

MENGOPTIMALKAN KORELASI PADA MODEL PERGERAKAN NILAI TUKAR DOLLAR DENGAN ALGORITMA ACE (*ALTERNATING CONDITIONAL EXPECTATIONS*)

Dewi Retno Sari Saputro

Jurusan Matematika, FMIPA UNS
Jl. Ir. Sutami 36A Solo Telp./Fax (0271) 663375
E-mail: dewi_rss@yahoo.com

Abstrak

Terdapat beberapa faktor fundamental dan sentimen yang mempengaruhi nilai tukar rupiah terhadap dollar. Pada suatu penelitian sebelumnya, model pergerakan nilai tukar rupiah tersebut menggunakan 11 faktor (peubah): GDP riil Indonesia, perbedaan tingkat suku bunga antara Indonesia dan Amerika, tingkat inflasi Indonesia, investasi asing, pembayaran utang luar negeri, cadangan devisa, jumlah uang beredar, *capital inflow domestik, trade balance*, harga minyak dunia, dan indeks keyakinan konsumen. Adapun model yang digunakan, regresi linear dengan korelasinya (R^2) sebesar 0,781. Sementara itu, di sisi lainnya, terdapat metode yang berbasis algoritma ACE (*Alternating conditional expectations*), yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan korelasinya. Oleh karena itu, dalam paper ini, dilakukan pengoptimalan korelasinya pada model nilai tukar rupiah yang telah diformulasikan oleh peneliti sebelumnya.

Metode yang dipakai dalam penelitian ini yakni deduksi dan induksi, dengan melakukan penelusuran terhadap algoritma ACE. Penelusuran dilakukan terhadap penelitian terdahulu serta pada beberapa *textbook* dan jurnal ilmiah. Selanjutnya, dilakukan implementasi pada nilai tukar dolar dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, melakukan reduksi terhadap faktor yang berpengaruh serta memperoleh nilai korelasinya.

Berdasarkan penelitian ini, faktor-faktor yang mempengaruhi pergerakan nilai tukar rupiah terhadap dollar dapat dikoreksi dengan 9 faktor : GDP riil Indonesia, perbedaan tingkat suku bunga antara Indonesia dan Amerika, tingkat inflasi Indonesia, investasi asing, pembayaran utang luar negeri, cadangan devisa, jumlah uang beredar, *capital inflow domestik, trade balance*. Selain itu, diperoleh juga peningkatan korelasinya sebesar 0,94 dan dapat diidentifikasi bentuk fungsional antara peubah respon (nilai tukar dollar) dan peubah penjelas (9 faktor) secara akurat.

Kata Kunci : algoritma ACE, korelasinya, bentuk fungsional

PENDAHULUAN

Dalam suatu sistem nyata, sering dijumpai dua atau lebih elemen (peubah) pembentuk sistem tersebut yang saling berhubungan. Hal ini terjadi dikarenakan pada dasarnya suatu sistem terdiri dari peubah-peubah yang saling bergantung satu sama lain. Oleh karenanya, dalam suatu sistem dapat disusun suatu model matematik. Jika dalam suatu model terdiri dari satu peubah tak bebas (respon) dan satu atau lebih peubah bebas, maka hubungan peubah dalam model tersebut dapat dinyatakan dalam model regresi (persamaan regresi). Kurva yang dibentuk dalam model regresi, dinyatakan sebagai kurva regresi. Dalam kurva regresi diberikan gambaran tentang hubungan statistik antara peubah bebas X dan peubah tergantung (respon) Y . Dengan demikian, jika tersedia n observasi independen $\{(X_i, Y_i)\}_{i=1}^n$, suatu persamaan regresi dapat dinyatakan dengan persamaan (1) berikut.

$$Y_i = g(X_i) + \varepsilon_i \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

dengan g adalah fungsi regresi yang tidak diketahui.

Selanjutnya, model regresi linear berganda didefinisikan sebagai

$$Y_i = \sum_{j=0}^p \beta_j X_{ij} + \varepsilon$$

dengan Y_i = peubah respon dan X_{ij} = peubah penjelas. Selanjutnya, model aditif didefinisikan sebagai

$$Y_i = f_0 + \sum_{j=1}^p f_j(X_{ij}) + \varepsilon$$

dengan ε tidak bergantung pada peubah penjelas X_{ij} , f_j merupakan bentuk hubungan fungsional antara Y_i dengan X_{ij} . Dengan demikian, regresi linear merupakan kejadian khusus dari model aditif. Adapun bentuk fungsional antara peubah penjelas dengan respon dapat berbentuk parametrik, nonparametrik, maupun gabungan antara keduanya. Menurut Eubank (1988), untuk melakukan estimasi terhadap model regresi dapat digunakan dua pendekatan yaitu regresi parametrik dan regresi nonparametrik. Teknik regresi nonparametrik didasarkan pada proses penelusuran informasi yang terkandung dalam data untuk menentukan hubungan antara peubah respon dengan peubah penjelasnya. Metode regresi nonparametrik diklasifikasikan ke dalam klasifikasi besar yakni yang tidak mentransformasikan peubah respon (misalnya *Generalized Additive Models (GAM)*) dan yang mentransformasikan peubah respon (misalnya *alternating conditional expectations (ACE)*) (Wang & Michael 2004).

