

PENDEKATAN NONPARAMETRIK UNTUK SISTEM PERINGATAN DINI KRISIS KOMODITAS CRUDE PALM OIL

NONPARAMETRIC APPROACH FOR EARLY WARNING SYSTEM OF CRUDE PALM OIL CRISIS

Trisita Novianti

*Universitas Trunojoyo
Program Studi Teknik Industri
trisitanovianti@trunojoyo.ac.id
081229321888*

Abstrak

Krisis suatu komoditas merupakan kondisi yang diakibatkan oleh kelangkaan keberadaan komoditas tersebut. Kelangkaan komoditas umumnya ditandai dengan peningkatan harga komoditas. Salah satu komoditas yang rawan mengalami krisis yaitu komoditas CPO (Crude Palm Oil). CPO merupakan bahan baku utama pembuatan biodiesel dan minyak goreng. Antisipasi terhadap krisis komoditas perlu dilakukan terutama oleh pihak-pihak yang berkepentingan seperti pemerintah, industri, dan investor. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem peringatan dini yang dapat memberikan peringatan awal akan terjadinya suatu krisis. Pengembangan sistem peringatan dini untuk krisis komoditas CPO di Indonesia dilakukan dengan metode analogi dengan sistem peringatan dini untuk krisis mata uang. Pendekatan yang dikembangkan adalah non parametrik. Tahap penting yang dilakukan adalah menentukan variabel krisis dan indikator-indikator terjadinya krisis komoditas tersebut. Sebagai variabel krisis digunakan CMPI (Commodity Market Pressure Index). Indikator krisis yang digunakan adalah harga CPO luar negeri, harga minyak mentah dunia, tingkat inflasi, nilai tukar rupiah terhadap \$US dolar, PDB, produksi CPO dan ekspor CPO. Penelitian ini menggunakan data bulanan dari Januari 2000 hingga Juni 2007. Dengan menggunakan ukuran performansi POPCC (percent of observation periods correctly called), dilakukan perbandingan model nonparametric. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa indikator yang berkorelasi kuat terhadap krisis komoditas CPO adalah harga CPO luar negeri, harga minyak mentah, nilai tukar rupiah, PDB dan produksi CPO.

Kata kunci: sistem peringatan dini, krisis komoditas, pendekatan sinyal, nonparametrik

Abstract

Commodity crisis is a condition caused from rare of commodity. The rare of commodity is marked by the increase of commodity price. CPO (Crude Palm Oil) is the one of vulnerable commodities. CPO is main raw material of biodiesel and cooking oil. Anticipation to commodity crisis is needed especially by interested parties like government, industry, and investor. Therefore, an early warning system is required to give initial warning of the crisis. Development of early warning system for CPO crisis in Indonesia is done with analogy method with early warning system for currency crisis. The development is used nonparametric and ANN approach. Important phase of the development is determining crisis variable and indicators of commodity crisis. CMPI (Commodity Market Pressure Index) is used as crisis variable. Crisis indicators are the world price of CPO, the price of world crude oil, inflation rate, rupiah exchange rate to US dollar, PDB, CPO production and export of CPO. The research uses monthly data from January 2000 until June 2007. The results show that indicators having high influence to CPO crisis are the world price of CPO, the world price of crude oil, rupiah exchange rate, PDB and CPO production.

Keywords: early warning system, commodity crisis, signal approach, non parametric

