

PENERAPAN *MULTIVARIATE CUSUM TIME SERIES* UNTUK MENDETEKSI KEGAGALAN BANK DI INDONESIA ¹⁾

Aunuddin ²⁾, Erfiani ²⁾, dan Bimawan Sudarmoko ³⁾

²⁾ Dosen pada Departemen Statistika FMIPA IPB, Bogor

³⁾ Alumni Departemen Statistika FMIPA IPB, Bogor

Abstrak

Bank memiliki peran penting dalam pengalokasian sumberdaya keuangan. Kondisi bank yang tidak sehat dapat menyebabkan bank tidak dapat menjalankan peran tersebut, sehingga akan menghambat kelancaran aktifitas perekonomian nasional. Dalam mengevaluasi kinerja bank, beberapa pendekatan metodologi terutama metodologi statistik telah banyak dilakukan. Namun selama ini metodologi tersebut tidak mengikutsertakan perilaku deret waktu dari peubah-peubahnya. Padahal peubah-peubah keuangan suatu perusahaan secara serial berkorelasi tinggi. Tulisan ini bertujuan untuk mendeteksi kegagalan bank dengan menggunakan *multivariate cusum time series*.

Model kegagalan bank yang dibangun oleh *multivariate cusum time series*, cukup mampu dalam mendeteksi adanya gejala memburuk pada kondisi kesehatan bank. Hal ini sejalan dengan semangat pendeteksian krisis perbankan secara dini (*early warning banking crises*).

Kata kunci : *Multivariate Cusum Time Series*, Kegagalan Bank

PENDAHULUAN

Berbagai pendekatan metodologi terutama metodologi statistik telah banyak dilakukan guna memprediksi kondisi kesehatan bank dimasa mendatang. Namun terdapat kelemahan, yaitu tidak memperhitungkan perilaku deret waktu dari peubah-peubahnya sehingga mengabaikan informasi yang penting dari kondisi keuangan perusahaan yang telah lalu (Theodossiou, 1996). Hal tersebut menjadi masalah karena peubah-peubah keuangan suatu perusahaan secara serial berkorelasi tinggi (Theodossiou, 1993).

Multivariate cusum time series yang dikembangkan oleh Kahya dan Theodossiou (1996) diharapkan mampu mengatasi kelemahan dari metode sebelumnya. Pada tulisan ini akan dilakukan penerapan *multivariate cusum time series* untuk mendeteksi kegagalan bank di Indonesia dengan mengamati beberapa peubah keuangan yang dicatat dalam kuartal.

Tulisan ini bertujuan untuk mendeteksi kegagalan bank dengan menggunakan *multivariate cusum time series*.

Data Deret Waktu dan Kestasioneran

Data deret waktu adalah sekumpulan observasi atau pengamatan yang dibangkitkan secara sekuensial dalam waktu (Baxter, 2001). Pada pengolahan data deret waktu diperlukan pemenuhan asumsi tentang kestasioneran data. Pemeriksaan kestasioneran data dapat dilakukan melalui dua pendekatan informal dan formal. Pendekatan informal dilakukan secara eksploratif melalui visualisasi grafik data. Menurut Aunuddin (1989), Eksplorasi data berguna untuk melihat keadaan data dengan mudah, mencari informasi serta mendapatkan gagasan untuk keperluan analisis selanjutnya. Sedangkan pendekatan formal dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan uji Dickey Fuller (Enders, 1995).

Pada proses pengendalian kualitas suatu produksi, umumnya data pengamatan yang diperoleh bersifat sekuensial dalam waktu. Metode analisis yang banyak digunakan dalam pengolahan data tersebut memerlukan asumsi kestabilan proses untuk mengetahui penyimpangan suatu proses. Sehingga jelas terlihat bahwa kestabilan proses dalam pengendalian kualitas produk adalah identik dengan kestasioneran data pada data deret waktu.

¹⁾ Tulisan ini disusun berdasarkan tugas akhir (skripsi) Bimawan Sudarmoko (2003) untuk menjadi Sarjana pada Departemen Statistika FMIPA-IPB yang dibimbing oleh penulis, dengan judul "Penerapan *Multivariate Cusum Time Series* untuk Mendeteksi Kegagalan Bank di Indonesia".