Salah satu perkembangan baru untuk mengatasi tidak *reliable*-nya dimensi yang tinggi pada model regresi dengan algoritma ACE. Selain itu, ACE merupakan metode untuk mengoptimalkan korelasi dengan melakukan transformasi secara simultan pada kedua peubah respon dan peubah penjelas. Secara eksplisit, ACE merupakan generalisasi dari model aditif yang mengepas suatu model dan merupakan bagian dari prosedur estimasi perubahan (*alternating*) (Hastie & Tibshirani 1990). Kelebihan yang dimiliki oleh ACE yakni dapat meminimumkan ragam yang tidak dapat dijelaskan melalui hubungan linear antara peubah respon yang ditransformasi dengan jumlah dari peubah-peubah penjelas yang ditransformasi, mengatasi jika pada suatu analisis regresi berdimensi tinggi menjadi tidak *reliable*; (*curse of dimensionality (COD)*).

Sementara di sisi lain, para ekonom melihat kurs valuta asing dipengaruhi oleh peubah fundamental ekonomi, antara lain jumlah uang beredar, tingkat output riil dan tingkat suku bunga (Mac Donald dan Taylor dalam Muniati 2006). Selain itu, ada pula ekonom yang mempertimbangkan asa pasar (*market sentiment*) sebagai faktor yang menentukan tinggi rendahnya kurs valuta asing. Pendekatan moneter merupakan pengembangan konsep paritas daya beli dan teori kuantitas uang. Pendekatan ini menekankan bahwa ketidakseimbangan kurs valuta asing terjadi karena ketidakseimbangan di sektor moneter yaitu terjadinya perbedaan antara permintaan uang dengan penawaran uang (jumlah uang beredar) (Mussa dalam Muniati 2006). Pendekatan yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kurs adalah pendekatan moneter. Dengan pendekatan moneter, diteliti pengaruh peubah jumlah uang beredar dalam arti luas, tingkat suku bunga, tingkat pendapatan, dan peubah perubahan harga.

Suatu kajian untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pergerakan nilai tukar rupiah terhadap dollar telah dilakukan, di antaranya oleh Ismiati (2002), dengan menggunakan peubah-peubah yang terbatas pada perbedaan uang beredar dalam arti luas di Indonesia dan Amerika pada periode t, perbedaan tingkat pendapatan riil Indonesia dan Amerika periode t, perbedaan suku bunga Indonesia terhadap suku bunga LIBOR periode t, tingkat perubahan harga relatif di Indonesia dan Amerika pada periode t. Kajian lainnya dilakukan oleh Muniati (2006) dengan menggunakan 11 peubah, peubah-peubah tersebut yakni GDP riil Indonesia, perbedaan tingkat suku bunga antara Indonesia dan Amerika, tingkat inflasi Indonesia, investasi asing, pembayaran utang luar negeri, cadangan devisa, jumlah uang beredar, *capital inflow domestic*, *trade balance*, harga minyak dunia, indeks keyakinan konsumen. Dengan 11 faktor tersebut digunakan model matematis yakni regresi linear dengan nilai $R^2 = 0.69$ (*korelasi (r) = 0.781*) yang berarti bahwa variasi peubah-peubah penjelas yang terdapat dalam model penelitian dapat menjelaskan peubah terikatnya sebesar 69,13% sedangkan sisanya dijelaskan oleh peubah lain di luar model.

Sejalan dengan kelebihan yang dimiliki algoritma ACE yang telah disebutkan dan korelasi pada penelitian oleh Muniati (2006), dalam paper ini dikaji tentang algoritma ACE untuk meningkatkan korelasi antara peubah kurs valuta asing dan peubah yang mempengaruhinya sekaligus untuk meminimumkan ragam.

DATA DAN METODE

Data yang menjadi penelitian ini merupakan data dari Muniati (2006) (periode Januari 1998-Juni 2006) dengan 11 peubah. Materi pokok yang menjadi dasar penelitian ini merupakan karya ilmiah hasil penelitian beberapa ahli di bidangnya yang disajikan dan dimuat dalam jurnal, dan *textbook*. Metode penelitian yang digunakan adalah deduksi dan induksi dengan melakukan studi pustaka terhadap karya-karya ilmiah. Selanjutnya, berdasarkan kajian-kajian ilmiah tersebut, didefinisikan suatu permasalahan dan disusun suatu kerangka penelitian untuk memberikan alur pengkajian dan penyelesaian masalah.

