

KERAGAAN MODEL ARIMA UNTUK HARGA MINYAK SAWIT

Lalang Buana, Ahmad Mahir Razali¹, dan H.J Zainodin¹

ABSTRAK

Ramalan harga minyak sawit merupakan masukan penting bagi pembuat kebijakan. Dalam kajian ini model Box-Jenkins ARIMA dibangkitkan untuk mengekspresikan pergerakan harga minyak sawit dari Mei 1989 sampai dengan Juli 1996. Ditemukan bahwa pergerakan harga minyak sawit mentah mengikuti model ARIMA (3,1,0). Ramalan yang dihasilkan memiliki ragam dugaan yang relatif kecil, tetapi ketika dibandingkan dengan harga yang kemudian terjadi, ramalan tersebut tidak memuaskan. Hal ini menunjukkan bahwa model ARIMA saja tidak cukup untuk meramal harga minyak sawit dengan tepat.

Kata kunci: minyak sawit mentah, ARIMA

PENDAHULUAN

Peranan minyak sawit dalam pasar minyak nabati semakin penting. Malaysia dan Indonesia merupakan produsen utama yang menyumbangkan masing-masing sekitar 50% dan 29% terhadap produksi minyak sawit dunia. Kontribusi minyak sawit terhadap ekonomi kedua negara tersebut juga penting dan diharapkan akan terus meningkat.

Mengingat pentingnya komoditas ini, ramalan harga minyak sawit merupakan masukan yang penting bagi pembuat kebijakan untuk merangsang atau tidak perluasan kebun kelapa sawit dan industri minyak sawit. Ramalan tersebut juga penting untuk pelaku bisnis dalam melakukan investasi di sektor ini dan sektor-sektor yang berkaitan dengan minyak sawit.

Banyak teknik peramalan yang tersedia, mulai dari intuitif, seri masa atau ekonometrik tetapi, tidak ada teknik yang dinyatakan paling baik untuk semua kasus (6, 11, 12, 15). Walaupun demikian, masing-

masing teknik mungkin mempunyai informasi pelengkap bagi teknik yang lain (4). Telah cukup banyak ramalan harga minyak sawit yang telah dibuat (2, 1, 9, 3, 10, 7, 13, 14). Namun, keragaan dari peramal-peramal tersebut umumnya tidak diuji dengan harga sebenarnya yang terjadi kemudian.

Teknik Box-Jenkins *Auto Regressive Integrated Moving Average* (ARIMA) merupakan teknik yang kerap kali digunakan untuk peramalan. Dalam kajian ini, teknik tersebut diterapkan untuk membangkitkan model dan nilai ramalan minyak sawit mentah (5) untuk menambah pustaka ramalan harga minyak sawit. Keragaan dari ramalan dengan teknik tersebut akan diuji dengan harga yang kemudian terjadi.

METODE

Data yang digunakan dalam kajian ini adalah data harga minyak sawit mentah di pasar Eropah Barat dari Mei 1989 sampai dengan Maret 1996. Data tersebut dikutip dari beberapa keluaran the Oil World.

Metode yang digunakan adalah Box-Jenkins ARIMA. Model ARIMA (p, d, q)

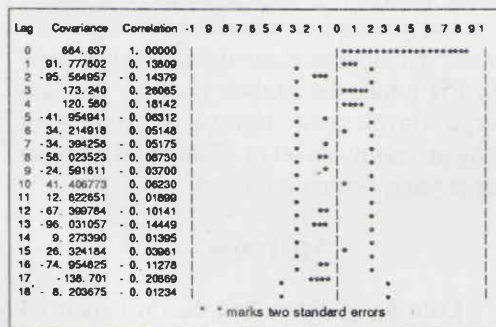
¹ Department of Statistics, Faculty of Mathematical Science, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor Malaysia

pertama-tama dibuat untuk data sampai dengan Juli 1995 untuk menetapkan order pembedaan (d), autoregresif (p), dan rerata bergerak (q). Data selebihnya disimpan untuk menguji kestabilan dari kelas *ARIMA* yang diperoleh dan menguji keragaan ramalan yang terbentuk. Setelah model ditemukan, data dari Agustus 1995 sampai dengan Maret 1996 kemudian ditambahkan satu per satu dan pada setiap penambahan kelas *ARIMA* yang sama diterapkan untuk mendapatkan dugaan parameter baru, ragam galat, dan ramalan sampai dengan Desember 1996. Stabilitas kelas *ARIMA* ditetapkan berdasarkan dugaan standar deviasi dari galat (8). Nilai ramalan kemudian dibandingkan dengan harga sebenarnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