Multivariate Cusum Time Series

Multivariate cusum time series merupakan gabungan antara multivariate time series yang diwakili Vector Autoregressive (VAR) dengan model CUSUM (Kahya dan Theodossiou, 1996).

VAR adalah suatu sistem persamaan yang memperlihatkan setiap peubah sebagai fungsi linier dari konstanta dan nilai lag dari peubah sendiri serta nilai lag dari peubah lain yang ada dalam sistem.

Model VAR orde terhingga k (VAR(k)) dapat dengan cukup menggambarkan perilaku deret waktu dari p peubah penjelas untuk kelompok bank sehat dan bank sakit.

$$X_{i,t} = A_{2,u} + A_u + X_{i,t-1}B_1 + \dots + X_{i,t-k}B_k + \varepsilon_{i,t}$$

untuk $u = 1, 2, \dots, m$

$A_u = 0$ untuk kelompok bank yang sehat dan $u \geq m$,

$$E(\varepsilon_{i,t}) = 0, E(\varepsilon_{i,t} \varepsilon_{j,t}) = \Sigma, \text{ dan } E(\varepsilon_{i,t} \varepsilon_{j,r}) = 0$$

untuk $i \neq j$ dan $r \neq t$

dimana :

$X_{i,t} = [X_{1,i,t}, X_{2,i,t}, \dots, X_{p,i,t}]$ adalah vektor baris dari p peubah penjelas untuk bank ke-i pada waktu ke-t.

$A_{2,u} = [A_{2,g,u}, A_{2,g,u}, \dots, A_{p,g,u}]$ adalah nilai simpangan dari A_u yang berkaitan dengan vektor penjelas bagi kelompok bank yang sakit pada u waktu sebelum terjadi kegagalan.

$A_u = [A_{1,u}, A_{2,u}, \dots, A_{p,u}]$ adalah vektor intersep bagi kelompok bank yang sehat.

B_1, B_2, \dots, B_k adalah matriks $p \times p$ koefisien VAR.

$\varepsilon_{i,t} = [\varepsilon_{1,i,t}, \varepsilon_{2,i,t}, \dots, \varepsilon_{p,i,t}]$ adalah vektor galat $\sim N(0, \Sigma)$.

Sederetan vektor $X_{1,t}, X_{2,t}, \dots, X_{i,t}, \dots$ untuk bank yang sehat adalah stasioner dan mengikuti sebaran kinerja yang baik dengan nilai tengah populasi konstan sepanjang waktu. Bank yang mengalami krisis keuangan ditandai dengan adanya perubahan sedikit demi sedikit dari sederetan vektor pada beberapa waktu yang acak dari kondisi baik ke kondisi buruk. Perubahan tersebut diawali dari kecil hingga menjadi besar yang menandakan bank akan mengalami kegagalan.

Kestasioneran mengimplikasikan bahwa peubah mengalami pengembalian nilai tengah dalam kepekaannya pada saat menyimpang dari nilai rataannya dan akan kembali semula pada waktu mendatang. Kestasioneran vektor penjelas $X_{i,t}$ implikasinya juga signifikan bagi kekekaran model

krisis keuangan sepanjang waktu (Kahya dan Theodossiou, 1996).

Berdasar pada kestasioneran proses VAR, nilai tengah $X_{i,t}$ untuk bank yang sehat sama dengan $\mu_s = A_s + \mu_s B_1 + \dots + \mu_s B_k = A_s(I - B_1 - \dots - B_k)^{-1}$ sehingga $X_{i,t} - \mu_s = A_{g,u} + (X_{i,t-1} - \mu_s)B_1 + \dots + (X_{i,t-k} - \mu_s)B_k + \varepsilon_{i,t}$ untuk $u = 1, 2, \dots, m$

dimana :

$(X_{i,t} - \mu_s)$ adalah penyimpangan peubah dari nilai tengah pada populasi sehat untuk bank ke-i pada waktu ke-t. Penyimpangan ini tersusun dari komponen sementara yang mengandung bagian autoregresi dan galat model VAR, serta komponen tetap $A_{g,u}$ yang memperlihatkan perubahan permanen pada struktur nilai tengah peubah ke arah populasi bank yang sakit (Theodossiou, 1993). Pemilihan ordo k pada model VAR dengan menggunakan Akaike Information Criteria (AIC) minimum dari semua ordo k yang mungkin.

$$AIC = \ln(\det \tilde{\Sigma}) + 2M / NT$$

dimana

M = jumlah koefisien VAR dugaan.