Adapun langkah yang dilakukan: mengkaji secara teoritis tentang algoritma ACE, membuat plot data, mengkoreksi peubah-peubah penjelasnya dan selanjutnya algoritma ACE dan *backfitting* digunakan untuk melakukan transformasi, akhirnya diperolah model pergerakan nilai tukar.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Algoritma ACE

Dalam Hotelling (1936; dalam Timm, 1975, hal 348) telah dikembangkan suatu prosedur untuk menentukan koefisien korelasi maksimum antara dua fungsi linier atau kombinasi linier dari dua himpunan peubah acak, yang dikenal dengan *canonical correlation analysis* (analisis korelasi kanonik). Kedua fungsi linier yang memberikan koefisien korelasi yang maksimum disebut *canonical variates* (variab kanonik). Analisis korelasi kanonik mempunyai tujuan :

- a. menguji hipotesis tentang independensi dari dua buah himpunan peubah.
- b. melakukan penyederhanaan data (*data reduction method*). Jika diketahui peubah dengan jumlah yang cukup banyak, maka seorang peneliti dapat menemukan beberapa kombinasi linier dari setiap himpunan peubah tertentu yang relevan untuk mempelajari interkorelasi antar variat kanonik dan menyajikannya secara sederhana, dalam suatu sistem koordinat berdimensi dua atau tiga.

Prosedur inilah yang menjadi dasar dalam ACE.

Selanjutnya, jika dalam (1) dilakukan transformasi pada peubah responnya, maka model dalam (1) menjadi

$$\theta(Y_i) = f_0 + \sum_{j=1}^p f_j(X_{ij}) + \varepsilon_i \quad (2)$$

dengan ε_i memiliki rata-rata nol dan independen terhadap X_{ij} .

Mengapa transformasi ini diperlukan? Transformasi ini diperlukan karena dalam model sederhana tidak *appropriate* untuk $E\{\theta(Y_i)/X_{i1}, \dots, X_{ip}\}$, tetapi *appropriate* untuk $E\{\theta(Y_i)/X_{i1}, \dots, X_{ip}\}$.

Selanjutnya, jika terdapat peubah acak \mathbf{Y} dan \mathbf{X} , dan terhadap kedua peubah tersebut dilakukan transformasi $\theta(\mathbf{Y})$ dan $f(\mathbf{X})$ sedemikian sehingga $E\{\theta(\mathbf{Y})/\mathbf{X}\} \approx f(\mathbf{X})$ maka agar berlaku $E\{\theta(\mathbf{Y})/\mathbf{X}\} \approx f(\mathbf{X})$ haruslah diminimalkan kuadrat kesalahannya yakni

$$E\{\theta(\mathbf{Y}) - f(\mathbf{X})\}^2 \quad (3)$$

Persamaan (3) dapat diinterpretasikan seperti berikut.

- a. untuk θ yang *fixed*, meminimalkan f yakni $F(\mathbf{X}) = E\{\theta(\mathbf{Y})/\mathbf{X}\}$
- b. untuk f *fixed*, meminimalkan θ yakni $\theta(\mathbf{X}) = E\{f(\mathbf{X})/\mathbf{Y}\}$.

Dua hal tersebut merupakan dasar pemikiran dalam algoritma ACE, yakni diawali dari suatu fungsi tertentu dan secara bergantian dilakukan perubahan dengan menggunakan dua hal interpretasi tersebut, demikian seterusnya hingga diperoleh suatu nilai tertentu yang konvergen. Dalam Hastie

& Tibshirani (1990), algoritma ACE dinyatakan dalam dua peubah acak dan dua atau lebih peubah penjelas.

A. Algoritma untuk dua peubah acak

1. Inisialisasi : $\theta(Y) = \{Y - E(Y)\}/\{var(Y)\}^{1/2}$
2. Dihitung : $f(X) = E\{\theta(Y)/X\}$ untuk memperoleh f yang baru
3. Dihitung : $\theta(Y) = E\{f(X)/Y\}$ dan standarisasi
 $\theta(Y) = \{Y - E(Y)\}/\{var(Y)\}^{1/2}$ untuk memperoleh θ yang baru.
4. Iterasi : Diulangi langkah (2) dan (3) hingga $E\{\theta(Y) - f(X)\}^2$ tidak berubah (konvergen).

Untuk menentukan langsung langkah 2 digunakan algoritma *backfitting* (yang diuraikan pada subbab berikutnya).