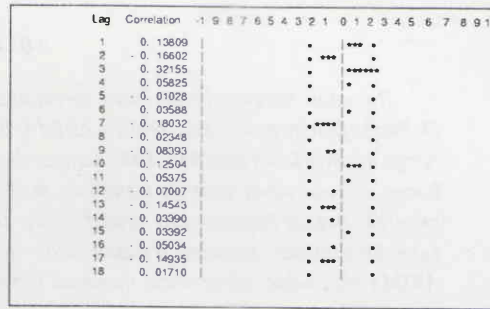
Identifikasi

Autokorelasi seri harga minyak sawit (Y) sepanjang domain senjang waktu (*time lag domain*) turun sangat lambat dan autokorelasi parsial senjang waktu satu sangat



Gambar 1a. Autokorelasi dari perbedaan ordo pertama dari harga minyak sawit.

Figur 1a. Autocorrelation of the first difference of the palm oil price series.



Gambar 1b. Autokorelasi parsial dari perbedaan ordo pertama dari harga minyak sawit

Figure 1b. Partial autocorrelation of the first difference of the palm oil price series.

besar (0,892). Keadaan ini menunjukkan bahwa seri yang tidak stasionari. Oleh karena itu, pembedaan ordo pertama dilakukan terhadap seri data.

Pola autokorelasi dari seri pembedaan ordo pertama (Δ^1) terputus yang menunjukkan bahwa seri data telah stasionari dalam reratanya (Gambar 1a). Autokorelasi senjang waktu 3 lebih besar dari 2 standar deviasi yang menunjukkan kemungkinan proses AR (3). Autokorelasi dari Δ^1 berbentuk gelombang sinus sekitar garis nol. Namun, amplitud dari gelombang tersebut kurang dari 2 standar deviasi yang menunjukkan bahwa pengaruh musiman (*seasonality*) tidak nyata. Hal yang sama juga ditemukan pada autokorelasi parsial (Gambar 1b), autokorelasi parsial pada senjang waktu 3 lebih besar dari 2 standar deviasi yang me-nyarankan model *Moving Average* (MA) (3) bagi Δ^1 . Oleh karena itu model tentatif untuk harga minyak sawit adalah *ARIMA* (3,1,3).

Estimasi dan validasi

Berdasarkan hasil identifikasi, parameter-parameter dari *ARIMA* (3,1,3) diduga. Model dugaan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$(1 + 0,42975 B^1 - 0,37561 B^2 + 0,19463 B^3)(1-B) Y_t = 3,35716 + (1 + 0,3788 B^1 - 0,33589 B^2 + 0,2827 B^3)e_t$$

Ragam galat dugaan dan nilai *Akaike Information Criteria* (AIC) dari model ini relatif tinggi, yaitu 739.48 dan 705.49. Korelasi dari galat sampai dengan senjang waktu empat relatif tinggi dan secara statistik berbeda dari nol dengan nilai *p* mendekati nol. Oleh karena itu, kelas *ARIMA* lain diduga (Tabel 1).

Di antara model-model yang diduga, *ARIMA*(3,1,0) memiliki ragam dugaan dan nilai AIC terkecil. Autokorelasi dari galat model ini tidak berbeda dari nol dengan nilai *p* sampai dengan senjang waktu enam adalah 0.667 dan koefisien autoregresif jauh dari satu. Kenyataan tersebut menunjukkan bah-

wa *ARIMA* (3,1,0) merupakan model terbaik di kelas *ARIMA*. Model penuh dari *ARIMA* (3,1,0) ini adalah sebagai berikut :

$$(1 - 0,21389 B^1 + 0,21901 B^2 - 0,32801 B^3)(1-B)Y_t = 2,7481 + e_t$$

Parameter dari model ini berbeda dari nol, sehingga tidak perlu dilakukan pengurangan parameter untuk mencapai model yang parsimoni.