I. PENDAHULUAN

Menurut definisi, krisis merupakan suatu kondisi kemunduran kesejahteraan, kedamaian, keamanan atau stabilitas dibandingkan dengan kondisi sebelumnya (Nooteboom & White, 2005). Kondisi krisis yang terjadi pada bahan pangan atau komoditas secara mendasar dikarenakan berkurangnya akses terhadap bahan pangan/komoditas tersebut yang dapat terjadi karena menurunnya pendapatan atau peningkatan harga (MINAGR, 2003). Pada kondisi tertentu data mengenai pendapatan lebih sulit dipantau daripada harga sehingga kondisi krisis dipantau dari peningkatan harga. Peningkatan tajam harga *Crude Palm Oil* (CPO) di Indonesia telah beberapa kali terjadi. Pada tahun 2007, bulan April mengawali krisis komoditas CPO yang ditandai dengan membumbungnya harga komoditas tersebut. Lonjakan harga tersebut disebabkan oleh kelangkaan keberadaan CPO di Indonesia akibat kenaikan harga CPO dunia sehingga pengusaha CPO cenderung lebih tertarik untuk memenuhi permintaan luar negeri daripada permintaan dalam negeri. Karena CPO merupakan bahan baku biodiesel dan minyak goreng maka lonjakan harga CPO menyebabkan lonjakan harga minyak goreng di Indonesia. Biodiesel dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif. Hal ini membuat daya beli masyarakat menurun terhadap minyak goreng dan menyebabkan krisis komoditas tersebut. Krisis komoditas tidak hanya terjadi pada CPO. Sejak dahulu terdapat beberapa komoditas dasar yang rawan terjadi krisis yang ditandai dengan peningkatan harga yang tajam. Komoditas yang juga sering mengalami krisis antara lain beras dan gula. Kondisi tersebut disebabkan karena penawaran permintaan pada komoditas dasar dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk faktor sosial, ekonomi dan kondisi alam (Yong, 1995). Pembentukan harga tidak lepas dari interaksi permintaan dan penawaran (Hirshleifer & Glazer, 1992). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menggambarkan perilaku penawaran dan permintaan pada berbagai komoditas. Simpson (2002) dan Chen & Rogoff (2003) mengidentifikasi adanya hubungan antara nilai tukar dengan harga komoditas. Penelitian tersebut senada dengan Borensztein & Reinhart (1994) yang mengemukakan bahwa salah satu indikator makroekonomi yang berpengaruh pada harga komoditas adalah nilai tukar. Kyrtsov & Labys (2006) meneliti hubungan antara harga komoditas dengan tingkat inflasi yang terjadi. Penelitian yang dilakukan oleh He & Westerhoff (2005) serta Westerhoff & Reitz (2005) melibatkan selain faktor spekulasi pada pergerakan harga komoditas juga harga komoditas sebelumnya. Pendekatan deret waktu (*time series*) dalam peramalan harga juga dilakukan oleh Agnon et al (1999) serta Batchelor et al (2007). Beberapa penelitian lain menggunakan berbagai model untuk menjelaskan pasar komoditas. Deaton & Laroque (2007) menggunakan model Lewis untuk menggambarkan pergerakan harga komoditas yang melibatkan permintaan dan penawaran. Pendekatan analogi juga dilakukan oleh beberapa peneliti terhadap pasar komoditas. Analogi yang banyak dilakukan adalah mengumpamakan harga komoditas seperti gerak partikel yang dijelaskan oleh Hukum Brown (Cartea & Williams, 2007, Turvey, 2007). Krisis komoditas berpengaruh besar terutama bagi pengguna komoditas tersebut baik masyarakat maupun industri yang menggunakan komoditas tersebut sebagai bahan baku utama. Selain itu, pihak pemasok bisa saja dapat memetik keuntungan dari kondisi ini dengan kenaikan pendapatan atau bahkan ikut merugi akibat fluktuasi harga jika kondisi krisis diakibatkan oleh ulah spekulasi. Jika krisis ini tidak ditangani segera maka krisis komoditas tersebut dapat merembet pada krisis komoditas lain (pada komoditas CPO pasti akan berpengaruh pada komoditas minyak goreng) dan pada akhirnya berpengaruh pada kinerja industri yang terkait serta kesejahteraan masyarakat. Begitu besar efek dari krisis komoditas tersebut maka diperlukan sebuah peringatan dini untuk dapat memberikan peringatan awal akan terjadinya suatu krisis. Peringatan dini ini diharapkan dapat dimanfaatkan pemerintah, industri, investor, lembaga keuangan dan modal serta pihak-pihak yang berkepentingan untuk melakukan antisipasi terhadap efek negatif yang ditimbulkan jika terjadi krisis. Terdapat beberapa pendekatan yang umum dilakukan dalam pengembangan sistem peringatan dini (Suprayogi et al (2005) yaitu: pendekatan non parametrik (sinyal), pendekatan parametrik, dan pendekatan makropudential menggunakan *leading indicator*. Pendekatan non parametrik merupakan pendekatan yang paling umum dan mudah dilakukan. Pada dasarnya pendekatan ini membandingkan perilaku sebuah variabel yang terpilih untuk mewakili kondisi krisis dengan

