

Pemodelan Harga Minyak Sayuran Menggunakan Analisis Regresi Linear Berganda

Azme Khamis

Pusat Pengajian Sains
Kolej Universiti Teknologi Tun Hussein Onn, Johor

Zuhaimy Hj Ismail & Ani Shabri

Jabatan Matematik, Fakulti Sains,
Universiti Teknologi Malaysia, Skudai

Abstrak Kajian ini merupakan penerokaan awal terhadap data harga-harga minyak yang berada di pasaran dunia. Lima harga minyak yang dipertimbangkan adalah harga minyak kelapa sawit mentah (CPO), harga minyak kacang soya (SBO), harga minyak kelapa (CNO), harga minyak isirong sawit (KPO) dan harga minyak biji sawi (RSO). Data bulanan harga-harga minyak dari tahun 1983 hingga tahun 2000 yang melibatkan 216 cerapan telah dianalisis. Hasil analisis regresi berganda mendapati nilai R^2 adalah 0.887 yang bermaksud bahawa sebanyak 88.7 peratus ubahan dalam harga minyak sawit mentah dapat diterangkan secara bererti oleh pembolehubah tak bersandar RSO, KPO dan CNO. Hasil ujian-t juga menunjukkan bahawa setiap pekali bagi pembolehubah tak bersandar adalah bererti pada aras keertian satu peratus. Diagnosis model juga telah dilakukan dan didapati wujud masalah multikolineariti dan autokorelasi dalam data yang memerlukan penelitian yang lebih lanjut lagi.

Katakunci Harga minyak sawit mentah, regresi berganda, multikolineriti.

Abstract *This study focused on application of multiple regression in modeling vegetable oil prices. Five vegetable oil prices, namely CPO, SBO, CNO, PKO, and RSO have been analysed using monthly oil price data from year 2000. We found that multiple linear regression gave the R^2 value of 0.887, meaning 88.7% of variance in CPO price could be explained by RSO, PKO, and CNO. The t -test showed that the parameter estimates is significant at one percent level. This study concluded that multicollinearity and autocorrelation were detected in multiple linear regression and are needed to be considered in further research.*

Keywords *Crude palm oil price, multiple regression, multicollinearity.*

1 Pengenalan

Kelapa sawit merupakan sektor kedua terbanyak yang menyumbang kepada pembangunan ekonomi Malaysia. Industri kelapa sawit terus meningkat pada tahun 1995 di mana sebanyak 2.51 juta hektar tanah telah ditanam kelapa sawit berbanding sebanyak 2.41 juta hektar pada tahun 1994. Pada tahun 1998, pengeluaran minyak sawit mentah adalah sebanyak 8.319 juta tan dan ia telah meningkat kepada 10.842 juta tan pada tahun 2000 iaitu peningkatan sebanyak 130 peratus. Manakala pengeluaran minyak isirong pula adalah sebanyak 2.429 juta tan pada tahun 1998 dan ia telah meningkat sebanyak 130 peratus kepada 3.162 juta tan pada tahun 2000. Di pasaran antarabangsa, terdapat tujuh minyak sayuran yang utama iaitu minyak kacang soya, minyak sawit mentah, minyak isirong sawit, minyak kelapa, minyak biji sawi, minyak bunga matahari dan minyak kacang tanah. Kebanyakan minyak-minyak tersebut dipasarkan ke pasaran Eropah Barat sama ada untuk diproses semula, untuk kegunaan para pengguna atau dipasarkan ke tempat-tempat lain. Oleh sebab besarnya pengaruh pasaran di Eropah Barat, maka harga di sini berfungsi sebagai harga rujukan sama ada kepada penjual atau pembeli di seluruh dunia.