Peramalan

Berdasarkan model yang diperoleh, seri ramalan dibangkitkan sampai dengan Desember 1996. Model tersebut menunjukkan bahwa nilai ramalan cenderung naik. Pada akhir 1995, model meramal bahwa harga akan mencapai US\$ 670.46 per ton sedangkan pada Desember 1996 mencapai US\$ 706.53 per ton. Harga sebenarnya jatuh di dalam kepercayaan 95 % dari ramalan. Nilai ramalan, batas atas dan bawah selang kepercayaan 95 % disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Ragam dugaan dan nilai AIC dari beberapa model *ARIMA*

Table 1. The estimated variance and AIC values of several *ARIMA* models

Model <i>ARIMA</i> <i>Models</i> (p,d,q)	Ragam dugaan <i>Estimated</i> <i>variance</i>	Nilai AIC <i>AIC value</i>	Model <i>ARIMA</i> <i>Models</i> (p,d,q)	Ragam dugaan <i>Estimated</i> <i>variance</i>	Nilai AIC <i>AIC value</i>
(3,1,3)	739.48	705.49	(1,1,0)	669.96	693.51
(3,1,0)	599.75	687.23	(1,1,1)	645.82	691.76
(3,1,1)	605.54	688.88	(1,1,2)	649.21	693.10
(3,1,2)	613.92	690.82	(1,1,3)	617.78	690.36
(2,1,0)	660.61	693.43	(0,1,1)	660.14	692.42
(2,1,1)	641.88	692.26	(0,1,2)	642.80	691.41
(2,1,2)	624.06	691.11	(0,1,3)	635.15	691.48
(2,1,3)	609.03	690.22			

Tabel 2. Nilai ramalan model ARIMA (3,1,0) berdasarkan data Mei 1989 sampai dengan Juli 1995

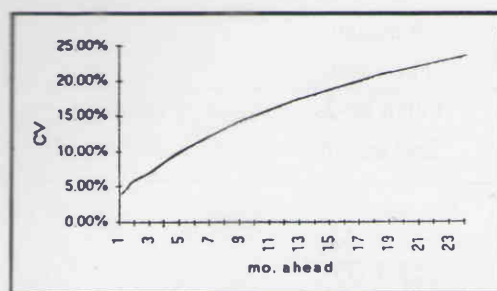
Table 2. Forecast values of ARIMA (3,1,0) model based on May 1989 to July 1995 data

Bulan Date	Senjang ramalan Forecasting lag	Harga Price		95% batas kepercayaan 95% confidence limit		Galat standar Standard erros
		Sebenarnya Actual	Ramalan Forecast	Bawah Lower	Atas Upper	
Aug-95	1	616	653.022	605.023	701.02	24.490
Sep-95	2	586	655.763	580.273	731.25	38.516
Oct-95	3	615	666.516	575.997	757.03	46.184
Nov-95	4	607	669.427	559.899	778.96	55.883
Dec-95	5	590	670.455	540.812	800.1	66.146
Jan-96	6	535	675.425	530.079	820.77	74.158
Feb-96	7	518	679.079	518.995	839.16	81.677
Mar-96	8	519	680.969	505.966	855.97	89.289
Apr-96	9	n.a.	684.065	495.587	872.54	96.164
May-96	10	n.a.	687.372	486.492	888.25	102.491
Jun-96	11	n.a.	689.882	476.915	902.85	108.658
Jul-96	12	n.a.	692.571	468.124	917.02	114.516
Aug-96	13	n.a.	695.542	460.295	930.79	120.026
Sep-96	14	n.a.	698.272	452.618	943.93	125.336
Oct-96	15	n.a.	700.949	445.255	956.64	130.458
Nov-96	16	n.a.	703.758	438.446	969.07	135.366
Dec-96	17	n.a.	706.529	431.931	981.13	140.104