perilaku sekumpulan indikator yang diperkirakan memiliki hubungan dengan terjadinya krisis tersebut (Kaminsky et al, 1997). Pendekatan ini telah diterapkan untuk membangun sistem peringatan dini pada krisis mata uang di berbagai negara. Pendekatan parametrik yang telah digunakan adalah *multivariate logit* yang digunakan oleh Bussiere and Fratzscher (2002). Selain pendekatan yang telah disebutkan, *Artificial Neural Networks* (ANN) merupakan salah satu pendekatan yang digunakan dalam mengembangkan sistem peringatan dini. ANN adalah salah satu bagian dari pengembangan ilmu komputer dalam bidang intelegensi komputasional dan banyak diinspirasi oleh cara kerja otak manusia (Herbrich et al, 1999). Pada penelitian ini diharapkan dilakukan pendekatan yang lebih komprehensif terhadap sistem peringatan dini untuk krisis komoditas dengan menggunakan variabel yang terkait dengan sistem komoditas.

II. METODE

Data yang dibutuhkan adalah data mengenai indikator terjadinya krisis komoditas. Sifat data tersebut adalah data sekunder yang diperoleh dari pihak-pihak terkait seperti BPS, BI, asosiasi, dan departemen-departemen pemerintah lain yang terkait seperti departemen perindustrian dan perdagangan. Pendekatan nonparametrik dipilih didasarkan pada metode ini cukup mudah diimplementasikan karena tidak membutuhkan uji statistik. Pengujian statistik sangat dipengaruhi oleh kecukupan data dan mensyaratkan independensi data yang hal tersebut sulit dipenuhi dalam kasus makroekonomi. Alasan kedua, pendekatan tersebut dipilih adalah kompleksnya hubungan antar indikator dan variabel krisis, sedangkan jika menggunakan pendekatan statistik kita perlu menentukan model hubungan antar variabel tersebut.

Tabel 1. Rangkuman Referensi Indikator

No	Indikator	Referensi
1	PDB (produk domestik bruto)	Deaton & Laroque (2003)
2	Nilai tukar rupiah terhadap U.S Dolar	Borensztein & Reinhart (1994), Simpson (2002) dan Chen & Rogoff (2003)
3	Inflasi	Kyrtsou & Labys (2006)
4	Harga CPO dalam negeri dan luar negeri	Kohzadi et al (1996), Golan & Shearer (1999) serta Bachelor et al (2007)
5	Harga Minyak Mentah Dunia	Hirshleifer & Glazer (1992)
6	Produksi CPO	WFP (2006)
7	Ekspor CPO	Hirshleifer & Glazer (1992)

Data-data yang digunakan dalam analisis diharapkan stasioner dan bebas dari *trend*. Oleh karena itu, setiap data dilakukan uji *Augmented Dickey Fuller*. Jika data sudah stasioner, maka data dalam bentuk level tersebut digunakan dalam analisis, tapi jika data belum stasioner maka data tersebut diturunkan hingga diperoleh data stasioner.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model sistem peringatan dini pada krisis komoditas CPO dikembangka menggunakan model analogi dengan sistem peringatan dini krisis mata uang yang telah dilakukan oleh Suprayogi et al (2005). Beberapa hal yang memerlukan adaptasi adalah variabel respon (variabel krisis) dan variabel stimulus (indikator). sistem peringatan dini komoditas pun memiliki variabel suatu krisis. Pada krisis sistem peringatan dini untuk krisis komoditas, diwakili dengan variabel CMPI (*Index of Commodity Market Pressure*). Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$CMPI_t = \delta pd_t \dots\dots\dots 1)$$

$$\delta pd_t = \frac{pd_t - pd_{t-1}}{pd_{t-1}} \dots\dots\dots 2)$$

dengan,

- CMPI_t = nilai *index of commodity market pressure* pada periode *t*
- δpd_t = persentase perubahan harga komoditas dalam negeri pada periode *t*
- pd_t = harga komoditas dalam negeri pada saat *t*