Maklumat ringkas mengenai harga-harga minyak dalam kajian ini dapat ditunjukkan dalam Jadual 1.0. Dalam tempoh kajian ini, harga minyak-minyak sayuran dunia adalah berbeza-beza dari semasa kesemasa. Harga minyak sawit mentah berubah dari AS\$197.00 ke AS\$951.00 per tan dan harga minyak isirong pula mencatatkan dari AS\$209.00 hingga AS\$1293.00 per tan. Harga minyak kacang soya berada pada tahap AS\$271.00 hingga AS\$914.00 per tan. Harga minyak biji sawi dan harga minyak kelapa pula telah mencatatkan harga minimum/maksimum pada tahap AS\$231.00/AS\$869.00 dan AS\$211.00/AS\$1431 per tan masing masing. Kajian yang telah dilakukan oleh [14] dan [1], mendapati bahawa corak pusingan harga minyak sawit dan minyak-minyak lain di dunia berlaku pada kadar empat tahun sekali.

Jadual 1: Statistik ringkas harga-harga minyak dunia (AS\$ per tan)

Jenis minyak	Minimum	Maksimum	Purata	Sisihan piawai
Sawit mentah	197.00	951.00	454.50	148.01
Isirong sawit	209.00	1293.00	570.09	193.67
Kacang soya	271.00	914.00	497.26	119.99
Biji sawi	231.00	869.00	480.63	121.96
Kelapa	211.00	1431.00	590.15	210.76

Kajian-kajian lepas yang berkaitan dengan harga minyak banyak ditumpukan kepada teknik peramalan harga pada masa hadapan ([1]; [14]; [10]; [6]; [7]; [8]; [4]). Walau bagaimanapun kajian terhadap hubungan harga-harga minyak dunia kurang mendapat tumpuan para penyelidik kecuali [7] yang melihat interaksi beberapa faktor untuk membuat peramalan dan [4] yang mengkaji interaksi harga minyak sawit dengan indikator ekonomi. Oleh yang demikian, kertas kerja ini akan lebih menumpukan kepada bagaimana penggunaan kaedah regresi berganda dapat memodelkan hubungan harga-harga minyak dunia. Seterusnya beberapa tatacara diagnosis terhadap model yang terhasil akan dilakukan bagi memenuhi andaian-andaian yang diperlukan dalam analisis regresi.

2 Objektif dan Skop Kajian

Kajian ini bertujuan untuk melihat hubungan harga minyak kelapa sawit dengan harga minyak-minyak lain yang berada di pasaran antarabangsa. Seterusnya mendapatkan satu model yang sesuai dan dapat menjelaskan hubungan secara berganda antara harga minyak sawit mentah dengan harga minyak-minyak lain. Bagi tujuan ini, data-data harga minyak yang diperolehi dari Malaysian Palm Oil Board (MPOB) yang merupakan gabungan daripada Palm Oil Research Institute of Malaysia (PORIM) dan Palm Oil Research Leciening Authority (PORLA) akan dianalisis. Harga-harga minyak yang akan dipertimbangkan adalah harga minyak sawit mentah (CPO), harga minyak kacang soya (SBO), harga minyak kelapa (CNO), harga minyak isi ruang (KPO) dan harga minyak rapeseed (RSO). Kajian ini telah menetapkan bahawa pembolehubah bersandar adalah CPO, manakala pembolehubah tak bersandar adalah SBO, CNO, KPO dan RSO. Harga-harga minyak tersebut dipilih berdasarkan kepada laporan tahunan harga minyak dunia seperti yang dilaporkan oleh MPOB. Data bulanan harga minyak yang diperolehi dari laporan Malaysian Palm Oil Statistik dari tahun 1983 hingga tahun 2000 berjumlah 216 digunakan untuk menjawab objektif kajian.

3 Metodologi Kajian

3.1 Analisis regresi Berganda

Analisis regresi digunakan untuk melihat hubungan antara pembolehubah bersandar dan pembolehubah tak bersandar. Hubungan yang berlaku di antara pembolehubah boleh jadi linear dan tak linear. Walau bagaimanapun kajian ini hanya akan memberi perhatian bagi kes hubungan linear sahaja. Jika pembolehubah tak bersandar yang terlibat hanya satu, maka model yang terhasil adalah model regresi linear ringkas. Sekiranya ia melibatkan beberapa pembolehubah tak bersandar, model yang akan dibina adalah model regresi linear berganda. Secara amnya, hubungan antara pembolehubah bersandar y dan pembolehubah tak bersandar x_1, x_2, \dots, x_p boleh dijelaskan sebagai satu hubungan fungsian seperti berikut;

