Keuangan Republik Indonesia. 2017. *Buku Tarif Kepabeanan Indonesia 2017*.
- Juanda, B dan Junaidi. 2012. *Ekonometrika Deret Waktu, Teori dan Aplikasi*. Bogor: IPB Press.
- Firdaus, M. 2020. *Aplikasi Ekonometrika dengan E-Views, Stata, dan R*. Bogor: IPB Press.
- Hartati. 2017. *Penggunaan Metode Arima dalam Meramal Pergerakan Inflasi*. Jurnal Matematika, Saint, dan Teknologi, Vol. 18 No. 1 Hal. 1-10.
- Hutasuhut, dkk. 2014. *Pembuatan Aplikasi Pendukung Keputusan Untuk Peramalan Persediaan Bahan Baku Produksi Plastik Blowing dan Inject Menggunakan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) Di CV Asia*. Jurnal Teknik Pomits Vol.3 No.2 Hal 169-174.

- Lailiyah, W.H. 2018. *Penerapan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (Arima) pada Peramalan Nilai Ekspor di Indonesia*. Jurnal Ilmiah Matematika MATHunesa Vol. 6 No. 3 Hal. 45-52.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C. dan McGee, V.E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan, Edisi Kedua, Jilid 1*. Andriyanto U S and Basith A, translators. Jakarta: Erlangga. The Indonesian translation of: Forecasting, 2nd Edition.
- Oktreza, Y, dkk. 2017. *Peramalan Nilai Ekspor di Provinsi Sumatera Barat dengan Metode Arima (Autoregressive Integrated Moving Average)*. Jurnal Matematika UNAND Vol. VI No. 3 Hal. 16-22.
- Rakhmawan, S. 2019. *Peramalan Ekspor Minyak Kelapa Sawit Indonesia Menggunakan Model ARIMA*. Jurnal Matematika dan Statistika serta Aplikasinya Vol. 7 No. 2 Hal. 44-48.
- Sa'diah, S.A. dan Tamami, N.D.B. 2020. *Proyeksi Ekspor Beras Nasional Melalui Gerakan Tiga Kali Lipat Ekspor (Gratieks) Pertanian Indonesia*. Jurnal Pamator Vol. 13 No 2. Hal. 159-169.
- Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods, Second Edition*. New York: Pearson Education, Inc.
- Widarjono, A (2005). *Ekonometrika: Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*. Yogyakarta: Penerbit Ekonisia.
- Wilujeng, F.R. 2018. *Metode Transformasi Box Cox pada Model Regresi Berganda Untuk Mengetahui Faktor yang Berpengaruh pada Produktivitas Penangkapan Ikan Laut*. Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, dan Ilmu Kesehatan Vol. 2, No. 1, April 2018: hal 166-175.