B. Algoritma untuk dua atau lebih peubah penjelas

1. Inisialisasi : $\theta(Y) = \{Y - E(Y)\}/\{var(Y)\}^{1/2}$
2. Dilakukan pengepasan model aditif bagi $\theta(Y)$ untuk mendapatkan fungsi baru :
 $f(X) = E\{\theta(Y)/X\}$ untuk memperoleh f yang baru $f_1(x_1), f_2(x_2), \dots, f_p(x_p)$
3. Dihitung : $\tilde{\theta}(Y) = E\left\{\sum_{i=1}^p f_i(X_i)/Y\right\}$ dan distandarisasi
 $\theta(Y) = \tilde{\theta}(Y)/\{var(\theta(Y))\}^{1/2}$ untuk memperoleh θ yang baru.
4. Iterasi : Diulangi langkah (2) dan (3) hingga $E\{\theta(Y) - \sum_{i=1}^p f_i(X_i)\}^2$ relatif tidak berubah (konvergen).

Seperti halnya pada algoritma dengan dua peubah acak, algoritma dengan dua atau lebih peubah penjelas juga digunakan algoritma *backfitting* (yang diuraikan pada subbab berikutnya) pada langkah keduanya.

Selanjutnya, dengan ACE diperoleh transformasi nonlinear $\theta(y)$, $f_1(x_1)$, $f_2(x_2)$, ..., $\phi_{fp}(x_p)$ dari respon y dan prediktor x_1, x_2, \dots, x_p , sedemikian sehingga model aditif,

$$\theta(y) = f_1(x_1) + f_2(x_2) + \dots + f_p(x_p) + \varepsilon$$

merupakan pendekatan yang baik untuk data $y_i, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}$, $i = 1, \dots, n$.

Sekarang, misalnya $y_i, x_1, x_2, \dots, x_p$ merupakan peubah acak dengan F merupakan sebaran bersamanya. Ukuran *Goodness-of-fit* diberikan sebagai berikut,

$$e^2 = e^2(\theta, f_1, \dots, f_p) = \frac{E\left[\theta(y) - \sum_{k=1}^p f_k(x_k)\right]}{E\theta^2(y)}$$

e^2 merupakan bagian dari variansi yang tidak dijelaskan oleh regresi $\theta(y)$ pada $f_1(x_1), f_2(x_2), \dots, f_p(x_p)$ dan penduganya diberikan dengan formulasi

$$\hat{e}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\hat{\theta}(y_i) - \sum_{k=1}^p \hat{f}_k(x_{ik}) \right]}{\sum_{i=1}^n \hat{\theta}^2(y)}$$

dengan $\hat{\theta}$ dan $\hat{\phi}_j$ merupakan penduga dari θ dan ϕ_j , distandarisasi sedemikian sehingga $\hat{\theta}(y_i)$

dan $\hat{\phi}_j(x_{ij})$ rata-rata nol : $\sum_{i=1}^n \hat{\theta}(y_i) = 0$ dan $\sum_{i=1}^n \hat{\phi}_j(x_{ij}) = 0$, $j = 1, \dots, p$

Untuk kasus regresi linear, dengan

$$\hat{\theta}(y_i) = y_i - \bar{y} \text{ dan } \hat{\phi}_1(x_{i1} - \bar{x}_1) = (x_{i1} - \bar{x}_1)\hat{\beta}_1, \dots, \hat{\phi}_p(x_{ip} - \bar{x}_p) = (x_{ip} - \bar{x}_p)\hat{\beta}_p$$

dengan $\hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_p$ adalah koefisien regresi kuadrat terkecil, penduga *goodness of fit* dengan kuadrat terkecilnya adalah

$$\hat{e}_{LS}^2 = \frac{RSS}{SSY} = \frac{\sum_{i=1}^n [(y_i - \bar{y}) - \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_j)\hat{\beta}_j]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

dan koefisien korelasi kuadratnya $R^2 = 1 - e_{LS}^2$

Transformasi $\theta(y), \phi_1(x_1), \phi_2(x_2), \dots, \phi_p(x_p)$ dipilih untuk memaksimalkan korelasi di antara $\hat{\theta}(y_i)$ dan $\hat{f}_1(x_1) + \hat{f}_2(x_2) + \dots + \hat{f}_p(x_p)$. Dengan demikian ACE merupakan alat eksplanatori yang berguna untuk menentukan respon y dan peubah penjelas x_1, \dots, x_p yakni dalam transformasi linear dan tipe transformasi yang diperlukan.

Algoritma backfitting

Di sisi yang lain, algoritma *backfitting* merupakan salah satu cara untuk menduga parameter dalam GAM (Hastie & Tibshirani, 1990). Algoritma ini merupakan salah satu pendekatan pendugaan parameter secara numerik. Kekonvergenan dalam algoritma ini dijamin dalam beberapa teori berikut (Breiman & Friedman, 1985).