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \epsilon = \sum_{j=1}^p \beta_j x_j + \epsilon \dots \quad (1)$$

dengan $\beta_j, j = 0, 1, 2, \dots, p$ adalah parameter tak diketahui dan perlu dianggarkan, adalah ralat rawak yang nilainya tak tercerap. Persamaan (1) boleh juga ditulis dalam bentuk matriks sebagai

$$y = X\beta + \epsilon \dots \quad (2)$$

dengan y adalah vektor $n \times 1$, X adalah matriks $n \times (p+1)$, β adalah vektor $(p+1) \times 1$ dan ϵ pula adalah vektor ralat $n \times 1$. Apabila persamaan (2) hendak dianalisis secara berstatistik, beberapa andaian adalah diperlukan, seperti;

- (i) jangkaan bagi ralat adalah sifar atau $E(\epsilon) = 0$.
- (ii) varians ralat adalah malar, $\text{var}(\epsilon_i) = \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n$.
- (iii) ralat rawak tidak berkorelasi, $\text{kov}(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0$, untuk $i \neq j$.

- (iv) ralat rawak mempunyai taburan normal dengan min sifar dan varians $\sigma_{\epsilon_i}^2$.
- (v) X adalah matriks cerapan daripada p pembolehubah. Pembolehubah tak bersandar ini tetap atau tak stokastik.
- (vi) X mempunyai pangkat penuh, iaitu tidak berkorelasi antara pembolehubah tak bersandar.
- (vii) Pembolehubah bersandar y_1, y_2, \dots, y_n mempunyai varians yang sama dengan varians ralat rawak, iaitu $\text{Var}(y_i) = \sigma^2$ atau $\text{Var}(y) = \sigma^2 I$ dengan I adalah matriks identiti.

Perkara yang paling penting adalah untuk mendapatkan penganggar bagi β_j . Kaedah yang paling popular digunakan adalah kaedah kuasa dua terkecil. Kriteria yang kerap digunakan untuk mendapatkan anggaran bagi β_j , $j = 0, 1, 2, \dots, p$ adalah dengan meminimumkan hasil tambah kuasa dua reja,

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \dots - \beta_p x_{ip})^2$$

. S juga boleh ditulis dalam tatanda matriks dalam bentuk

$$S = (y - X\beta)^T (y - X\beta) = y^T y - 2\beta^T X^T y + \beta^T X^T X \beta$$

. Penganggar kuasa dua terkecil bagi $\hat{\beta}$ memenuhi persamaan

$$\frac{S}{\beta} = -2X^T y + 2X^T X \hat{\beta} = 0$$

, sehingga penganggar kuasa dua terkecil bagi β adalah

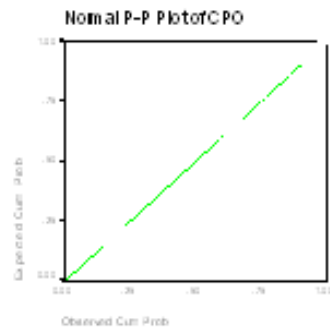
$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y$$

. Juga dapat dibuktikan secara mudah bahawa $\hat{\beta}$ adalah penganggar saksama bagi β iaitu $E(\hat{\beta}) = \beta$, varians bagi $\hat{\beta}$, $\text{var}(\hat{\beta}) = \sigma^2 (X^T X)^{-1}$ dan $\hat{\beta}$ juga adalah penganggar saksama linear terbaik di kalangan penganggar saksama linear [11].

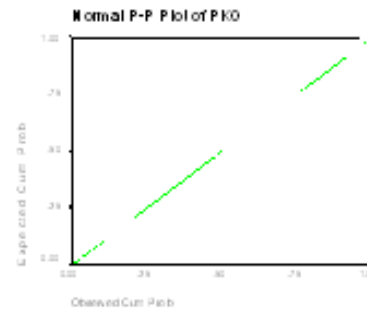
3.2 Beberapa Ujian Terhadap Data

- (i) Ujian kenormalan data.