Pemilihan harga komoditas sebagai variabel yang mencerminkan kelangkaan komoditas didasarkan pada alasan bahwa terbentuknya harga diakibatkan oleh interaksi antara permintaan dan penawaran. Pada kasus komoditas primer seperti CPO dan pada negara pengekspor, permintaan CPO domestik diasumsikan relatif konstan sehingga jika terjadi lonjakan harga domestik, hal tersebut diakibatkan oleh turunnya penawaran domestik. Dengan menggunakan indeks CMPI tersebut, persamaan untuk kondisi krisis komoditas menjadi:

$$Cr_t = \begin{cases} 1, & \text{jika } CMPI > \mu_{CMPI} + m\sigma_{CMPI}, \text{ dengan } m \text{ adalah batas krisis} \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots 3)$$

selanjutnya persamaan untuk variable biner *R_t* yang menggambarkan terjadinya krisis pada periode signaling window tertentu adalah sebagai berikut :

$$R_t = \begin{cases} 1, & \exists Cr_p=1; p=t, \dots, t+h \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots 4)$$

dengan

- R_t* : realisasi krisis pada periode *t*
- Cr_t* : krisis pada saat *t*
- p* : periode krisis

Pada penelitian ini dicari nilai *m* yang dianggap cukup untuk menghasilkan sistem peringatan dini dengan *noise-to signal- ratio* (NSR) rendah. Pemilihan nilai *m* juga tidak dapat lepas dari kesesuaian saat krisis yang didefinisikan model dengan kondisi krisis dari sistem nyata.

Dari perhitungan yang dilakukan peneliti, nilai *m=1,75* memberikan *POPCC* (*percent of observations periods correctly called*) = 59,21% dan masih sesuai dengan kondisi krisis nyata. Konstanta *m=2* memberikan *POPCC* lebih besar (63,16%) tetapi menghilangkan krisis pada April-07. Oleh karena nilai *m=1,75* merupakan nilai yang cukup baik, sehingga nilai tersebut digunakan dalam model.

A. Penentuan Periode Krisis

Periode krisis ditentukan berdasarkan nilai ambang CMPI. Suatu periode dinyatakan krisis jika nilai CMPI pada periode tersebut melebihi ambang batas tersebut, dan bukan periode krisis jika sebaliknya. Dengan nilai batas CMPI sebesar 0,121048, maka terdapat 5 bulan yang dinyatakan sebagai krisis yaitu Juli 2001, Agustus 2001, November 2001, Desember 2003, dan April 2007.

B. Penentuan Signaling Window

Penentuan *signaling window* didasarkan pada tujuan dibuatnya sistem peringatan dini krisis komoditas yaitu untuk membantu para perumus kebijakan untuk membuat kebijakan yang dapat mencegah krisis yang terjadi di masa mendatang. Oleh karena itu, horison waktu yang digunakan adalah 12 bulan.

C. Indikator

Indikator krisis merupakan variabel-variabel yang dianggap dapat digunakan untuk memprediksi terjadi suatu krisis atau tidak. Sebelum indikator digunakan dalam sistem

peringatan dini, terlebih dahulu dilakukan pengolahan data awal untuk seluruh indikator yang digunakan. Pengolahan ini meliputi interpolasi dan ekstrapolasi yang bertujuan agar seluruh data memiliki rentang periode yang sama. Selanjutnya dilakukan transformasi agar seluruh data merupakan data stasioner.

D. Transformasi

Transformasi indikator diperlukan untuk menghilangkan *trend* pada data sehingga data yang digunakan adalah data stasioner. Pengujian apakah suatu data stasioner atau tidak menggunakan uji ADF (*Augmented Dickey Fuller*) yang tersedia pada software Eviews. Jika suatu data tidak stasioner, maka data tersebut diturunkan agar data tersebut menjadi stasioner

E. Nilai Batas Indikator

Berdasarkan penelitian Kaminsky (1998), nilai batas indikator ditentukan dengan menggunakan nilai persentil dari indikator tersebut. Jika suatu indikator melebihi batas persentil tersebut maka indikator tersebut dianggap berperilaku tidak wajar sehingga perlu dibangkitkan sinyal. Menurut Kaminsky et al (1997) merumuskan bahwa nilai persentil yang digunakan umumnya berkisar dari persentil 10 hingga 20. Lestari (2005) menggunakan persentil 10 sebagai batas indikator, dan dalam penelitian ini menggunakan nilai pertengahan antara 10 dan 20 yaitu 15. Penentuan persentil juga didasarkan pada hubungan antara indikator dan CMPI. Jika terdapat hubungan positif, maka digunakan persentil atas, namun jika hubungan keduanya negatif, digunakan persentil bawah. Keterhubungan antar indikator tersebut didapatkan dari hasil *analisis bivariante* (dapat dilihat lengkap pada Lampiran E). Hanya saja pada indikator nilai tukar rupiah diperoleh hubungan negatif pada *analisis bivariante* padahal seharusnya nilai tukar rupiah memiliki hubungan positif dengan perubahan harga CPO dalam negeri. Tapi model yang dihasilkan pada *analisis bivariante* antara nilai tukar rupiah dan perubahan harga CPO memiliki *adjusted-R* rendah sehingga dianggap model lemah. Oleh karena untuk indikator nilai tukar rupiah tetap menggunakan hubungan positif.