n.a.: not available

Standar deviasi galat dari model ARIMA (3,1,0) adalah 24.49 dengan rerata keseluruhan data 403.9 atau koefisien keragaman sekitar 6 %. Namun, koefisien keragaman ini dengan cepat membesar dengan bertambahnya senjang waktu (Gambar 2). Ramalan untuk Desember 95 sebagai contoh adalah US\$ 670.45 per ton dengan standar deviasi 66.15 atau koefisien keragaman sebesar 10 %. Ramalan dua tahun ke depan-

nya adalah US\$ 725.753 per ton dengan standar deviasi 169.66 atau koefisien keragaman sebesar 22 %. Gambar 2 menunjukkan bahwa jika kita membatasi deviasi sekitar 10 % dari harga ramalan, maka model hanya sesuai untuk meramal 5 bulan ke depan. Tetapi, jika batasnya adalah 15 %, model ini cukup baik untuk meramal satu tahun ke depan.



Gambar 2. Koefisien keragaman dari ramalan *ARIMA*(3,1,0) untuk harga minyak sawit mentah.

Figure 2. Coefficient of variation of the *ARIMA* (3,1,0) forecast model for crude palm oil price.

Untuk menguji stabilitas model, pengamatan baru dimasukkan secara sekuensial dan setiap kali model *ARIMA* (3,1,0) diaplikasikan. Galat dari model-model *ARIMA* (3,1,0) relatif stabil demikian juga parameter-parameternya (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa pergerakan harga minyak mentah sawit mengikuti proses *ARIMA* (3,1,0).

Untuk mengamati keragaan model, nilai ramalan dibandingkan dengan harga sebenarnya. Ramalan satu bulan ke depan dari model *ARIMA* (3,1,0) cukup akurat dan umumnya menyimpang kurang dari satu standard deviasi dari harga sebenarnya. Ramalan dua dan tiga bulan ke depan kurang akurat (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa pergerakan yang tidak stabil dari harga minyak sawit tidak dapat diekspresikan dengan model *ARIMA* (3,1,0) saja.

Tabel 3. Standar deviasi dugaan dan parameter dari model *ARIMA* (3,1,0)

Table 3. Estimated standard error and parameters of the *ARIMA* (3,1,0) models

No. model Model no.	Seri data Data series	Galat standar Standar error	σ	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3
1	May'89-Jul.'95	24.4898	2.7481	-0.2139	0.2190	-0.3280
2	May'89-Aug.'95	24.6982	2.0604	-0.2028	0.2309	-0.3427
3	May'89-Sep.'95	24.6893	1.6069	-0.2246	0.2429	-0.3403
4	May'89-Oct.'95	24.5945	1.9528	-0.2167	0.2571	-0.3469
5	May'89-Nov.'95	24.4525	1.7355	-0.2126	0.2511	-0.3539
6	May'89-Dec.'95	24.2894	1.7637	-0.2120	0.2502	-0.3528
7	May'89-Jan.'96	25.2151	0.6496	-0.2293	0.2342	-0.3241
8	May'89-Feb.'96	25.0601	0.5005	-0.2359	0.2329	-0.3267
9	May'89-Mar.'96	24.9005	0.4387	-0.2366	0.2304	-0.3275

Tabel 4. Ramalan satu sampai tiga bulan ke depan
 Table 4. First to third month ahead forecasts

Bulan Date	Harga sebenarnya Actual price	Ramalan Forecasts		
		bulan ke-1 1st month	bulan ke-2 2nd month	bulan ke-3 3rd month
Aug-95	616	653.0218 (1)*		
Sep-95	586	610.8150 (2)	655.7633 (1)	
Oct-95	615	597.9915 (3)	628.0472 (2)	666.5159 (1)
Nov-95	607	616.8218 (4)	595.7888 (3)	621.2198 (2)
Déc-95	590	588.5888 (5)	600.7061 (4)	583.2621 (3)
Jan-96	535	599.8372 (6)	598.1354 (5)	608.1603 (4)
Feb-96	518	524.2163 (7)	604.5625 (6)	603.1438 (5)
Mar-96	519	521.5810 (8)	529.5557 (7)	598.3149 (6)
Apr-96		505.4317 (9)	508.7524 (8)	515.9203 (7)
May-96			496.7151 (9)	499.6730 (8)
Jun-96				498.3993 (9)