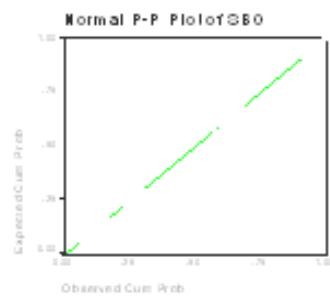
Andaian kenormalan data memberikan kesan terhadap model yang dipadankan. Jika data tidak normal ia akan mempengaruhi nilai statistik t atau F yang kemudiannya memberi kesan terhadap selang keyakinan dan selang peramalan [12]. Satu kaedah yang paling mudah untuk menguji kenormalan data adalah dengan menggunakan plot kebarangkalian normal. Sekiranya data tersebut tertabur secara normal, plot kebarangkalian normal akan membentuk satu garis lurus yang melalui asalan. Hasil plot kebarangkalian normal bagi harga-harga minyak dunia dapat diperhatikan dalam Rajah 1.0 (a) hingga (d) dan didapati kesemua harga minyak kelihatan membentuk satu garis lurus melalui asalan. Ini mengesahkan bahawa data-data harga minyak dunia adalah memenuhi andaian kenormalan data.



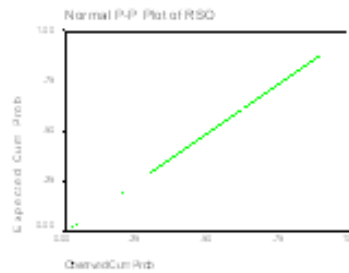
(a)



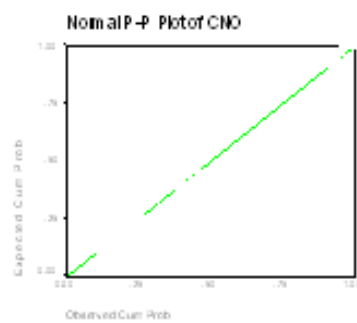
(b)



(c)



(d)

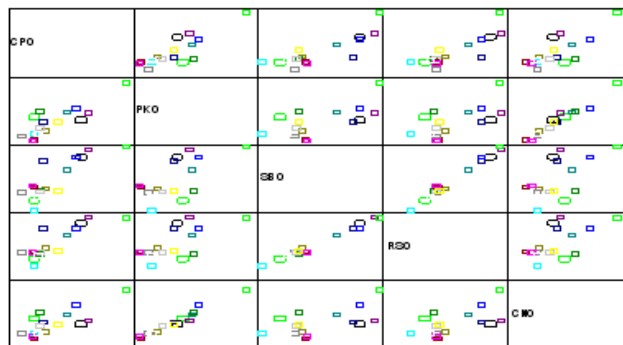


(e)

Rajah 1: Plot kebarangkalian normal harga-harga minyak dunia (a) hingga (e)

(ii) Andaian hubungan linear antara pembolehubah

Sebelum anggaran sesuatu parameter dilakukan, adalah perlu disahkan bahawa pembolehubah tak bersandar mempunyai hubungan linear terhadap pembolehubah bersandar ([11]; [12] dan [13]). Jika tidak memenuhi andaian kelinearan, maka pembolehubah tersebut harus dijelmakan (dengan mengambil log atau punca kuasa dua) supaya hubungannya menjadi linear [9]. Hubungan secara bergraf amat mudah dilakukan dengan menggunakan rajah plot serakan seperti di Rajah 2. Plot serakan tersebut dengan jelas menunjukkan bahawa CPO mempunyai hubungan linear dengan semua pembolehubah tak bersandar. Daripada plot Rajah 2.0, dapat diperhatikan bahawa hubungan antara CPO dengan PKO, SBO dan RSO seolah-olah membentuk satu garis lurus. Manakala hubungan CPO dengan CNO, agak linear tetapi kurang berbanding hubungannya dengan pembolehubah yang lain. Plot hubungan CNO dengan SBO dan RSO agak berselerak sedikit, tetapi masih boleh dikatakan ada hubungan yang linear yang agak rendah. Begitu juga halnya dengan hubungan di antara PKO dengan SBO dan RSO. Namun begitu, pada keseluruhannya hubungan antara pembolehubah adalah linear.