Definisi 1. Suatu transformasi (θ^*, ϕ^*) optimal untuk regresi jika berlaku $E(\theta^*)^2 = 1$ dan

$$\begin{aligned} e^*{}^2 &= E[\theta^*(Y) - \phi^*(X)]^2 \\ &= \inf\{E[\theta(Y) - \phi(X)]^2; E\theta^2 = 1\} \end{aligned}$$

Definisi 2. Suatu transformasi (θ^{**}, ϕ^{**}) adalah optimal untuk regresi jika $E(\theta^{**})^2 = 1$ dan

$$\begin{aligned} \rho^* &= E[\theta^{**}(Y), \phi^{**}(X)] \\ &= \sup\{E[\theta(Y)\phi(X)]; E\phi^2 = 1, E\theta^2 = 1\} \end{aligned}$$

Theorema 1. Jika (θ^{**}, ϕ^{**}) optimal untuk korelasi, maka $\theta^* = \theta^{**}$, $\phi^* = \rho^* \phi^{**}$ juga optimal untuk regresi. Dan $e^*{}^2 = 1 - \rho^*{}^2$.

Bukti

$$\begin{aligned} E(\theta - \phi)^2 &= 1 - 2E\theta\phi + E\phi^2 \\ &= 1 - 2E(\theta\phi)\sqrt{E\phi^2} + E\phi^2 \end{aligned}$$

Dengan $\hat{\phi} = \phi / \sqrt{E\phi^2}$. Dalam hal ini $E(\theta - \phi)^2 \geq 1 - 2\rho^* \sqrt{E\phi^2} + E\phi^2$

Dan berlaku hanya jika $E\theta\hat{\phi} = \rho^*$. Minimum dari ruas kanan persamaan tersebut adalah $E\phi^2 = (\rho^*)^2$. Selanjutnya, $(e^*)^2 = 1 - (\rho^*)^2$ dan jika (θ^{**}, ϕ^{**}) merupakan optimal untuk korelasi, maka $\theta^* = \theta^{**}$, $\phi^* = \rho^* \phi^{**}$ optimal untuk regresi.

Pendugaan fungsi mulus $f_0, f_1(\cdot), \dots, f_n(\cdot)$ pada model aditif (2) dengan $E(f_i(X_i)) = 0$, dan galat partial $R_j = Y - f_0 - \sum_{i \neq j}^n f_i(X_i)$, dengan demikian $E(R_j | x_j) = s_j(x_j)$.

Selanjutnya, algoritma *Backfitting* dinyatakan dengan

1. Inisialisasi : $f_0 = E(Y)$, $f_1^{(0)} = \dots = f_n^{(0)} = 0, m = 0$

2. Iterasi : $m = m + 1$ untuk $i = 1, \dots, n$

$$R_j = \left[Y - f_0 - \sum_{i=1}^n f_i^{(m)}(X_i) \right]$$

$$f_i^{(m)} = E(R_j / X_j)$$

3. Diulangi langkah (2) hingga diperoleh $JKG = \left[Y - f_0 - \sum_{i=1}^n f_i^{(m)}(X_i) \right]^2$ tidak turun atau konvergen.

Algoritma *Backfitting* juga disebut algoritma *Gauss-Seidel*.

Selanjutnya, atas dasar kajian tentang ACE dan algoritma *backfitting* tersebut, diimplementasikan pada penentuan kurs valuta asing.

Penentuan Kurs Valuta Asing

Terdapat beberapa faktor fundamental dan sentimen yang mempengaruhi pergerakan nilai tukar rupiah terhadap dollar. Dalam kasus ini digunakan peubah penjelasnya yaitu tingkat GDP riil Indonesia (GDPR), perbedaan tingkat suku bunga antara Indonesia dan Amerika (INTDIFF), tingkat inflasi Indonesia (INFL), investasi asing (FDI), pembayaran utang luar negeri ((PULN), cadangan devisa (INTRSV), jumlah uang beredar (MS), *capital inflow domestic* (CID), *trade balance* (TRB)). Peubah responnya adalah pergerakan nilai tukar USD/IDR selama periode amatan (KURS). Data yang digunakan dalam kasus ini merupakan data tesis dari Muniati (2006).