*: Angka-angka di dalam kurung menunjukkan jumlah model yang diamati untuk peramalan

*: Figures in brackets indicated the model number used to make the forecast

KESIMPULAN

Pergerakan harga minyak sawit mentah mengikuti pola *ARIMA* (3,1,0). Ramalan dengan model *ARIMA* (3,1,0) memiliki ragam yang relatif kecil. Untuk 5 bulan ke depan koefisien keragamannya adalah 10 %, sedangkan untuk 1 tahun ke depan adalah 15 %. Ketika digunakan untuk ramalan yang sebenarnya, ramalan hanya akurat untuk satu bulan ke depan saja sedangkan untuk 2 dan 3 bulan ke depan kurang akurat. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun memiliki ragam yang relatif kecil, model *ARIMA* saja tidak cukup untuk membangkitkan ramalan yang lebih panjang ke depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pertama ingin menyampaikan terima kasih kepada Pusat Penelitian Kelapa Sawit yang mengizinkan penulis untuk menempuh program Ph.D. dan menyediakan beasiswa. Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia khususnya Fakulti Sains Matematik yang telah menyediakan fasilitas yang sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA REFERENCES

1. ABDULLAH, R and M.N. AMIRUDDIN. 1994. A model to capture the behavior of price of palm oil. Kuala Lumpur Commodity Exchange,

- 1994/95 Palm and Lauric Oil Price Outlook Forum, Kuala Lumpur 16 April 1994. 15 p.
2. ARSHAD, F. M. and R. A. GHAFAR. 1986. Crude palm oil price forecasting: Box-Jenkins approach. *Pertanika*. 9 (6): 359-367
3. BASIRON, Y. 1995. Price prospect of Malaysian palm oil in 1995. Kuala Lumpur Commodity Exchange, 1995/96 Palm and Lauric Oil Price Outlook Forum, Kuala Lumpur 8 April 1995. 11 p.
4. BATES, J. M. and C. W. J. GRANGER. 1969. The combination of forecasts. *Operation Research Quarterly*. 20 (4) : 451-467
5. BOX, G. P. and G.M. JENKINS. 1976. *Time Series Analysis Forecasting and Control*. Holden-Day Inc, San Francisco
6. BRANDT, J. A. and D. A. BESSLER. 1981. Composite forecasting: An application with U.S. hog price. *American J. Agr. Econ.* : 135-140
7. CHOONG, H. C. 1995. Technical outlook on CPO market. Kuala Lumpur Commodity Exchange, 1995/96 Palm and Lauric Oil Price Outlook Forum, Kuala Lumpur 8 April 1995. 9 p.
8. JARRET, J. 1991. *Business Forecast Methods*. Second edition. Basil Blackwell Ltd. Oxford. p 324.
9. LUBIS, A. U., D. BANGUN, and BUANA, L. 1994. Indonesian palm oil: Supply, demand and price outlook. Kuala Lumpur Commodity Exchange, 1994/95 Palm and Lauric Oil Price Outlook Forum, Kuala Lumpur 16 April 1994. 17 p.
10. LUBIS, A. U., D. BANGUN, and BUANA, L. 1994. Performance of the 1995/96 Indonesian palm oil and its price estimate. Kuala Lumpur Commodity Exchange, 1995/96 Palm and Lauric Oil Price Outlook Forum, Kuala Lumpur 8 April 1995. 12 p.
11. MAKRIDAKIS, S. and M. HIBON. 1979. Accuracy of forecasting: An empirical investigation (with discussion). *J. of Royal Statistics Society A*. 142 (2): 97-145
12. MAKRIDAKIS, S., A. ANDERSON, R. CARBONE, R. FILDES, M. HIBON, R. LEWANDOWSKI, J. NEWTON, E. PARZEN, and R. WINKLER. 1984. *Forecasting Accuracy of the Major Time Series Methods*. John Wiley & Sons. Chichester.
13. MIELKE, T. 1995. The world supply, demand and price outlook for palm & lauric oils. Kuala Lumpur Commodity Exchange, 1995/96 Palm and Lauric Oils Price Outlook Forum, Kuala Lumpur 8 April 1995. 17 p.
14. SIMON, C. 1995. Technical view of the palm oil market over the next 2 years. Kuala Lumpur Commodity Exchange, 1995/96 Palm and Lauric Oil Price Outlook Forum, Kuala Lumpur 8 April 1995. 10 p.
15. VERE, D. T. and G. R. GRIFFITH. 1990. Comparative forecast accuracy in the New South Wales prime lamb market. *Australian J. of Agric. Econ.* 34 (2): 103-117