Tabel 2. Nilai batas Indikator

No	Indikator	Hubungan Indikator dengan Probabilitas Krisis Komoditas	Daerah Kritis	Nilai Batas
1	Harga CPO Dunia	+	Atas	19,26
2	Harga Minyak Mentah Dunia	+	Atas	4,42
3	Tingkat Inflasi	+	Atas	1,32
4	Nilai Tukar Rupiah	+	Atas	10076
5	PDB	+	Atas	-11,18
6	Produksi CPO	-	Bawah	-46,50
7	Ekspor CPO	+	Atas	51,15

F. Ekstraksi Sinyal

Sinyal dibangkitkan jika suatu indikator melebihi nilai batas yang telah dihitung sebelumnya. sinyal bernilai 1 jika indikator melebihi batas nilai ambang, dan bernilai 0 jika sebaliknya.

G. Performansi Indikator

Penentuan performansi indikator menggunakan nilai *noise-to-signal* (NSR) dan *marginal-predictive-power* (MPP). Suatu indikator memiliki performansi yang baik jika memiliki MPP tidak negatif dan NSR kecil. Indikator harga minyak mentah, nilai tukar rupiah PDB dan ekspor CPO yang memiliki MPP tidak negatif, dan nilai NSR di bawah 1. Jika dianalisis lebih lanjut, PDB mencerminkan kebutuhan dalam negeri sedangkan nilai tukar rupiah, harga minyak mentah dunia serta ekspor CPO mencerminkan kebutuhan luar negeri.

Lebih banyaknya indikator pencerminan permintaan luar negeri yang memiliki MPP dan NSR baik menunjukkan adanya pengaruh kuat dari pasar luar negeri terhadap harga CPO di Indonesia.

H. Leading Indicator

Nilai *composite indicator* diperoleh dari indikator-indikator yang terpilih sebagai *leading indicator*. Pemilihan *leading indicator* didasarkan pada nilai $P(\text{Crisis}|S)$ setiap indikator. Jika nilai tersebut sama dengan atau di atas ambang batas yang telah ditentukan maka indikator tersebut termasuk dalam *leading indicator*. Oleh karena itu penentuan batas ambang tersebut sangat berpengaruh terhadap indikator yang terpilih sebagai *leading indicator*. Pada penelitian ini digunakan nilai ambang batas sebesar 0,5 sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2005). Dengan nilai ambang batas tersebut, maka indikator yang terpilih sebagai *leading indicator* adalah nilai tukar rupiah dan PDB. Jika nilai ambang batas diturunkan hingga 0,25 maka seluruh indikator dapat menjadi *leading indicator*.

I. Pembangkitan Peringatan (*Alert*)

Tujuan dari model sistem peringatan dini yang dibangun adalah untuk membangkitkan sinyal peringatan jika nilai probabilitas krisis suatu periode berada di atas ambang batas. Pembangkitan peringatan krisis didasarkan dari nilai probabilitas krisis. Jika nilai probabilitas krisis melebihi suatu nilai ambang batas (*cutoff probability*) yang ditentukan, maka sistem tersebut membangkitkan peringatan. Pada penelitian ini *cutoff probability* yang digunakan adalah 0,5. Berdasarkan perhitungan nilai probabilitas krisis dan nilai *cutoff probability* tersebut, maka peringatan yang dibangkitkan oleh sistem peringatan dini