Model

$$KURS = f(GDPR, INFL, FDI, CID, PULN, TRB, INTDIFF, INTRSV, MS)$$

Dengan peubah, dan sumber data dinyatakan pada Tabel 1

Tabel 1. Data dan Sumber Data

Nama Peubah	Simbol	Sumber Data
Nilai tukar USD/IDR	KURS (Y)	SEKI Bank Indonesia
Tingkat inflasi Indonesia	INFL (X1)	SEKI Bank Indonesia
GDP riil Indonesia	GDPR (X2)	SEKI Bank Indonesia
<i>Foreign Direct Investment</i>	FDI (X3)	SEKI Bank Indonesia
<i>Capital inflow domestic</i>	CID (X4)	SEKI Bank Indonesia
Pembayaran Utang Luar Negeri	PULN (X5)	SEKI Bank Indonesia
<i>Trade Balance</i>	TRB (X6)	SEKI Bank Indonesia
<i>Interest Rate Differensial</i> Indonesia dan AS	INTDIFF (X7)	SEKI BI, Bloomberg
Cadangan Devisa	INTRSV (X8)	SEKI Bank Indonesia
Jumlah Uang Beredar M2	MS (X9)	Bloomberg

Keterangan : SEKI adalah Statistik Ekonomi dan Keuangan Indonesia

Jika dilakukan regresi Y pada X_1, X_2, \dots, X_9 diperoleh

The regression equation is

$$Y = 6317 + 251 X_1 + 19,8 X_2 + 0,0175 X_3 + 150 X_4 - 0,00656 X_5 \\ - 0,33 X_6 + 31,7 X_7 + 0,0324 X_8 + 11,2 X_9$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	6317,0	762,5	8,28	0,000
X1	251,37	66,70	3,77	0,000
X2	19,76	13,22	1,49	0,139
X3	0,01753	0,07168	0,24	0,807
X4	149,8	150,0	1,00	0,321
X5	-0,006560	0,006022	-1,09	0,279

