

PERAMALAN HASIL PRODUKSI ALUMINIUM BATANGAN PADA PT INALUM DENGAN METODE ARIMA

LUKAS PANJAITAN, GIM TARIGAN, PENGARAPEN BANGUN

Abstrak. *Dalama makalah ini di lakukan peramalan aluminium batangan dengan menggunakan model ARIMA. Langkah pertama peramalan produksi aluminium batangan menggunakan metode deret berkala ARIMA. Langkah yang kedua yaitu menghasilkan data stasioner dan mengidentifikasi adanya faktor musiman dengan mencari nilai-nilai autokorelasi dan autokorelasi residual setiap lag. Langkah ketiga adalah menentukan nilai orde model ARIMA sekaligus menjadikan model sementara dalam hal ini di peroleh model yang tepat adalah ARIMA $(4, 1, 3)(0, 1, 1)^{12}$. Langkah keempat memeriksa ketepatan model. Langkah terakhir adalah melakukan peramalan. Model peramalan produksi aluminium batangan diselesaikan dengan bantuan software Minitab 16.0 sehingga di hasilkan peramalan hasil produksi aluminium batangan untuk 24 periode adalah Januari 2012 : 20.586,2 ton, Februari 2012 : 17.882,9 ton, Maret 2012 : 20.069,1 ton, April 2012 : 19.743,2 ton, Mei 2012 : 20.302, 6 ton, Juni 2012: 19.199,9 ton, Juli 2012 : 19.803,2 ton, Agustus 2012: 20.312,0 ton, September 2012: 19.594,5 ton, oktober 2012: 20.484,9 ton, November 2012: 19.662,0 ton, Desember 2012: 19.963,2 ton, Januari 2013: 19.850,4 ton, Februari 2013: 17.701,6 ton, Maret 2013: 20.043,3 ton, April 2013: 19.248,0 ton, Mei 2013: 19.365,7 ton, Juni 2013: 18.428,0 ton, Juli 2013: 19.540,0 ton, Agustus 2013: 20.198,8 ton, September 2013: 19.087,4 ton, Oktober 2013: 19.585,9 ton, November 2013:18.883,5 ton, Desember 2013: 19.619,5 ton*

Received 22-10-2012, Accepted 29-11-2012.
2010 Mathematics Subject Classification: 62M10
Key words and Phrases: ARIMA, Produksi, Peramalan.

1. PENDAHULUAN

INALUM (Indonesia Asahan Aluminium) adalah perusahaan patungan antara Pemerintahan Republik Indonesia dan beberapa penanam modal dari Jepang yang tergabung dalam Nippon Asahan Aluminium *Co.Ltd.* (NAA) yang memproduksi aluminium batangan. Terletak di Kuala Tanjung kabupaten Batubara. INALUM adalah satu-satunya perusahaan di Indonesia yang berhubungan dengan industri peleburan aluminium dan satu-satunya di Asia Tenggara.

Sebagai salah satu perusahaan besar, PT INALUM tidak dapat lepas dari masalah terutama dalam bidang produksi, misalnya dalam menentukan kebijakan perusahaan. Hasil produksi adalah faktor yang paling penting dalam pengawasan. Diperlukannya suatu peramalan hasil produksi untuk mengetahui atau melihat perkembangan di masa yang akan datang dan juga untuk referensi mengenai keadaan PT INALUM beberapa tahun ke depan terhadap pemerintahan Indonesia yang mau berencana untuk mengambil alih saham INALUM dan untuk memperkaya pemakaian peramalan *Box-Jenkins* (ARIMA) terhadap peramalan produksi.

Metode ARIMA (*Autoregressive integrated Moving Average*) merupakan metode yang sangat tepat untuk mengatasi kerumitan deret waktu dan situasi peramalan lainnya. Assauri[1] menyatakan metode ARIMA dapat dipergunakan untuk meramalkan data historis dengan kondisi yang sulit dimengerti pengaruhnya terhadap data secara teknis dan sangat akurat untuk peramalan periode jangka pendek. Oleh karena itu metode ini sangat tepat digunakan untuk meramalkan hasil produksi yang dimana kondisi data hasil produksi yang tidak stasioner.