Rajah 2: Gambarajah serakan harga-harga minyak dunia

3.3 Pemilihan Pembolehubah Tak Bersandar

Pemilihan sesuatu model yang baik merupakan aspek yang sangat penting dalam analisis regresi. Oleh yang demikian, pemilihan pembolehubah tak bersandar yang sesuai adalah amat diperlukan, tapi ia menjadi mudah jika terdapat maklumat yang pasti bagi pembolehubah yang patut dipilih. Walau bagaimanapun, maklumat awal sukar diperolehi tanpa sebarang pengalaman mengenainya. Oleh itu, para ahli statistik telah memberikan beberapa tatacara pemilihan pembolehubah tak bersandar. Tatacara yang paling popular adalah pemilihan langkah demi langkah. Tatacara lain yang juga sering digunakan adalah pemilihan dari hadapan, penghapusan dari belakang dan kemasukan semua pembolehubah yang mungkin. Penerangan yang terperinci boleh didapati dalam [11], [12] dan [3].

4 Keputusan Kajian

Jadual 2.0 memaparkan hasil analisis menggunakan pakej SPSS menggunakan tatacara pemilihan langkah demi langkah. Hasil daripada analisis telah memberikan tiga model untuk dipertimbangkan iaitu model 1 hingga 3. Model pertama, menyatakan hubungan antara pembolehubah bersandar CPO dengan pembolehubah tak bersandar RSO dan nilai R^2 yang dicatatkan adalah 0.81. Model kedua pula menyatakan hubungan CPO dengan RSO dan KPO dengan nilai R^2 adalah 0.878. Manakala model ketiga menyatakan hubungan antara CPO dengan RSO, KPO dan CNO dengan nilai R^2 adalah 0.887. Nilai R^2 dapat menjelaskan banyaknya ubahan yang boleh diterangkan oleh pembolehubah tak bersandar terhadap pembolehubah bersandar. Ini menjelaskan bahawa 88.7 peratus ubahan dalam harga minyak mentah (CPO) dapat diterangkan oleh pembolehubah KPO, RSO dan CNO. Bagi tatacara pemilihan langkah demi langkah, model terakhir adalah model yang terbaik dan boleh digunakan bagi tujuan analisis selanjutnya. Ini bermakna pembolehubah SBO terkeluar daripada model yang terhasil. Hubungan regresi ditulis sebagai

$$CPO = -61.695 + 0.671RSO + 0.672PKO - 0.321CNO.$$

Jadual 2: Ringkasan untuk pemilihan model

Model	R	R ²	R ² terlaras
1	0.900 ^a	0.810	0.809
2	0.937 ^b	0.878	0.877
3	0.942 ^c	0.887	0.885

^a Peramal: (pemalar), RSO

^b Peramal: (pemalar), RSO, PKO

^c Peramal: (pemalar), RSO, PKO, CNO

Selain daripada nilai R^2 yang digunakan untuk melihat model, jadual analisis varians juga perlu diteliti untuk menguji keseluruhan parameter yang diperolehi dengan menggunakan ujian F . Hipotesis nol $H_0 : \beta_j = 0$ (iaitu tiada hubungan yang bererti) dan hipotesis alternatif $H_a : \beta_j \neq 0$ (terdapat hubungan yang bererti) akan diuji menggunakan statistik F yang ditakrifkan sebagai

$$F = \frac{\min \text{kuasadua regresi}(MK_{regresi})}{\min \text{kuasadua ralat}(MK_{ralat})}$$

. Statistik ujian F tertabur secara taburan F dengan ν_1 dan ν_2 darjah kebebasan dan pada aras keertian α . Sekiranya nilai statistik F cukup besar, maka hipotesis nol akan ditolak yang bermaksud bahawa terdapat hubungan yang bererti antara pembolehubah bersandar dan pembolehubah tak bersandar. Ketiga-tiga model di Jadual 3.0 mencatatkan nilai statistik F yang cukup besar sehingga kebarangkalian nilai $F > F_{\alpha(\nu_1, \nu_2)}$ (atau dikenali sebagai nilai- p) adalah terlalu kecil sehingga penolakan hipotesis nol. Walau bagaimanapun kita hanya tumpukan kepada nilai F bagi model ketiga iaitu 554.482 dan nilai- p terlalu kecil sehingga boleh disimpulkan bahawa terdapat perhubungan yang sangat bererti antara CPO dengan RSO, PKO dan CNO.