NT = banyaknya pengamatan dari semua bank.

$$\tilde{\Sigma} = \text{matriks peragam dari sisaan} = \sum \tilde{\varepsilon}_{i,t} \tilde{\varepsilon}_{i,t}'$$

Menurut Theodossiou (1993), model CUSUM akan memberikan sinyal memburuknya kondisi suatu bank jika

$$C_{i,t} = \min(C_{i,t-1} + Z_{i,t} - K, 0) < -L, \text{ untuk } K \text{ dan } L \geq 0$$

dimana:

$C_{i,t}$ dan $Z_{i,t}$ adalah skor penampakan deret kumulatif (dinamis) dan waktu (statis) bagi bank ke-i pada waktu ke-t serta K dan L parameter sensitivitas yang bernilai positif.

Skor $Z_{i,t}$ adalah fungsi kompleks dari peubah $X_{i,t}$ yang memperhitungkan korelasi didalam data.

$$Z_{i,t} = \beta_0 + (X_{i,t} - A_u - X_{i,t-1}B_1 - \dots - X_{i,t-k}B_k) \beta_1$$

$$= \beta_0 + A_{g,u} \beta_1 + \varepsilon_{i,t} \beta_1$$

$$\beta_0 = (1/2D) A_g \Sigma^{-1} A_g' = D/2$$

$$\beta_1 = -(1/D) \Sigma^{-1} A_g'$$

dimana :

β_0 dan β_1 = parameter CUSUM

D = jarak mahalnobis dari galat peubah pada populasi bank sehat dan sakit.

$\Sigma = \Sigma_{gab}$ = matrik peragam sisaan gabungan bank sehat dan sakit.

$$\Sigma_{gab} = \frac{\tilde{\Sigma}_s + \tilde{\Sigma}_g}{n_s + n_g - 12}, \text{ dengan}$$

$$\Sigma_s = \sum \tilde{\varepsilon}_{i,t} \tilde{\varepsilon}_{i,t}' \text{ dan } \Sigma_g = \sum \tilde{\varepsilon}_{i,t} \tilde{\varepsilon}_{i,t}'$$

Penampakkan skor kinerja $Z_{i,t}$ mempunyai nilai tengah positif $D/2$ (sehat) dan $-D/2$ (sakit). Bank sehat mempunyai skor kinerja positif $Z_{i,t} > K$ serta $C_{i,t} = 0$. Sedangkan bank sakit memiliki skor kinerja $Z_{i,t} < K$ serta $C_{i,t}$ berakumulasi negatif. Sinyal kegagalan bank diberikan pada waktu pertama $C_{i,t}$ jatuh dibawah $-L$. Skor $C_{i,t}$ akan meningkat serta kembali ke nol jika dan hanya jika $Z_{i,t} > K$.

Tabel 1 Matrik peluang kesalahan pengelompokan.

Kondisi bank aktual	Prediksi kondisi bank	
	Sehat	Sakit
Sehat	P_c	P_s
Sakit	P_g	P_c

P_g = peluang($C_{i,t} > -L$ | bank sakit dan $u=1$)

P_s = peluang($C_{i,t} \leq -L$ | bank sehat)

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Data bersumber dari PT. Bursa Efek Jakarta (BEJ) yang berupa rasio keuangan bank yang *go public* dan tercatat di bursa selama periode kuartal I tahun 1997 hingga kuartal IV tahun 2000. Menurut Indira dan Dadang Muljawan (1998) pengamatan terhadap kondisi internal perbankan melalui penghitungan rasio-rasio keuangan dapat dianggap sebagai *proxies* dari kesehatan bank.