X6	-0,327	2,093	-0,16	0,876
X7	31,733	9,374	3,39	0,001
X8	0,03242	0,02391	1,36	0,178
X9	11,152	7,779	1,43	0,155

$$S = 1016 \quad R-Sq = 34,7\% \quad R-Sq(\text{adj}) = 28,3\%$$

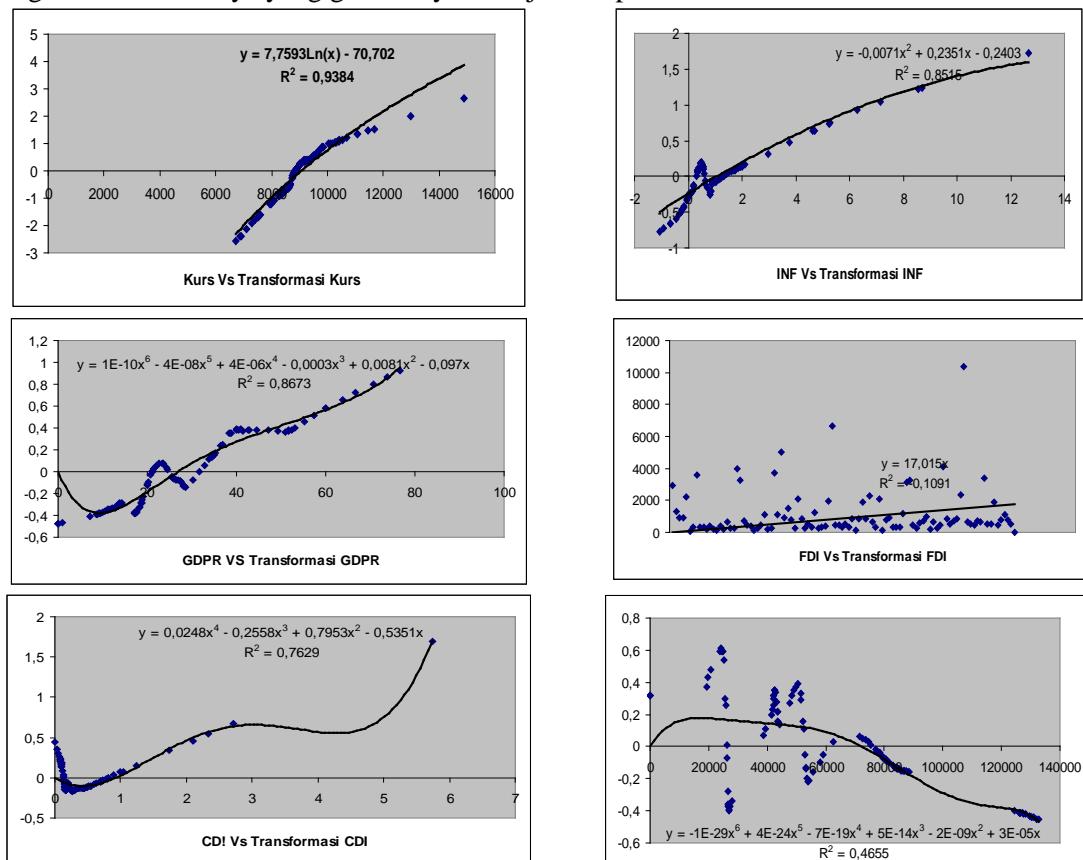
Analysis of Variance

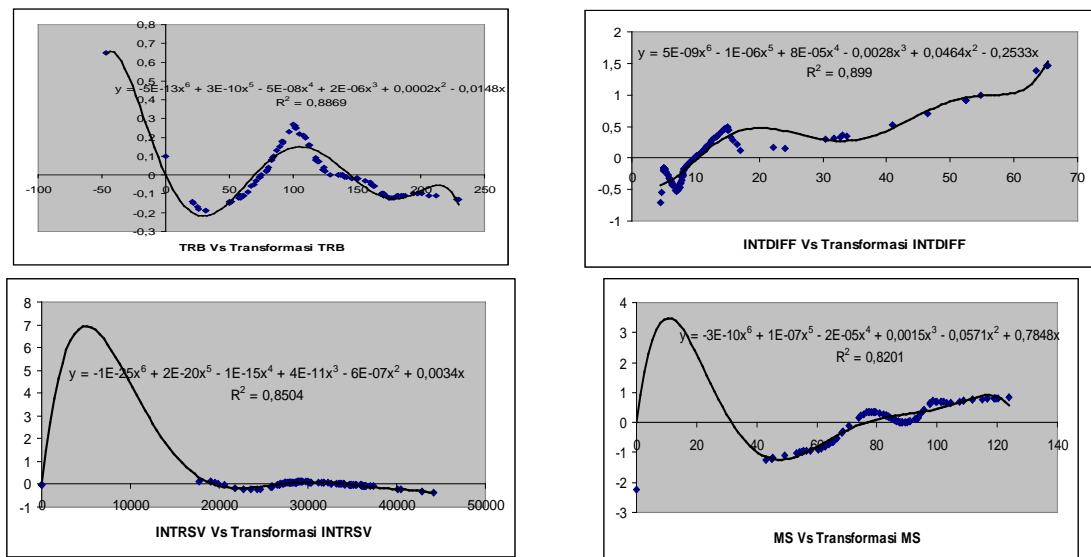
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	50364938	5596104	5,42	0,000
Residual Error	92	94959311	1032166		
Total	101	145324249			

$$\text{Durbin-Watson statistic} = 0,87$$

Dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,347$, yang berarti bahwa pergerakan nilai tukar, 34,7% dijelaskan oleh peubah-peubah penjelasnya. Dengan demikian diperoleh $r = 0,59$ yang menunjukkan korelasi kurang kuat antar peubah penjelas dan peubah responnya. Selanjutnya, akan dianalisis dengan algoritma ACE, untuk mengetahui apakah nilai R^2 dapat ditingkatkan. Berdasarkan algoritma ACE dalam *software S-plus* diperoleh plot transformasi.

Selanjutnya, terhadap masing-masing hasil transformasi tersebut dilakukan pendugaan bentuk fungsi transformasinya yang gambarnya ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.





Gambar 1. Bentuk fungsional hasil plot data transformasi

Selanjutnya, hasil transformasi tersebut diregresikan kembali dan diperoleh

The regression equation is

$$\begin{aligned} \text{KURSt} = & 0,0003 + 1,07 \text{ X1} + 1,05 \text{ X2} + 1,06 \text{ X3} + 1,10 \text{ X4} + 1,22 \text{ X5} \\ & + 1,39 \text{ X6} + 1,03 \text{ X7} + 1,26 \text{ X8} + 1,10 \text{ X9} \end{aligned}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0,00034	0,03195	0,01	0,992
X1	1,06521	0,08519	12,50	0,000
X2	1,0526	0,1464	7,19	0,000
X3	1,06276	0,09065	11,72	0,000
X4	1,0970	0,1399	7,84	0,000
X5	1,2168	0,1594	7,64	0,000
X6	1,3913	0,2414	5,76	0,000
X7	1,03450	0,09539	10,85	0,000
X8	1,2574	0,3521	3,57	0,001
X9	1,09530	0,07098	15,43	0,000