Langkah seterusnya adalah untuk melihat anggaran parameter dan ujian statistik t secara individu. Statistik ujian t dituliskan sebagai

$$t = \frac{\beta_j - \beta_0}{s_{\beta_j}}$$

, dengan β_j adalah parameter ke- j yang hendak diuji, β_0 adalah parameter yang hendak diuji dan s_{β_j} adalah sisihan piawai parameter yang ke- j . Statistik t digunakan untuk menguji hipotesis nol $H_o : \beta = 0$ lawan hipotesis alternatif $H_a : \beta \neq 0$. Statistik t tertabur secara taburan t dengan $n - p - 1$ darjah kebebasan. Secara manual, penolakan hipotesis nol dibuat sekiranya nilai mutlak t dihitung jauh lebih besar berbanding dengan nilai t daripada Jadual statistik t . Tetapi apabila menggunakan komputer hipotesis nol ditolak jika nilai- p lebih kecil berbanding dengan aras keertian. Nilai anggaran parameter boleh diperolehi daripada Jadual 4.0. Perhatikan pada model yang ketiga, didapati bagi ketiga-tiga pembolehubah tak bersandar nilai- p adalah terlalu kecil sehingga berlaku penolakan hipotesis nol. Dengan yang demikian, boleh dikatakan bahawa hubungan antara CPO dengan RSO, KPO dan CNO sangat bererti. Selang keyakinan 95 peratus bagi setiap parameter anggaran diberikan dalam Jadual 4.0.

Jadual 3: Jadual analisis varians

Model	Jumlah kuasa dua	d.k	Min kuasa dua	F	Nilai-p/Sig.
1 Regresi	3815777	1	3815777.410	913.006	0.0000 ^a
Ralat	894382.6	214	4179.358		
Jumlah	4710160	215			
2 Regresi	4134196	1	2067097.870	764.443	0.0000 ^b
Ralat	575964.3	213	2704.058		
Jumlah	4710160	215			
3 Regresi	4177725	3	1392574.917	554.482	0.0000 ^c
Ralat	532435.2	212	2511.487		
Jumlah	4710160	215			

Pembolehubah bersandar: CPO ; ^a Peramal: (pemalar), RSO;

^b Peramal: (pemalar), RSO, PKO; ^c Peramal: (pemalar), RSO, PKO, CNO.

4.1 Diagnosis Model

- (i) Masalah Multikolineariti Masalah multikolineariti ditakrifkan sebagai wujudnya hubungan korelasi yang bererti di kalangan pembolehubah tak bersandar. Kaedah yang paling mudah untuk melihat masalah ini adalah dengan melihat pekali korelasi di kalangan pembolehubah tak bersandar. Pekali korelasi sampel r , adalah ukuran darjah perkaitan antara dua pembolehubah, katalah X dan Y , maka pekali korelasi r ,

Jadual 4: Nilai anggaran parameter beserta dengan selang keyakinan

Model	β	Sisihan piawai β	t	Nilai-p/Sig	Selang keyakinan 95%
1 (pemalar)	-70.506	17.923	-3.934	0.000	-105.834, -35.177
RSO	1.092	0.036	30.216	0.000	1.021, 1.164
2 (pemalar)	-65.187	14.425	-4.519	0.000	-93.621, -36.753
RSO	0.712	0.046	15.648	0.000	0.623, 0.802
PKO	0.311	0.029	10.852	0.000	0.255, 0.368
3 (pemalar)	-61.695	13.927	-4.430	0.000	-89.148, -34.241
RSO	0.671	0.045	14.908	0.000	0.582, 0.759
PKO	0.672	0.091	7.387	0.000	0.493, 0.851
CNO	-0.321	0.077	-4.163	0.000	-0.472, -0.169

* pembolehubah bersandar: CPO

boleh diperolehi melalui rumus berikut;