Menurut Sartono (2001), rasio-rasio keuangan :

Debt to Equity Ratio (DER) menunjukkan proporsi utang terhadap modal yang dimiliki perusahaan.

1. *Return On Investment* (ROI) merupakan proporsi laba bersih perusahaan sebelum pajak terhadap aset.
2. *Return On Equity* (ROE) adalah untuk mengukur kemampuan perusahaan memperoleh laba yang tersedia bagi pemegang saham perusahaan.
3. *Net Profit Margin* (NPM) merupakan kemampuan perusahaan dalam memperoleh keuntungan dari penjualan.
4. *Operating Profit Margin* (OPM) merupakan rasio penjualan terhadap keuntungan perusahaan .

Metode Penelitian

1. Pengklasifikasian bank kedalam kelompok sehat atau sakit yang diperoleh dari pengumuman BPPN (www.bppn.go.id, 2002),
2. Pembentukan model dengan menggunakan *multivariate cusum time series* terhadap data pada tahun 1997-2000.

- ❖ Pemeriksaan kestasioneran untuk masing-masing peubah penjelas menggunakan plot deret waktu dan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) pada $\alpha=0.05$.
- ❖ Jika tidak stasioner maka dilakukan transformasi dan perbedaan hingga memenuhi asumsi kestasioneran.
- ❖ Pembentukan dan pemilihan ordo k pada model VAR dengan AIC minimum. untuk masing-masing bank baik kelompok sehat maupun sakit.
- ❖ Menghitung skor kinerja waktu $Z_{i,t}$.
 1. Menghitung $X_{i,t} - \mu_s$ dengan μ_s adalah rata-rata sepanjang waktu untuk bank yang sehat.
 2. Mencari nilai A_g dengan membentuk model VAR dari $X_{i,t} - \mu_s$.
 3. Mencari parameter CUSUM β_0 dan β_1 serta jarak mahalalanobis dari galat (D^2).
 4. Menghitung $Z_{i,t} = \beta_0 + A_g \beta_1 + \epsilon_{i,t} \beta_1$.
- ❖ Pembentukan model CUSUM yaitu
 1. Menghitung skor kumulatif $C_{i,t}$
Jika $C_{i,t} = \min(C_{i,t-1} + Z_{i,t} - 0.2, 0) < -35$ maka kesehatan bank memburuk.
 2. Menggambarkan model CUSUM untuk masing-masing bank.

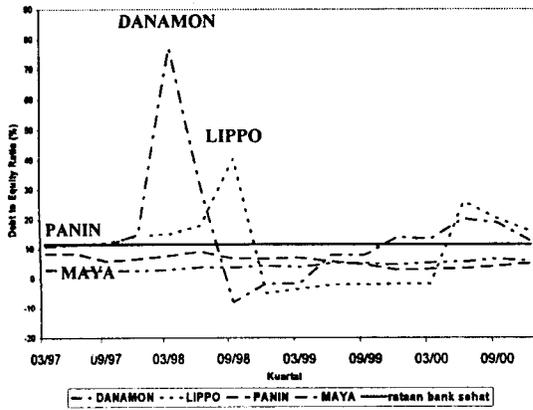
Software yang digunakan adalah *Eviews Version 3.1* dan *Microsoft Excel 2002*.

PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari PT. Bursa Efek Jakarta berupa laporan keuangan 12 bank. Berdasarkan pengumuman BPPN, ada 5 bank yang terkena program restrukturisasi dan resolusi perbankan yaitu bank Danamon, bank Niaga, bank Lippo, bank Bali dan BII sedangkan 7 bank lainnya yaitu bank Panin, bank Pikko, BNI, bank Mayapada, bank NISP, bank InterPasific dan BCIC dinyatakan masih sehat.