Dengan memperhatikan uraian di atas, penulis akan menganalisa dan meramalkan jumlah produksi aluminium batangan PT INALUM dengan metode ARIMA. Sehingga dapat mengetahui peramalan hasil produksi untuk membantu dalam membuat perencanaan di masa yang akan datang.

ARIMA

Secara umum model ARIMA[2,4] dirumuskan dengan notasi berikut ini:

$$ARIMA(p, d, q) \quad (1)$$

dengan:

p menunjukkan orde atau derajat *autoregressive* (AR),

d menunjukkan orde atau derajat *differencing*,

q menunjukkan orde atau derajat *moving average* (MA).

Bentuk umum[3] dari model ARIMA (p, d, q) adalah sebagai berikut:

$$(1 - \phi_1 B^1 - \dots - \phi_p B^p) Y_t = \mu' + (1 - \theta_1 B^1 - \dots - \theta_q B^q) e_t \quad (2)$$

Notasi umum[2] Untuk deret waktu musiman adalah

$$\text{ARIMA}(\mathbf{p}, \mathbf{d}, \mathbf{q})(\mathbf{P}, \mathbf{D}, \mathbf{Q})^s \quad (3)$$

dengan:

$$\begin{aligned} (p, d, q) &= \text{bagian yang tidak musiman dari model} \\ (P, D, Q) &= \text{bagian musiman dari model} \\ s &= \text{jumlah periode per musim} \end{aligned}$$

2. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah metode yang ditempuh untuk menyelesaikan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian kepustakaan yaitu mencari referensi mengenai metode peramalan ARIMA.
2. Mengumpulkan data yang diperoleh dari penelitian di PT INALUM dari bulan Januari 2005 sampai Desember 2011.
3. Menghasilkan data stasioner.
4. Mengidentifikasi model sementara.
5. Melakukan pemeriksaan ketepatan model.
6. Menggunakan model terpilih untuk peramalan.
7. Mengambil kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

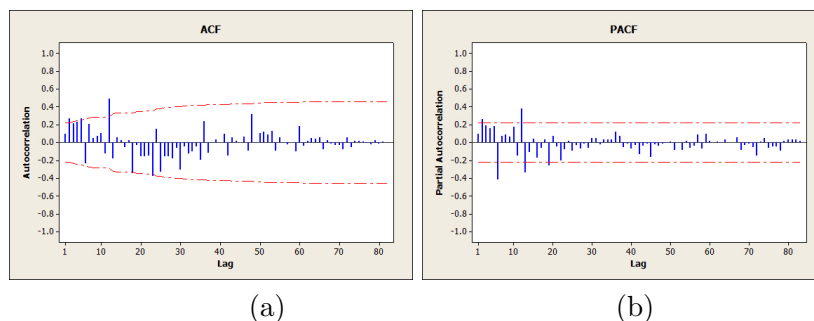
Data hasil produksi aluminium batangan pada PT INALUM untuk periode bulan Januari 2005 sampai Desember 2011 sebagai berikut:

Tabel 1: Data Hasil Produksi Aluminium Batangan (dalam ton)

