

Peranan Contagion Effect pada Krisis Mata Uang di Indonesia

Hadi Sutrisno^{1*)} Muhammad Rusmin Nuryadin²⁾

¹⁾ Program Studi Ilmu Ekonomi, Universitas Darul 'Ulum, Jombang, Indonesia

²⁾ Program Studi Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin

^{*)} E-mail corresponding author: Hadiundar775@gmail.com

Ecoplan

p-ISSN: 2620-6102

e-ISSN: 2615-5575

Submitted:

Feb 28, 2023

Accepted:

May 09, 2023

Published:

May 10, 2023

Keywords: Exchange Market Pressure Index; Leading Indikator; Contagion Effect; Herrera-Garcia; Signal Analysis

Abstract - This research was conducted in the period 1991(1)-2021(12), aiming to look at the contagion effect of the currency crisis in Indonesia. They were leading macroeconomic indicators as indicators/signals of impending or non-occurring problems. Determination of the currency crisis period based on EMPI (Exchange Market Pressure Index) by setting a threshold (threshold) at a specific value. Two models are used in this research: the Herrera-Garcia model and the Signal Analysis Model. The Herrera-Garcia model is based on the Composite Index generated from the Leading Indicator in detecting signals of impending crises by considering efficiency. The Signal Analysis model is used to analyze the impact of the contagion effect on currency crises, relying more on its accuracy than the Herrera-Garcia model. The results showed that the currency crisis that occurred in countries in the region impacted the currency crisis in Indonesia, where the crisis from one country had a Contagion Effect that differed in contribution from other countries.

Abstrak - Penelitian ini dilakukan pada periode 1991(1)-2021(12), bertujuan untuk melihat peranan krisis mata uang negara- negara kawasan Asia (*contagion effect*) terhadap krisis mata uang di Indonesia. *Leading Indikator* makroekonomi sebagai petunjuk/ sinyal akan ada atau tidak terjadinya krisis. Penentuan periode krisis mata uang dengan didasarkan pada *EMPI* (*Exchange Market Pressure Index*) dengan cara menentukan ambang batas (threshold) pada nilai tertentu. Dua pendekatan digunakan dalam penelitian ini, yaitu pendekatan *Herrera-Garcia* dan *Signal Analysis*. Pada pendekatan *Herrera-Garcia* mendasarkan pada *Composite Index* yang dihasilkan dari *Leading Indicator* dalam melakukan pendeteksian sinyal akan terjadinya krisis, hal ini dengan pertimbangan efisiensi. Pendekatan *Signal Analysis* digunakan untuk menganalisis peran *Contagion effect* terhadap terjadinya krisis mata uang, dengan lebih mengandalkan akurasi ketimbang pendekatan *Herrera-Garcia*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa krisis mata uang yang terjadi pada negara- negara di kawasan berimbas pada krisis mata uang di Indonesia, yang mana dampak krisis dari negara satu punya *Contagion Effect* yang berbeda kontribusinya dengan negara yang lain.

Kata Kunci: Exchange Market Pressure Index; Leading Indikator; Contagion Effect; Herrera-Garcia; Signal Analysis

PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang sangat penting pada perekonomian suatu negara adalah stabilitas nilai tukar mata uang, dimana kuat tidaknya suatu perekonomian biasanya sangat tergantung pada kuat tidaknya stabilitas nilai tukar mata uangnya (Salvator, 1997). Stabilitas mata uang yang terjaga akan meminimalisir terjadinya krisis mata uang.

Stabilitas nilai tukar mata uang yang kuat akan meminimalisir terjadinya krisis nilai tukar mata uang, sebaliknya stabilitas yang rapuh bisa menjadi celah yang akan memicu terjadinya krisis. Tingkat stabilitas nilai tukar tersebut tercermin dari kondisi makroekonomi suatu negara. Banyak variabel yang mempengaruhi kondisi makroekonomi suatu negara, yang mana setiap variabel mempunyai derajat kerentanan yang berbeda. Perbedaan tingkat kerentanan pada setiap variabel dalam makroekonomi ini menyebabkan kita tidak bisa menjustifikasi bahwa apabila perekonomian secara agregat terlihat baik, maka semua unsur dalam variabel itu juga dalam kondisi baik. Bisa jadi ada variabel tertentu dalam kondisi yang tidak baik walaupun secara umum makroekonomi kondisi baik. Jika variabel yang tidak baik itu sangat rentan terhadap krisis maka dari situlah awal mula terjadinya krisis, oleh karena itu menjadi penting untuk mengantisipasi kejadian krisis dengan melakukan deteksi dini, terlebih difokuskan pada variabel- variabel yang sangat rentan akan terjadinya krisis (J. Frankel & Saravelos, 2012).