Tabel 3. Nilai Composite Indikator

Tgl	Composite Indikator	Tgl	Composite Indikator	Tanggal	Composite Indikator	Tgl	Composite Indikator
Feb-00		Dec-01		Nov-03	1.451613	Sep-05	
Mar-00		Jan-02		Dec-03	1.451613	Oct-05	
Apr-00		Feb-02		Jan-04	1.451613	Nov-05	
May-00		Mar-02		Feb-04		Dec-05	
Jun-00		Apr-02		Mar-04		Jan-06	
Jul-00		May-02		Apr-04		Feb-06	
Aug-00		Jun-02		May-04		Mar-06	
Sep-00		Jul-02		Jun-04		Apr-06	
Oct-00		Aug-02		Jul-04		May-06	
Nov-00		Sep-02		Aug-04		Jun-06	1.451613
Dec-00	1.451613	Oct-02		Sep-04			
Jan-01		Nov-02	1.451613	Oct-04			
Feb-01		Dec-02	1.451613	Nov-04	1.451613		
Mar-01		Jan-03	1.451613	Dec-04	1.451613		
Apr-01		Feb-03		Jan-05			
May-01		Mar-03		Feb-05			
Jun-01		Apr-03		Mar-05			
Jul-01		May-03		Apr-05			
Aug-01		Jun-03		May-05			
Sep-01		Jul-03	1.451613	Jun-05			
Oct-01		Aug-03		Jul-05			
Nov-01		Sep-03		Aug-05			

J. Performansi Sistem Peringatan Dini

Perhitungan performansi sistem peringatan dini krisis komoditas ini dihitung berdasarkan *cutoff probability* pada probabilitas krisis, kemudian dihitung nilai NSR, didapat sistem peringatan dini ini memiliki POPCC (*percent of observations periods correctly called*) = 59,21%.

K. Peramalan Sistem Peringatan Dini

Peramalan sistem peringatan dini menggunakan hasil terbaik dari hasil analisis. Dapat dilihat bahwa peringatan dimunculkan pada Juli 2006, November 2006, dan Desember 2006 sehingga berdasarkan sistem peringatan dini tersebut, probabilitas terjadi krisis bernilai cukup besar hingga Desember 2007.

Tabel 4. Peramalan Krisis dengan Pendekatan Nonparametrik

Tanggal	Alert
Jul-06	Alert
Aug-06	
Sep-06	
Oct-06	
Nov-06	Alert
Dec-06	Alert
Jan-07	
Feb-07	
Mar-07	
Apr-07	
May-07	
Jun-07	

L. Validasi

Validasi sistem peringatan dini ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan variabel krisis berdasarkan definisi CMPI dengan kondisi sebenarnya dengan menggunakan referensi harian umum Kompas. Periode krisis Juni - Agustus 2001 dan November 2001 terjadi kenaikan harga CPO domestik. Kenaikan ini dipicu oleh kenaikan harga CPO di pasar luar negeri sehingga penawaran untuk kebutuhan domestik berkurang. Pada periode tersebut, sistem mendefinisikan krisis terjadi pada bulan Juli-Juni 2001 dan November 2001. Krisis yang terjadi pada November 2003 juga diakibatkan oleh pengaruh kenaikan harga CPO di pasar negeri. Hal ini mengakibatkan banyaknya produksi CPO dalam negeri yang diekspor ke luar negeri, sehingga mengakibatkan kelangkaan CPO di dalam negeri. Berbeda dengan kondisi nyata, sistem justru mendefinisikan bahwa krisis CPO terjadi bukan pada November 2003 namun pada Desember 2003. Pada krisis tersebut, model non parametrik memberikan peringatan terjadinya krisis pada November 2002 hingga Januari 2003. Peringatan juga diberikan pada Mei, Juni, Agustus, September, Oktober, dan November 2003. Krisis ini juga diakibatkan oleh kenaikan harga CPO luar negeri. Kenaikan harga CPO luar negeri tersebut salah satunya dipicu oleh kenaikan harga minyak mentah dunia, sehingga banyak negara yang beralih ke minyak nabati salah satunya yaitu CPO. Hal ini sesuai dengan hasil perhitungan bahwa harga minyak mentah dunia merupakan salah satu indikator yang memiliki performansi terbaik untuk sistem peringatan dini krisis komoditas CPO selain nilai tukar rupiah dan PDB. Krisis pada periode April-Mei 2007 tersebut, juga didefinisikan oleh sistem peringatan dini. Pada pendekatan nonparametrik, sistem memberikan peringatan pada bulan Juni, Juli, November dan Desember 2006.