No	Bulan	Produksi Aluminium Batangan (ton)						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Januari	21.180,78	21.250,68	20.489,90	20.067,43	21.182,96	21.621,03	22.151,55
2	Februari	19.237,43	19.220,06	18.297,70	19.004,06	19.522,68	18.886,75	19.143,77
3	Maret	21.349,75	21.285,09	20.519,94	20.422,57	21.846,47	21.485,37	21.220,33
4	April	20.749,75	20.499,67	19.741,57	20.422,57	21.124,27	21.509,12	19.877,29
5	Mei	21.754,96	21.237,23	20.458,47	20.456,81	21.847,32	21.681,41	19.760,99
6	Juni	20.639,20	20.723,15	19.803,65	19.824,06	21.301,52	19.565,28	19.627,89
7	Juli	21.735,83	21.582,52	20.589,76	20.747,40	21.902,55	20.265,53	21.126,48
8	Agustus	21.428,59	21.519,70	20.617,58	20.692,80	22.008,66	22.558,92	21.155,68
9	September	20.692,89	20.762,56	19.833,86	19.981,64	20.806,36	21.263,97	20.011,22
10	Oktober	21.497,08	21.323,99	20.631,17	20.523,98	21.738,89	21.559,26	20.953,81
11	November	20.738,77	20.201,97	19.800,03	20.061,40	21.268,63	20.423,65	20.423,65
12	Desember	21.335,73	20.684,44	20.351,48	20.823,24	22.003,61	21.869,24	20.879,21

Sumber : Laporan PT INALUM

Langkah pertama menentukan kestasioneran data, untuk melihat kesationeran data dilakukan perhitungan autokorelasi dan autokorelasi parsial seperti pada gambar berikut ini.

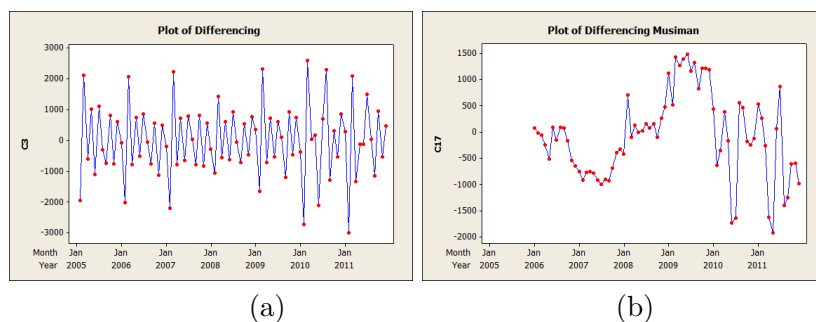


Gambar 1: (a) Gambar Autokorelasi, (b) Gambar Autokorelasi Parsial

Dari hasil perhitungan nilai-nilai autokorelasi dan autokorelasi parsial yang diselesaikan menggunakan program komputer Minitab 16.0 yang hasilnya seperti pada gambar 1 diperoleh bahwa nilai-nilai autokorelasi dan autokorelasi parsial pada lag 1 sampai lag 6 masih berbeda secara signifikan dari nol, yakni berada diluar interval.

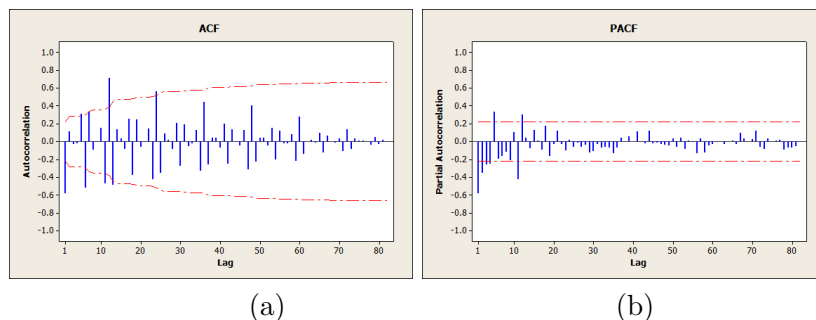
$$\begin{aligned}
 -1.96\left(\frac{1}{\sqrt{84}}\right) &\leq r_k \leq +1.96\left(\frac{1}{\sqrt{84}}\right) \\
 -0.2138535 &\leq r_k \leq +0.2138535
 \end{aligned}$$

Ini menunjukkan bahwa data tidak stasioner dan adanya faktor musiman dilihat dari nilai autokorelasinya. Oleh karena itu dilakukan *differencing* dan *differencing* musiman sebagai berikut.