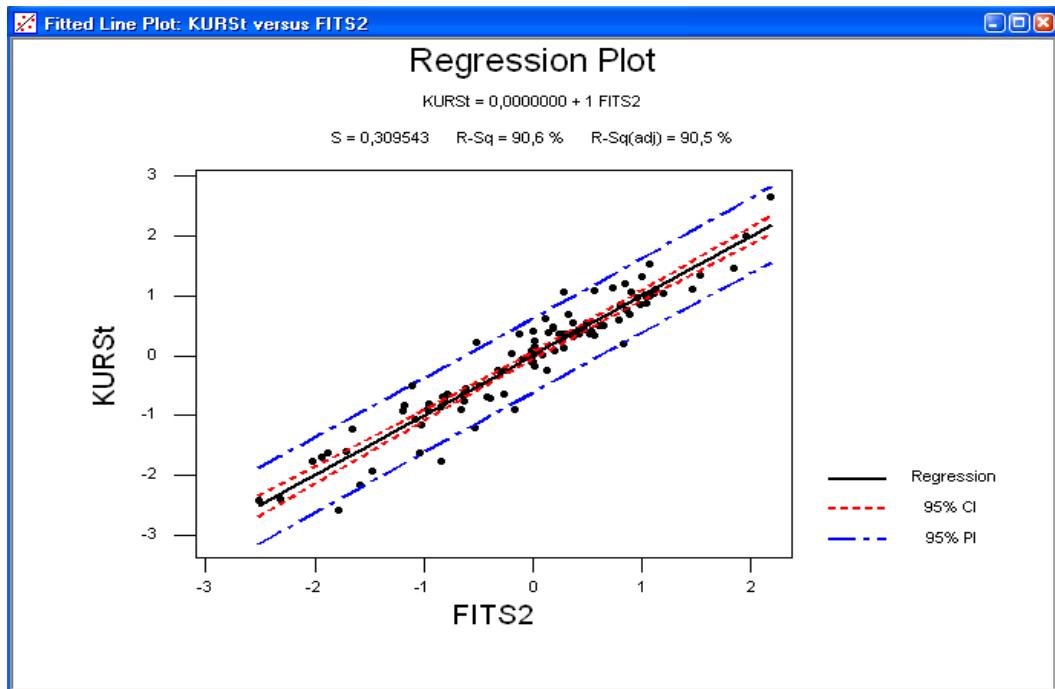
$$S = 0,3227 \quad R-\text{Sq} = 90,6\% \quad R-\text{Sq}(\text{adj}) = 89,7\%$$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	92,412	10,268	98,59	0,000
Residual Error	92	9,582	0,104		
Total	101	101,993			

Durbin-Watson statistic = 1,81

Berdasarkan hasil regresi tersebut diperoleh $R^2 = 0,91$ dan korelasinya $r = 0,94$ yang berarti terjadi peningkatan dibandingkan sebelum dipergunakan algoritma ACE. Penjelasan model pada kasus ini dapat ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Pengesan model pergerakan nilai tukar USD

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, ternyata faktor-faktor yang mempengaruhi pergerakan nilai tukar rupiah terhadap dollar, dapat dikoreksi dengan 9 faktor : GDP riil Indonesia, perbedaan tingkat suku bunga antara Indonesia dan Amerika, tingkat inflasi Indonesia, investasi asing, pembayaran utang luar negeri, cadangan devisa, jumlah uang beredar, *capital inflow domestik, trade balance*. Selain itu, diperoleh juga peningkatan korelasi dari $R^2 = 0.69$ (*korelasi (r) = 0.781*) menjadi $R^2 = 0.94$ (*korelasi (r) = 0.91*). Selain itu, dapat diidentifikasi bentuk fungsional antara peubah respon dan penjelas secara akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Banks, David L and Robert T.O. 1999. *Comparing Methods for Multivariate*. didownload pada 24 September 2008.
- Breiman, L., and J.H. Friedman. 1985. *Estimating Optimal Transformations for Multiple Regression and Correlation*. Journal of the American Statistical Association, September 1985, Vol. 80, No. 391.
- Hastie, T.J and R.J. Tibshirani. 1990. *Generalized Additive Models*. Chapman & Hall, Washington, D.C.
- Iriawan, Nur dan Septin Puji A. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Penerbit Andi, Jogjakarta.
- Isnowati S. 2002. *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar Amerika: Pendekatan Moneter 1987.2 - 1999.1*. Jurnal Bisnis dan Ekonomi, STIE Stikubank Semarang, Maret 2002. [<http://www.stie-stikubank.ac.id/webjurnal/>
- Murniati, D. 2006. *Analisis Determinan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar Pada Sistem Kurs Mengambang Bebas (Periode Januari 1998 - Juni 2006)*. Tesis, UGM (tidak dipublikasikan).

Neter,J., W. Wasserman, & M.H. Kutner. 1990. *Applied Linear Statistical Models*. Third Edition, Richard D. Irwin,Inc., Homewood, Illinois.

Taylan Pakize and Gerhard-Wilhem Weber. *New Approaches to Regression in Financial Mathematics by Generalized Additive Models*. didownload pada 24 September 2008.

Tibshirani, R. 1988. *Estimating Transformations for Regreesion Via Additivity and Variance Stabilization*. Journal of the American Statistical Association, Vol 83, No. 402. (Jun), pp 394-405.