Tabel 5. Validasi Peringatan Dini

Periode Krisis Menurut Harian Kompas	Peringatan Oleh Model Non Parametrik
Juni-Juli 2001	Alert
Nopember 2001	Alert
Nopember 2003	Alert
April-Mei 2007	Alert

IV. KESIMPULAN

Sistem peringatan dini yang dibangun untuk krisis komoditas CPO Indonesia dengan pendekatan non parametrik dengan nilai parameter $m=1,75$, *signaling window* 12, persentil=10, *cutting point* $P(Crisis|S)=0,5$, *cutting point* nilai probabilitas krisis=0,5, memiliki performansi POPCC=59,21%. Pada peramalan, peringatan dimunculkan pada Juli 2006, November 2006, dan Desember 2006 sehingga berdasarkan sistem peringatan dini tersebut, probabilitas terjadi krisis bernilai cukup besar hingga Desember 2007. Pada validasi model, model non parametrik memberikan peringatan terjadinya krisis pada November 2002 hingga Januari 2003. Peringatan juga diberikan pada Mei, Juni, Agustus, September, Oktober, dan November 2003.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agnon, Y., Golan, A., Shearer, M. (1999), Nonparametric, nonlinier, short-term forecasting : theory and evidence for nonlinierities in the commodity markets, *Economic Letters*, 65, 293-299.
- [2] Batchelor, R., Alizadeh, A., Visvikis, I. (2007), Forecasting spot and forward prices in the international freight market, *International Journal of Forecasting*, 23, 101-114.
- [3] Borensztein, E., Reinhart, C. (1994), The macroeconomic determinants of commodity prices, *IMF Working Paper*.
- [4] Busiere, M., Fratzscher, M. (2002), Towards a New Early Warning System of Financial Crises, Working Paper 145, European Central Bank, Frankfurt am Main.
- [5] Cartea, A., Williams, T. (2007), UK gas markets: The market price of risk and applications to multiple interruptible supply contracts, *Journal Energy Economics*.
- [6] Deaton, A., Laroque, G. (2003), A model of commodity prices after Sir Arthur Lewis, *Journal of Development Economics*, 71, 289-310.
- [7] He, X.Z., Westerhoff, F.H. (2005), Commodity markets, price limiters and speculative price dynamics, *Journal of Economics Dynamics & Control*, 29, 1577-1596.
- [8] Herbrich, R., Keilbach, M., Graepel, T., Bollmann-Sdora, P., Obermayer, K. (1999), Neural networks in economics, background, application and development, *Working Paper*.
- [9] Hirshleifer, J., Glazer, A. (1992), *Price Theory and Applications*, New Jersey, Prentice Hall, Inc.
- [10] Kaminsky, G., Lizondo, S., Reinhart, C. M. (1997), Leading indicators of Currency Crises, International Monetary Fund Staff Papers.
- [11] Kaminsky, G. (1998), Currency and Banking Crises: The Early Warnings of Distress, International Monetary Fund Staff Papers.
- [12] Kohzadi, N., Boyd, M.S., Kermanshashi, B., Kaastra, I. (1996), A comparison of artificial neural network and time series models for forecasting commodity prices, *Neurocomputing*, 10, 169-181.
- [13] Kyrtsou, C., Labys, W. C. (2006), Evidence for chaotic dependence between US inflation and commodity prices, *Journal of Macroeconomics*, 28, 256-266.
- [14] Lestari, M.I. (2005), *Sistem Peringatan Dini untuk Krisis Mata Uang dengan Pendekatan Sinyal*, Tugas Sarjana Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.
- [15] MINAGRI/FAO/WFP/FEWSNET Crop and Food Assessment Mission. (2003). *Rwanda Food Security Update Report*.
- [16] Nooteboom, G., White, B. (2005). Trough Turbulent Times: Experiences of Crises in Indonesia. *Working Paper*.
- [17] Simpson, J.L. (2002), The relationship between commodity prices and the Australian dollar, *Working Paper Department of Banking and Finance*, Perth, Curtin University of Technology.
- [18] Suprayogi, Bahagia, S.N., Siregar, A.B., Cakravastia, A., Yudistira, T., Iwahyudi, N., Syaifulah (2005), Sistem peringatan dini untuk krisis mata uang dengan model jaringan syaraf tiruan, *Prosiding Seminar Nasional Pemodelan Sistem*, Bandung.

- [19]Westerhoff, F., Reitz S. (2005), Commodity price dynamics and the nonlinier market impact of technical traders: empirical evidence for the US corn market, *Physica A*, 349, 641-648.
- [20]WFP. (2006). *Niger, Situation Report 5 May 2006*.
- [21]Yong, He. (1995), A new forecasting model for agricultural commodities, *Journal Engineering Resources*, 60, 227-235.