Gambar 2: (a) Gambar *Differencing* Pertama, (b) Gambar *Differencing* musiman

Dari plot differencing pertama pada Gambar 2 dapat dilihat data sudah stasioner dengan rata-rata dan variannya. Untuk lebih menyakinkan hal tersebut dapat[2] dilihat dari plot nilai-nilai autokorelasi dan autokorelasi parsial hasil differencing seperti pada gambar berikut.



Gambar 3: (a) Gambar Autokorelasi *Differencing* Pertama, (b) Gambar Autokorelasi *Differencing* musiman

Dalam menentukan model ARIMA(p, d, q), nilai-nilai autokorelasi dan autokorelasi parsial yang melebihi *confidence limit* bisa dijadikan panduan[2].

Disini nilai autokorelasi lag 1, 6, 11 dan 12 berbeda secara signifikan sehingga ordo AR(4), untuk nilai koefisien autokorelasi parsial yang melebihi confidence limit yaitu pada lag 1, 5, 11 sehingga ordo MA(3) Dengan pertimbangan tersebut dipilih model sementara yaitu ARIMA(4, 1, 3)(0, 1, 1)¹².

Selanjutnya dilakukan pencarian nilai nilai parameter $\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4, \theta_1, \theta_2, \theta_3$, dan Θ_1 seperti pada Tabel 2.

Tabel 2: Final Estimasi Parameter

<i>Parameter</i>	<i>Koefisien</i>	<i>SE Koefisien</i>	<i>T</i>	<i>Pvalue</i>
$\hat{\phi}_1$	-1,4890	0,1573	-9,46	0,000
$\hat{\phi}_2$	-1,7283	0,1778	-9,72	0,000
$\hat{\phi}_3$	-1,1469	0,2154	-5,32	0,000
$\hat{\phi}_4$	-0,4762	0,1229	-3,87	0,000
$\hat{\theta}_1$	-1,4431	0,1023	-14,10	0,000
$\hat{\theta}_2$	-1,4455	0,0436	-33,19	0,000
$\hat{\theta}_3$	-0,5737	0,1122	-5,11	0,000
$\hat{\Theta}_1$	0,7085	0,1648	4,30	0,000

Nilai-nilai parameter yang diperoleh yakni dengan nilai $\phi_1=1,4890, \phi_2=1,7283, \phi_3=1,1469, \phi_4=0,4762, \theta_1=1,4431, \theta_2=1,4455, \theta_3=0,5737$, dan $\Theta_1 = 0,7085$. Selanjutnya dilakukan uji signifikansi terhadap nilai-nilai parameter model ARIMA(4, 1, 3)(0, 1, 1)¹² yang lain pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3: Final Estimasi Parameter

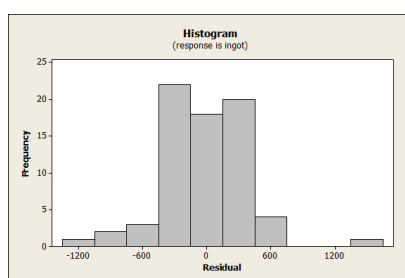
<i>Model ARIMA</i>	<i>Parameter</i>	<i>P Value</i>	<i>Keputusan</i>
(4,1,3)(0, 1, 1) ¹²	$\hat{\phi}_1 = -1,4890$	0,000	Signifikan
	$\hat{\phi}_2 = -1,7283$	0,000	Signifikan
	$\hat{\phi}_3 = -1,1469$	0,000	Signifikan
	$\hat{\phi}_4 = -0,4769$	0,000	Signifikan
	$\hat{\theta}_1 = -1,4431$	0,000	Signifikan
	$\hat{\theta}_2 = -1,4455$	0,000	Signifikan
	$\hat{\theta}_3 = -0,5737$	0,000	Signifikan
	$\hat{\Theta}_1 = 0,7085$	0,000	Signifikan