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

dengan x_i dan y_i adalah cerapan yang ke- i bagi pembolehubah X dan Y dan \bar{x} dan \bar{y} adalah purata bagi pembolehubah X dan Y . Adalah menjadi kebiasaan untuk menguji sama ada pekali korelasi r tersebut bersamaan dengan sifar atau tidak. Bagi tujuan tersebut, statistik ujian- t akan digunakan di mana statistik t itu tertabur secara taburan t dengan $n - 2$ darjah kebebasan. Hipotesis nol, $H_0 : \rho = 0$ dan hipotesis alternatif $H_a : \rho \neq 0$ akan diuji dan hipotesis nol akan ditolak sekiranya nilai statistik t yang diperolehi adalah cukup besar. Sekiranya pekali korelasi tersebut besar dan bererti, maka wujud masalah multikolinear dalam data. Satu lagi kaedah lain yang sering digunakan adalah dengan melihat kepada faktor inflasi varians (FIV) yang ditakrifkan sebagai

$$FIV = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

Sekiranya nilai faktor inflasi varians berada di antara 5 hingga 10 ini bermaksud parameter telah dianggarkan secara tidak baik kerana wujudnya masalah multikolineariti [12].

Jadual 5.0 menunjukkan bahawa kesemua pembolehubah tak bersandar mempunyai pekali korelasi yang sangat bererti. Pekali korelasi antara PKO dan CNO adalah yang tertinggi iaitu 0.976 diikuti oleh PKO dan RSO (0.769) dan akhirnya antara RSO dan CNO (0.721). Oleh itu memang wujud masalah multikolineariti dalam kajian ini. Walau bagaimanapun, model yang terhasil masih boleh digunakan tetapi penafsiran model regresi perlulah dilakukan dengan lebih berhati-hati [11]. Disebabkan wujud multikolineariti dalam data, kesan atau sumbangan pembolehubah-pembolehubah

tersebut tidak boleh dilakukan secara berasingan. Hasil yang sama juga diperolehi jika menggunakan nilai FIV kerana nilai FIV yang didapati adalah 22.545, ini menunjukkan berlaku masalah multikolineariti.

Jadual 5: Pekali korelasi Pearson bagi harga minyak dunia terpilih ($n = 216$)

	PKO	RSO	CNO
PKO	1.000	0.769**	0.976**
RSO	0.769**	1.000	0.721**
CNO	0.976**	0.721**	1.000

* korelasi bererti pada aras 0.01

- (ii) Masalah Autokorelasi Salah satu andaian penting dalam model regresi ialah jika cerapan yang diambil berkait dengan masa, maka cerapan yang diambil pada sesuatu masa tidak bersandar pada cerapan yang diambil pada masa yang lain. Secara simbolnya boleh dituliskan sebagai $E(\epsilon_t \epsilon_{t+i}) = 0$, $i \neq 0$. Jika andaian tidak dipenuhi, iaitu $E(\epsilon_t \epsilon_{t+i}) \neq 0$, maka wujud autokorelasi dalam data. Kehadiran autokorelasi boleh mengurangkan kecekapan penganggar kuasa dua terkecil bagi parameter model regresi dan meninggikan kepincangan dalam ralat piawainya. Ujian yang paling popular bagi menguji kewujudan autokorelasi adalah ujian Durbin-Watson (DW). Statistik ujian DW ditakrifkan sebagai

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

dengan e_t adalah reja yang ke- t . Jika n cukup besar nilai d boleh dihampirkan kepada $d2(1 - \hat{\rho})$ dengan

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2}.$$

Nilai d akan menghampiri 2 jika $\hat{\rho} = 0$, iaitu tiada autokorelasi dalam data. Seterusnya kita ingin menguji hipotesis nol $H_0 : \rho = 0$ lawan hipotesis alternatif $H_a : \rho \neq 0$. Dalam ujian DW nilai d_L dan d_U mesti ditentukan terlebih dahulu berdasarkan kepada aras keertian yang dipilih dan seterusnya boleh diperolehi daripada jadual sifar DW. Hipotesis nol akan ditolak jika $d < d_L$ atau $d > 4 - d_L$, terima hipotesis nol jika $d_U < d < 4 - d_U$ dan tiada kesimpulan jika $d_L < d \leq d_U$ atau $4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$. Hasil analisis didapati nilai $d = 0.422$ dan ia jatuh dalam rantau penolakan hipotesis nol, iaitu wujud masalah autokorelasi dalam data yang dikaji. [11] mencadangkan penggunaan kaedah pembezaan teritlak dan kaedah Cochrane-Orcutt bagi mengatasi masalah autokorelasi.