Performance of *ARIMA* forecasting of palm oil price

Lalang Buana, Ahmad Mahir Razali¹, and H.J Zainodin¹

Abstract

Palm oil price forecast is an important input for decision makers. In this study, Box-Jenkins ARIMA model was constructed to model the January 1989 to March 1996 crude palm oil price movements. We found out that the crude palm oil price movement follows the ARIMA (3,1,0) process. The forecasts have a relatively small variance estimate but when compared to the price comes up, the forecast is not satisfactory. This might indicate that ARIMA model alone is not adequate to accurately forecast the crude palm oil price.

Key words: crude palm oil, *ARIMA*

¹) Department of Statistics, Faculty of Mathematical Science, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor Malaysia

Introduction

The role of palm oil in vegetable oil market is getting more and more important. Malaysia and Indonesia are the major producers of palm oil that contribute to the world palm oil production 50 % and 29 %, respectively. Palm oil contribution to the economy of these two countries is also significant and expected to increase in the future.

Considering the significance of this commodity, its price forecast is an important input for government to decide whether to encourage or discourage the expansion of oil palm estate and palm oil industry. It is also an important input for businessmen whether or not to invest in these businesses and their related sectors.

There are many forecasting techniques available, either the intuitive, time series or econometrics approaches but there is no single method in universe good for all cases (6, 11, 12, 15). Each forecast, however, might have complementary information to the others (4). There were several forecasts made for palm oil price (1, 2, 3, 7, 9, 10, 13, 15). The forecast performance, however, mostly was not tested against the actual price.

Box-Jenkins ARIMA technique is one of the widely used techniques for forecasting. In this study, the technique was applied to generate model and forecast values of crude palm oil (5) to add to the palm oil price forecast library. The performance of this forecast would be examined against the actual price.

Methods

The data series used in this study was the monthly crude palm oil price in US dollar per ton in the Western European Market from May 1989 to March 1996.

The data were cited from the Oil World of various issues.

The method used in this study was the Box-Jenkins ARIMA technique. The ARIMA (p, d, q) model was firstly generated based on the data up to July 1995 to determine order of differencing (d), autoregressive (p) and moving average (q). The rest of the data was saved and used later to examine the performance and the stability of the particular ARIMA class model. Once the model was found, the data of August 1995 to March 1996 were added to the series one by one and each time, the ARIMA model was applied to obtain new parameters, error variance estimate, as well as 2 year ahead forecasts. The stability of the ARIMA model was determined based on the estimated standard deviation of the error (8). The forecast values were then compared to the actual price.

Result and Discussion

Identification

The autocorrelation of the palm oil price (Y) series along the time lag declined very slowly and the first partial autocorrelation was very large (0.892). These situation indicated a nonstationary in the series. Therefore, first order differencing was done to the data series.

The autocorrelation of the first differencing (Δ^1) cut off indicated that the series was stationary on the means (Figure 1a). The autocorrelation at lag 3 was greater than 2 standard deviation suggesting an AR (3) process. The autocorrelation of Δ^1 sine-wave around the zero line. The amplitude of this wave, however, was less than twice standard deviation of the respective autocorrelation indicating that seasonality was not significant. Similarly on the partial autocorrelation (Figure 1b), the partial autocorre-

tion at lag 3 was greater than 2 standard deviation that suggested an MA(3) process. Hence, the tentative model was *ARIMA* (3,1,3).