Identifikasi krisis nilai tukar mata uang dapat dilakukan dengan berbagai metode, baik dari sisi periode maupun kedalaman krisis. Salah satu metode yang banyak digunakan yaitu dengan menggunakan pendekatan *Exchange Market Pressure Index* (*EMPI*). Girton dan Roper (1977) menggunakan pendekatan *EMPI* ini dengan

tujuan untuk melihat sikap kebijakan bank sentral, dengan formulasi yaitu cadangan devisa (*international reserve*) yang mengalami penurunan yang diikuti dengan perubahan rata-rata nilai tukar mata uang suatu negara. Pentingnya *EMPI* adalah agar memberikan rambu-rambu atau petunjuk tentang berhasil tidaknya serangan terhadap mata uang suatu negara. Jika serangan terhadap mata uang itu berhasil maka ditunjukkan oleh depresiasi, sedangkan ketidakberhasilan serangan terindikasi dari cadangan devisa (*international reserve*) mengalami penurunan, serta tingkat suku bunga dalam negeri mengalami peningkatan (Goldstein et al. (2000), Kaminsky et al. (1999). Tekanan (*pressure*) terhadap mata uang suatu negara juga bisa terlihat dari besarnya nilai *EMPI*, artinya semakin besar nilai *EMPI* maka semakin besar tekanan (*pressure*) terhadap mata uang, begitu pula sebaliknya semakin kecil nilai *EMPI* maka semakin kecil tekanan terhadap mata uang (*pressure*).

Secara garis besar model pendekatan pendeteksian krisis mata uang bisa dilakukan dengan dua model, yaitu model non parametrik dan parametrik. Contoh pendekatan non parametrik dimana indikator krisis dilakukan dengan menggunakan *arbitrary threshold*, seperti pada Kaminsky et al. (Arias dan Erlandsson (2004). (Abiad, 2003). Model pendekatan parametrik atau biasa dengan pendekatan probit logit dimana estimasi dalam menentukan probabilitas atau kemungkinan akan terjadi atau tidaknya dengan menggunakan pendekatan angka biner (*binary approach*). Contoh penggunaan model ini adalah seperti penggunaan model oleh Cipollini dan Kapetanios (2008), Frankel dan Rose (1996), Lestano (2003), Blaszkiewicz (2000), Moreno (1999). Adapun pendekatan lain yang berhubungan dengan faktor-faktor penyebab terjadinya krisis bisa dilakukan dengan menggunakan pendekatan seperti *Vector Auto Regretion (VAR)*, *Vector Error Correction Model (VECM)*, ataupun *Regime Swiching*, yang biasanya dikenal sebagai pendekatan struktural, seperti yang dilakukan oleh Feridun (2009), Corsetti et al. (1999), Sachs et al. (1996).

Perbedaan mendasar terhadap penggunaan kedua metode baik parametrik maupun non parametrik adalah apabila metode parametrik titik berat estimasi pada melihat seberapa besar peluang atau kemungkinan krisis akan terjadi pada masa mendatang, akan tetapi jika metode non parametrik titik berat estimasi pada apakah ada atau tidaknya sinyal (*signalling*) krisis pada masa mendatang. Pemanfaatan data terkait dengan indikator makroekonomi menjadi penting untuk melakukan estimasi terkait dengan *Signalling* ini, yaitu dengan cara memonitor indikator makroekonomi apakah sebelum krisis terjadi perilaku yang menyimpang dari ambang batas (*threshold*) atau tidak. Sinyal akan terjadi krisis pada masa tertentu muncul apabila terjadi penyimpangan (*deviasi*), sebaliknya jika tidak terjadi penyimpangan perilaku maka sinyal tidak akan muncul. Atas dasar cara kerja seperti itu maka selanjutnya biasa dikenal dengan istilah *Early Warning System/EWS* atau Sistem Deteksi Dini.

Beberapa studi dengan menggunakan pendekatan *Early Warning System /EWS* (Sistem Deteksi Dini), seperti yang dilakukan Tjahjono (1998) dengan menerapkannya pada perekonomian Indonesia yaitu dengan melihat faktor-faktor penyebab terjadinya krisis nilai mata uang sekawasan Asia. Penelitian lebih difokuskan pada dua aspek, yakni aspek efek penularan (*Contagion Effect*) dan aspek fundamental ekonomi. Kesimpulan mendasar yang bisa ditarik dari studi ini adalah bahwa negara yang terlanda dibandingkan dengan negara tidak terlanda krisis nilai tukar mata uang terdapat perbedaan yang mendasar dari sisi faktor fundamental ekonomi. Negara dengan fundamental ekonomi yang kuat cenderung lebih kuat dalam menghadapi *contagion effect* dibandingkan dengan negara dengan fundamental yang rapuh.