Analisis Eksplorasi Data

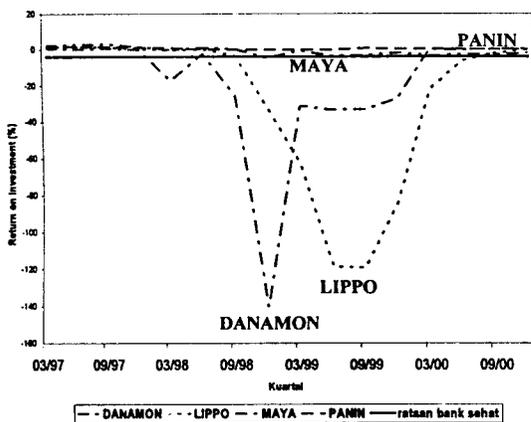
Penerapan model dilakukan pada 2 bank sehat dan 2 bank sakit. Bank sakit yaitu Danamon yang di merger pada bulan juni 2000 dan Lippo pada bulan Maret 2000. Sedangkan bank sehat yaitu Panin dan Mayapada. Kesesuaian perilaku deret waktu masing-masing bank dengan teori keuangan dapat dilihat melalui plot deret waktu untuk setiap peubah. Bank yang sehat akan mengikuti rata-rata sepanjang waktu dari bank sehat.



Gambar 1. Kinerja keuangan 4 bank untuk peubah *Debt to Equity Ratio* (DER).

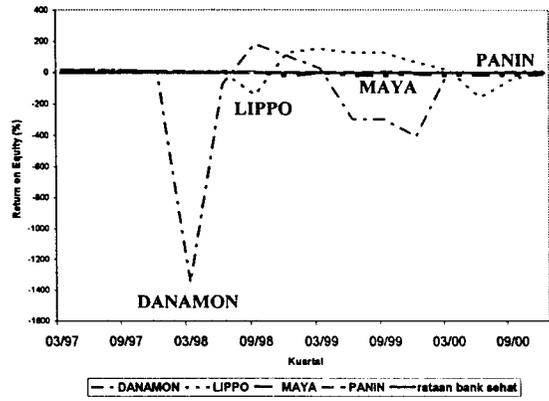
Pada Gambar 1 terlihat bahwa bank Panin dan bank Mayapada plotnya relatif berada dibawah plot rataan sepanjang waktu bank sehat, sedangkan bank Danamon pada pertengahan tahun 1998 hingga akhir tahun 1999 bertentangan dengan teori keuangan, sama halnya dengan bank Lippo pada akhir tahun 1998 hingga awal tahun 2000.

Pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa plot deret waktu bank Panin dan bank Mayapada relatif berada diatas rataan sepanjang waktu bank sehat sedangkan bank Danamon dan bank Lippo secara umum berada dibawah.



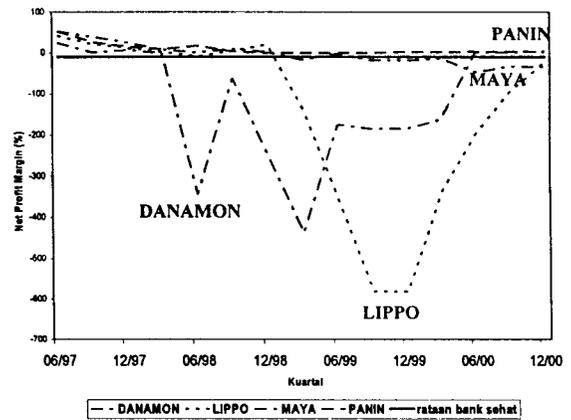
Gambar 2. Kinerja keuangan 4 bank untuk peubah *Return On Investment* (ROI).

Pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa bank Panin dan bank Mayapada plotnya relatif mengikuti plot rataan sepanjang waktu bank sehat, sedangkan bank Danamon tidak. Bank Lippo sebagian besar plotnya berada diatas padahal dikategorikan sakit.

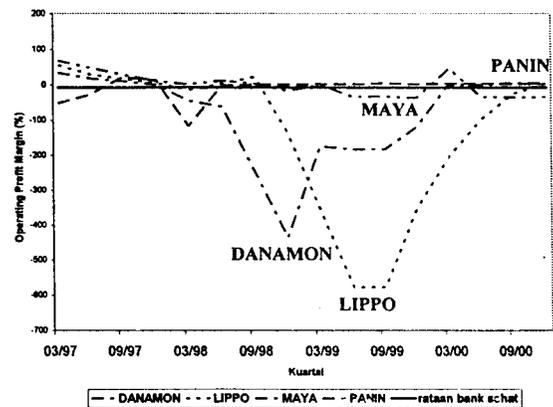


Gambar 3. Kinerja keuangan 4 bank untuk peubah *Return On Equity* (ROE).