Sehingga diperoleh model dengan nilai parameter yang diperoleh adalah

$$\begin{aligned}
 Y_t = & Y_t - 0,4890Y_{t-1} - 2,393Y_{t-2} + 5,814Y_{t-3} + 0,6707Y_{t-4} + 0,4762Y_{t-5} \\
 & + Y_{t-12} + 0,4890Y_{t-13} + 0,2393Y_{t-14} - 0,5814Y_{t-15} + 0,4762Y_{t-16} \\
 & - 0,4762Y_{t-17} + e_t + 1,4431e_{t-1} + 1,4455e_{t-2} + 0,5737e_{t-3} - \\
 & 0,7085e_{t-12} - 0,4065e_{t-13} - 1,0241e_{t-14} + 0,4065e_{t-15}
 \end{aligned}$$

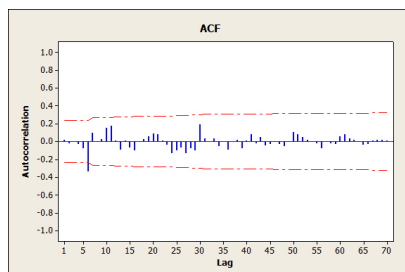
Sebelum model sementara digunakan selanjutnya dilakukan pemeriksaan ketepatan model dengan melihat kondisi nilai residual dan kecukupan model untuk membuktikan bahwa model tersebut cukup memadai.

Nilai residual data hasil produksi aluminium batangan diperlihatkan dalam bentuk histogram seperti pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4: Histogram Nilai Residual Peramalan Aluminium Batangan

Diperoleh nilai-nilai koefisien autokorelasi residualnya untuk melihat tidak adanya nilai-nilai autokorelasi yang signifikan seperti pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5: Autokorelasi Nilai Residual

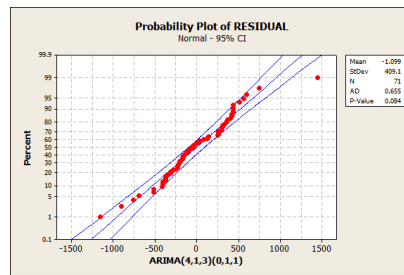
Dari hasil perhitungan nilai-nilai autokorelasi yang diselesaikan menggunakan program komputer Minitab 16.0 yang hasilnya seperti pada gambar 5 diperoleh bahwa nilai-nilai autokorelasi residual dengan selang kepercayaan 95% berada pada interval

$$\begin{aligned}
 -1.96\left(\frac{1}{\sqrt{70}}\right) &\leq r_k \leq +1.96\left(\frac{1}{\sqrt{70}}\right) \\
 -0.2342648 &\leq r_k \leq +0.2342648
 \end{aligned}$$

Dengan demikian nilai r_k residual yang diperoleh tidak ada yang berbeda secara signifikan sehingga memberi keyakinan bahwa residual tersebut adalah acak.

Untuk menentukan kecukupan model harus memenuhi[2] dua asumsi yaitu residual bersifat white noise dan berdistribusi normal. Pengujian asumsi residual bersifat white noise dapat dilakukan menggunakan uji statistik Portmanteau. Pada pembahasan ini yang akan dilakukan memperlihatkan model sudah berdistribusi normal.

Dengan menggunakan program komputer minitab 16.0 diperoleh plot probabilitas dari residual model ARIMA(4, 1, 3)(0, 1, 1)¹² seperti pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6: Plot Nilai Residual

Uji statistik Portmonteau dilakukan untuk menunjukkan bahwa fungsi autokorelasi residualnya bersifat *White Noise*. Hasil χ^2_{hitung} dilakukan menggunakan program komputer Minitab 16.0 sebagai berikut.