5 Perbincangan

Hasil daripada analisis didapati harga minyak sawit mentah CPO dipengaruhi secara positif oleh RSO, PKO dan secara negatif oleh CNO. Harga minyak soya didapati tidak memberikan sumbangan yang bererti terhadap CPO. Nilai R2 yang tinggi memberi maksud

yang baik terhadap pemadanan model. Namun begitu, penafsiran terhadap model yang terhasil tidak boleh dilakukan secara individu disebabkan terdapat masalah multikolin-eariti sehingga ubahan dalam harga CPO merupakan hasil gabungan daripada ketiga-tiga harga minyak yang lain. Kajian selanjutnya haruslah melihat kepada model yang boleh menangani masalah autokorelasi dalam data. Dalam hal yang berkaitan, [2] telah men- cadangkan kaedah analisis siri masa amat sesuai untuk menganalisis data siri masa yang berautokorelasi. Analisis multivariat siri masa mungkin sesuai jika ingin melihat keberkai- tan antara harga minyak sawit mentah dengan harga minyak-minyak lain di pasaran dunia serta perkaitannya dengan beberapa indikator ekonomi.

Rujukan

- [1] L. Buana, *Modelling and Forecasting of Palm Oil Price using Disturbance Analysis and Combined Forecast*, Tesis PhD, Fakulti Sains & Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 1999.
- [2] G. P. Box & G. M. Jenkins, *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Holden-Day Inc, San Francisco, 1976.
- [3] J. Draper & H. Smith, *Applied Regression Analysis*, 2nd Edition, New York, Wiley, 1981.
- [4] Fatimah Mohd Arshad & Zainalabidin Mohamed, *Price Discovery through Crude Palm Oil Futures: An Economic Evaluation*, Proceedings on Third Annual Congress on Capitalizing the Potentials of Globalization - Strategies and Dynamics of Business, Penang, 1994, 73-92.
- [5] Fatimah Mohd Arshad & Zainalabidin Mohamed, *Forecasting Ability of Malaysian CPO Futures Prices on Physical Prices*, Proceedings PORIM International Palm Oil Conference Progress, Prospects and Challenges Towards the 21th Century, Kuala Lumpur, 1993, 55-65.
- [6] A. U. Lubis, D. Bangun & L. Buana, *Indonesian palm oil: Supply, demand and price outlook*, Kuala Lumpur Commodity Exchange, 1994/95 Palm and Lauric Oil Price Outlook Forum, Kuala Lumpur, 1994.
- [7] Mad Nasir Shamsuddin, Fatimah Mohd Arshad & Zainalabidin Mohamed, *Short Term Outlook of Crude Palm Oil Prices*, Proceedings of the 1993 PORIM International Palm Oil Congress Update and Vision: Promotion and Marketing, 1995, 25-39.
- [8] Mad Nasir Shamsuddin & Fatimah Mohd Arshad, *Short Term forecasting of crude palm oil prices*, Proceedings PORIM International Palm Oil Conference Progress, Prospects and Challenges Towards the 21th Century, Kuala Lumpur, 1993, 55-65.
- [9] S. Menard, *Applied Regression Analysis*, Sage Publications Inc., 1995.
- [10] T. Mielke, *The world supply, demand and price outlook for palm oil and lauric*, Kuala Lumpur Commodity Exchange, 1994/95 Palm and Lauric Oil Price Outlook Forum, Kuala Lumpur, 16 April 1994.

- [11] Mokhtar Abdullah, *Analisis Regresi*, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur, 1994.
- [12] D. C. Montgomery, & E. A. Peck, *Introduction to Linear Regression Analysis*, John Wiley & Sons, New York, 1982.
- [13] M. J. Norusis, *SPSS 8.0: Guide to Data Analysis*, Prentice Hall, New Jersey, 1998.
- [14] C. Simon, *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.