Pada Gambar 4 dan 5 juga memperlihatkan perilaku bank Panin dan bank Mayapada relatif berada disekitar plot rataan sepanjang waktu bank sehat sedangkan bank Danamon dan bank Lippo tidak.



Gambar 4. Kinerja keuangan 4 bank untuk peubah *Net Profit Margin* (NPM).



Gambar 5. Kinerja keuangan 4 bank untuk peubah *Operating Profit Margin* (OPM).

Dari hasil analisis pada Gambar 1-5 menjelaskan bahwa beberapa peubah seperti DER dan ROE bertentangan dengan teori keuangan. Kondisi tersebut tidak sesuai dengan sebenarnya karena bank-bank tersebut termasuk kategori sakit. Hal ini menunjukkan bahwa analisis untuk satu peubah cenderung memberikan hasil yang berlawanan sehingga akan sulit dalam menyimpulkannya.

Hasil Pendugaan Model VAR

Data yang digunakan berupa rata-rata dari kelompok bank sakit untuk setiap peubah. Hal ini dilakukan untuk mengetahui indikasi umum tentang bagaimana bank sakit dideteksi penyimpangannya, karena analisis ini merupakan analisis perubahan kondisi sehat ke sakit. Analisis VAR dengan menggunakan AIC minimum memberikan model VAR berordo 1.

Model VAR adalah $X_{i,t} = \tilde{A}_g + \tilde{A}_s + X_{i,t-1}\tilde{B}_1 + \tilde{\varepsilon}_{i,t}$

dimana :

$$X_{i,t} = [DER \ ROI \ ROE \ NPM \ OPM]$$

$$\tilde{A}_s = [-24.618 \ 0.622 \ -1.983 \ 2.654 \ 109.059]$$

$$\tilde{A}_g = [0.215180 \ 0.762322 \ -5.396724 \ -0.151539 \ -0.026248]$$

$$\tilde{B}_1 = \begin{bmatrix} 0.270110 & -0.0128 & -0.0038 & 0.2052 & 0.0696 \\ 2.0878 & -0.4571 & -0.0513 & -3.1779 & 36.8308 \\ 17.7231 & -2.3265 & 0.4260 & -101811 & -394766 \\ -0.0923 & -0.0236 & 0.0163 & -0.6916 & -4.7368 \\ 0.0414 & -0.0013 & 0.0016 & 0.0016 & 0.2727 \end{bmatrix}$$

keterangan : $X_{i,t}$ adalah nilai dari atribut vektor bank ke-i dan kuartal ke-t yang sudah merupakan hasil transformasi dan satu kali pembedaan.

Matriks peragam gabungan kelompok bank sehat dan bank sakit (pada satu triwulan sebelum terjadi kegagalan) diduga dari sisaan dengan menggunakan rumus:

$$\Sigma_{gab} = \frac{\tilde{\Sigma}_s + \tilde{\Sigma}_g}{n_s + n_g - 12}$$

dimana :

$n_s=560$ adalah total pengamatan amatan tahunan dari 7 bank sehat.

$n_g=5$ adalah banyak amatan untuk bank yang sakit dengan satu triwulan mulai kegagalan.

Sehingga didapatkan

$$\tilde{\Sigma}_{gab} = \begin{bmatrix} 0.970815 & 0.111380 & 0.031098 & 0.266204 & -0.421422 \\ 0.111380 & 0.128970 & 0.010522 & 0.020374 & -0.059039 \\ 0.031098 & 0.010522 & 0.004243 & 0.001417 & -0.006534 \\ 0.266204 & 0.020374 & 0.001417 & 0.664844 & -0.640282 \\ -0.421422 & -0.059039 & -0.006534 & -0.640282 & 0.743353 \end{bmatrix}$$