Tabel 4: Nilai Chi-Square

Lag	Chi – Square	DF	P Value
24	21,4	15	0,124
36	31,2	27	0,265
48	36,2	15	0,598

Berdasarkan nilai χ^2_{hitung} yang didasari pada lag 24, 36, dan 48 residual autokorelasinya adalah 21,4, 31,2 dan 36,2 dan tabel χ^2_{hitung} untuk derajat kebebasan $\chi^2_{0,05}(16) = 26,2962$, $\chi^2_{0,05}(28) = 41,3372$ dan $\chi^2_{0,05}(40) = 55,7585$. Sehingga diperoleh bahwa $\chi^2_{hitung} < \chi^2$ yang berarti kumpulan nilai r_k tidak berbeda secara signifikan dari nol atau *White Noise*, sehingga dapat disimpulkan model memadai.

Dengan menggunakan program komputer Minitab 16.0 dapat diperoleh ramalan untuk 24 periode ke depan dengan taraf kepercayaan 95%. Interval ramalan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5: Peramalan Produksi Aluminium Batangan (dalam Ton)

Tahun	Bulan	Ramalan	Batas Bawah	Batas Atas
2012	Januari	20.586,2	19.731,3	21.441,0
	Februari	17.882,9	16.811,3	18.954,5
	Maret	20.069,1	18.911,9	21.226,3
	April	19.743,2	18.452,5	21.033,9
	Mei	20.302,6	18.802,2	21.803,0
	Juni	19.199,9	17.521,8	20.878,0
	Juli	19.803,2	18.030,3	21.576,1
	Agustus	20.312,0	18.476,8	22.147,2
	September	19.594,5	17.669,3	21.519,7
	Oktober	20.484,9	18.422,5	22.547,3
	November	19.662,0	17.472,0	21.851,9
	Desember	19.963,2	17.696,3	22.230,1
2013	Januari	19.850,4	17.463,1	22.237,7
	Februari	17.701,6	15.192,2	20.211,0
	Maret	20.043,3	17.394,1	22.692,4
	April	19.248,0	16.452,5	22.043,5
	Mei	19.365,7	16.451,6	22.279,8
	Juni	18.428,0	15.422,2	21.433,7
	Juli	19.540,0	16.441,4	22.638,5
	Agustus	20.198,8	16.987,5	23.410,1
	September	19.087,4	15.756,7	22.418,2
	Oktober	19.585,9	16.154,7	23.017,0
	November	18.883,5	15.371,7	22.395,3
	Desember	19.619,5	16.026,7	23.212,3

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Model peramalan yang digunakan untuk meramalkan hasil produksi aluminium batangan untuk 24 periode ke depan adalah

$$\begin{aligned}
 Y_t = & Y_{t-0} - 0,4890Y_{t-1} - 2,393Y_{t-2} + 5,814Y_{t-3} + 0,6707Y_{t-4} + 0,4762Y_{t-5} \\
 & + Y_{t-12} + 0,4890Y_{t-13} + 0,2393Y_{t-14} - 0,5814Y_{t-15} + 0,4762Y_{t-16} \\
 & - 0,4762Y_{t-17} + e_t + 1,4431e_{t-1} + 1,4455e_{t-2} + 0,5737e_{t-3} - \\
 & 0,7085e_{t-12} - 0,4065e_{t-13} - 1,0241e_{t-14} + 0,4065e_{t-15}
 \end{aligned}$$

2. Rata-rata hasil produksi aluminium batangan tahun 2012 dan 2013 adalah 19.548 ton dengan standard deviasi 745,2

Daftar Pustaka

- [1] S. Assauri. Teknik dan Metode Peramalan. Edisi 1. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, (1984).
- [2] S. Makridakis, S.C. Wheelwright, dan V.E. McGee. Metode dan Aplikasi Permalan. Terjemahan Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith. Jakarta: Erlangga, (1999).
- [3] A. Hendranata. ARIMA (Autoregressive Moving Average), Manajemen Keuangan Sektor Publik FEUI, (2003).
- [4] Sugiarto dan Harijono. Peramalan Bisnis. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta, (2000).

LUKAS PANJAITAN: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: lukashariman.p@students.usu.ac.id

GIM TARIGAN: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: gim1@usu.ac.id

PENGARAPEN BANGUN: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: pengarapen@usu.ac.id