Estimation and validation

Based on the result of identification, parameters of the *ARIMA* (3,1,3) were estimated. The estimated model was as the following :

$$(1 + 0.42975 B^1 - 0.37561 B^2 + 0.19463 B^3)(1-B)Y_t = 3.35716 + (1 + 0.3788 B^1 - 0.33589 B^2 + 0.2827 B^3)e_t$$

The estimated error variance and AIC values of this model was relatively high, i.e. 739.48 and 705.49, respectively. The correlation of the residuals up to lag four were relatively high and statistically different from zero with *p* value close to zero. Therefore, other models in *ARIMA* class were estimated (Table 1).

Among the estimated models, the *ARIMA* (3,1,0) had the smallest estimated variance as well as the AIC. The autocorrelation of the residuals of this model were not statistically different from zero with *p* value up to lag six was 0.667 and the autoregressive coefficients were far from unity. These facts indicated that the *ARIMA* (3,1,0) was the best model in this *ARIMA* class. The full model of this *ARIMA* (3,1,0) was as the following:

$$(1 - 0.21389 B^1 + 0.21901 B^2 - 0.32801 B^3)(1-B)Y_t = 2.7481 + e_t$$

The parameters of this model were all significantly different from zero, thus, no variable elimination should be done to reach more parsimonious model.

Forecasting

Based on the model obtained, forecast series values were generated up to December 1996. The model showed that the fore-

cast of crude palm oil price trend was upward. By the end of 1995 the model forecast that the price would be US\$ 670.46 per ton whereas the price at December 1996 would be US\$ 706.53 per ton. The actual price were found to fall within the 95 % confidence interval of the forecast. The forecast, upper and lower 95% limits are listed in Table 2.

The standard error estimate of this *ARIMA* (3,1,0) model was 24.49 with overall average value of 403.9 or coefficient of variation (CV) around 6 %. The coefficient of variation, however, increased very fast with addition of the lag forecast (Figure 2). The forecast for December 95 for example was US\$ 670.45 per ton whereas its standard deviation was 66.15 or coefficient of variation around 10 %. The 2 year ahead forecast was US\$ 725.753 per ton with standard deviation of 169.66 or coefficient of variation around 22 %. Figure 2 shows that if we limit the deviation to around 10 % of the forecast price, then the model is worth to forecast 5 month ahead. However, if our limit is around 15 % then this model is quite good to forecast one year ahead.

In order to justify the stability of the model, new observations were added sequentially and each time *ARIMA*(3,1,0) was applied to the new series. The residuals of these *ARIMA* (3,1,0) were relatively stable so were the parameters (Table 3). This indicated that the crude palm oil price movement well follows the *ARIMA*(3,1,0) process.

To examine the performance of the model, the forecast values were compared with actual price. The 1 month ahead forecast of this *ARIMA* (3,1,0) model was accurate and mostly deviate less than one standard deviation from the actual price. The second and third month ahead forecast were less accurate (Table 4). These indicate

that although the *ARIMA*(3,1,0) satisfactorily forecast up to the third month ahead, the forecast was accurate only for the first month ahead whereas for the second and the third month it was not satisfactory. Such situation also indicate, the volatility of the crude palm oil price that could not be covered by the *ARIMA* model alone.

Conclusion

The crude palm oil price movement follows the *ARIMA* (3,1,0) process. The *ARIMA* (3,1,0) forecasts are quite precise for various horizons. For five month ahead forecast, the CV is 10 %, whereas for one year ahead it is 15 %. When used for real

forecasting, however, the forecast is accurate for one month ahead whereas for the second and the third month it is not as accurate. This indicate that although *ARIMA* forecast is relatively precise, it by itself is not adequate to accurately generate the long term forecast.

Acknowledgment

The first author wishes to thank the Indonesian Oil Palm Research Institute (IO-PRI) for allowing him to pursue his Ph.D. studies and providing financial assistance. He also wishes to thank to the Universiti Kebangsaan Malaysia especially the Faculty of Mathematical Science to provide excellent facilities.

ooOoo