Hasil pendugaan model CUSUM

Model CUSUM diduga dengan menggunakan rumus:

$$\beta_0 = (1/2D)A_g \Sigma^{-1} A'_g = D/2$$

$$\beta_1 = -(1/D) \Sigma^{-1} A'_g$$

$$D^2 = A_g \Sigma^{-1} A'_g$$

kemudian diperoleh

$$\tilde{\beta}_0 = 0.171318$$

$$\tilde{\beta}_1 = [-0.28223 \ -0.18667 \ 0.024016 \ 0.054803 \ 0.066864]$$

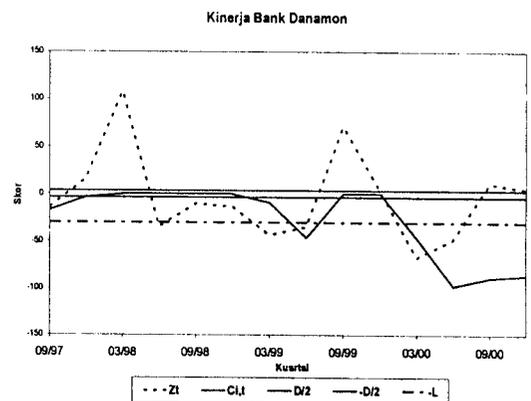
$$\tilde{D} = 0.342637$$

hasil diatas digunakan untuk mencari skor $Z_{i,t}$ dengan menggunakan rumus:

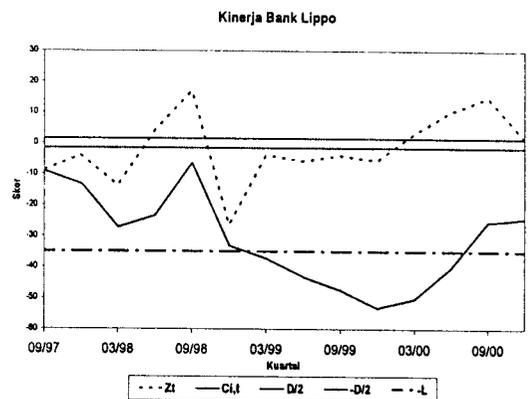
$$Z_{i,t} = \beta_0 + (X_{i,t} - A_s - X_{i,t-1}B_1) \beta_1 \text{ atau } Z_{i,t} = \beta_0 + A_g \beta_1 + \varepsilon_{i,t} \beta_1$$

sehingga didapatkan skor $Z_{i,t}$.

Koefisien β_1 menunjukkan pengaruh peubah penjelas terhadap skor kinerja bank ($Z_{i,t}$). Koefisien ROE, NPM dan OPM bertanda positif yang artinya pengaruh positif terhadap kinerja keuangan bank. Sedangkan sebaliknya koefisien DER dan ROI bertanda negatif.

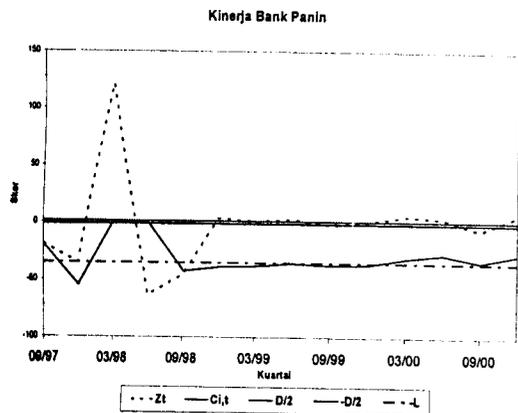


Gambar 6. Skor kinerja ($Z_{i,t}$) dan skor CUSUM ($C_{i,t}$) bank Danamon.

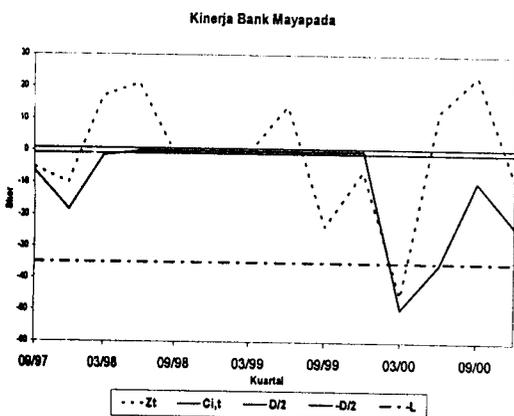


Gambar 7. Skor kinerja (statis) $Z_{i,t}$ dan skor CUSUM (dinamis) $C_{i,t}$ bank Lippo.

Pada Gambar 6 dan 7 menunjukkan bahwa perilaku skor kinerja ($Z_{i,t}$) bank Danamon dan Lippo jauh berada dibawah $D/2$ bahkan dibawah $-L$ kemudian skor CUSUM juga menurun serta berakumulasi negatif.



Gambar 8. Skor kinerja (statis) $Z_{i,t}$ dan skor CUSUM (dinamis) $C_{i,t}$ bank Panin.



Gambar 9. Skor kinerja $Z_{i,t}$ dan skor CUSUM $C_{i,t}$ bank Mayapada.

Pada Gambar 8 dan 9 menunjukkan bahwa bank Panin memperlihatkan perilaku skor kinerja ($Z_{i,t}$) relatif berada disekitar $D/2$ dan skor CUSUM ($C_{i,t}$) juga relatif stabil atau kondisi menurunnya tidak berlangsung lama.

Sinyal kegagalan atau gejala memburuk untuk bank Danamon terjadi pada awal tahun 2000, sedangkan bank Lippo mulai terdeteksi sejak awal tahun 1999. Hal ini ditunjukkan oleh skor CUSUM ($C_{i,t}$) yang jatuh pertama kali dibawah ambang $-L$ (Gambar 6 dan 7). Pendeteksian oleh CUSUM ini memberikan sinyalemen kegagalan jika gejala memburuknya kondisi kesehatan bank berlangsung lama (*long memori*) dari mulai pertama kali skor CUSUM jatuh dibawah $-L$. Sedangkan jika gejala memburuk tidak berlangsung lama (*short memori*) maka kondisi bank belum dapat dinyatakan sakit. Hal tersebut seperti

yang diperlihatkan oleh 2 bank sehat yaitu bank Panin dan bank Mayapada (Gambar 8 dan 9).

KESIMPULAN

Analisis kegagalan bank dengan metode *multivariate cusum time series* cukup mampu mendeteksi adanya gejala memburuk pada kondisi kesehatan bank. Analisis tersebut juga memberikan sinyal awal yang menandakan bank akan mengalami kegagalan (*early warning banking crises*). Penampakan skor kinerja ($Z_{i,t}$) dan CUSUM ($C_{i,t}$) antara bank yang sehat dan bank sakit kurang menunjukkan kondisi yang berbeda. Hal ini dikarenakan krisis perekonomian yang melanda Indonesia sejak awal tahun 1997 memberikan dampak buruk bagi perbankan nasional secara keseluruhan.

KEPUSTAKAAN

- Aunuddin. 1989. Analisis Data. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat IPB, Bogor.
- Baxter, C. 2001. *Time Series Analysis and Forecasting I*. www.Civil.ualberta.ca/course
- BPPN. 2002. Program Restrukturisasi dan Resolusi Perbankan. <http://www.bppn.go.id>
- Enders, W. 1995. *Applied Econometric Time Series*. John Wiley & Sons, New York.
- Indira & D. Muljawan 1998. Memprediksi Kondisi Perbankan Melalui Pendekatan *Solvency* Secara Dinamis. Buletin Ekonomi Moneter dan Perbankan Vol. 1 No. 2.
- Kahya, E. & Theodossiou P. 1996. *Predicting Corporate Financial Distress: A Time-Series CUSUM Methodology*. School of Business Rutgers University. Camden, NJ 08102.
- Sartono, R. A. 2001. Manajemen Keuangan. Teori dan Aplikasi. Edisi keempat. BPFE-Yogyakarta, Yogyakarta.
- Theodossiou P. 1993. *Predicting Shifts in the Mean of a Multivariate Time Series Process: An Application in Predicting Business Failures*. *Journal of the American Statistical Association* 88 : 441-449.