Penelitian yang lain seperti yang dilakukan oleh Adiningsih et al. (2003), dengan mengembangkan model Herrera dan Garcia (1999), dengan kasus krisis mata uang di Indonesia. Studi ini melakukan pendekatan dengan cara mengagregasi variabel-variabel *leading indicator* yang selanjutnya dikenal dengan *Index of Macroeconomics Vulnerability/IMV* kemudian mengestimasi sehingga menghasilkan sinyal krisis. Pendekatan ini dirasa lebih efisien karena dilakukan dengan cara update secara bulanan, sehingga disamping model lebih sederhana juga tidak membutuhkan biaya yang relatif mahal. Untuk menghasilkan sinyal maka akan sangat tergantung pada perilaku indeks komposit sehingga diperoleh indikator utama krisis. Pada penelitian ini ditentukan/ dipilih empat indikator utama krisis, hal ini karena merujuk pada pendekatan Kaminsky- Reinhart (1999), yaitu *real effective exchange rate*, pertumbuhan kredit domestik riil, Rasio *M2* terhadap cadangan devisa dan inflasi. Dari hasil agregasi empat indikator utama tersebut selanjutnya difilter sehingga dihasilkan sinyal. Dua alternatif cara bisa dilakukan dalam memfilter sehingga mendapatkan sinyal, yakni model sederhana (*Simple models*) atau biasa disebut *ARCH-GARCH Model* dan *ARIMA residua Model*. Hasil studi dengan menggunakan alternatif cara tersebut ternyata keduanya menghasilkan sinyal yang relatif sama.

Penelitian oleh Sutrisno et al. (2021) melakukan komparasi dua model pendekatan *Early Warning System (EWS)* antara *signal analysis* dengan *Herrera-Garcia analysis*, dimana satu dengan yang lain mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing. *Signal analysis* menghasilkan sinyal yang lebih akurat tetapi tidak efisien, di sisi lain *Herrera-Garcia analysis* lebih efisien walaupun akurasi tidak sebaik *Signal analysis*. Pada pemodelan krisis mata uang sebagai fungsi dari *fundamental* dan *contagion effect*, Sutrisno et al. (2022) menggunakan model *Polinomial Distribution Lag* untuk melihat kapan *initial shock* krisis mata uang itu terjadi. Pendalaman lebih lanjut tentang seberapa besar peranan *contagion effect* terhadap terjadinya krisis menjadi sangat penting agar mitigasi akibat adanya krisis mata uang di negara lain bisa dilakukan dengan sebaik-baiknya. Pendalaman bisa dilakukan dengan menggunakan kombinasi dua pendekatan baik *Signal analysis* maupun *Herrera-Garcia analysis*. *Herrera-Garcia analysis* digunakan untuk menentukan *Leading Indicator* beserta

update nya sehingga diperoleh sinyal krisis sehingga menjadi lebih efisien, sedangkan *Signal analysis* digunakan untuk menganalisis peran dari *contagion effect*, sehingga lebih akurat.

TINJAUAN PUSTAKA

Identifikasi Periode Krisis

Krisis mata uang didefinisikan sebagai perubahan secara tajam nilai tukar (kurs) mata uang suatu negara dibanding dengan nilai tukar mata uang negara lainnya. Walaupun penentuan periode krisis nilai tukar terkadang masih menjadi perdebatan, namun secara umum krisis mata uang tersebut terlihat dari terdepresiasi nilai mata uang secara tajam sebagai akibat dari berkurangnya cadangan devisa negara tersebut dan meningkatnya tingkat suku bunga. Dari definisi tersebut sehingga pada perkembangannya bisa dibuat suatu rumusan terkait dengan definisi krisis yang selanjutnya dikenal dengan *Exchange Market Pressure Index (EMPI)*.

Griton dan Roper (1977) memperkenalkan penggunaan *EMPI* sebagai pendekatan dalam mengidentifikasi krisis nilai tukar, yaitu dengan cara menjumlahkan *nominal exchange rate* dengan perubahan cadangan devisa sebagai berikut:

$$EMP_t = e_i + r_t \quad (1)$$

Dimana e_i = nilai tukar nominal mata uang, r_t = posisi cadangan devisa (*international reserve*)

Selanjutnya pemodelan oleh Weymark (1997) pada perekonomian sederhana (*small economy*) dan perekonomian terbuka (*open economy*) dengan memodifikasi perubahan cadangan devisa dengan asumsi *price rigidity* sebagai berikut:

$$EMP_t = \Delta e_t + \phi \Delta r_t \quad (2)$$

Dimana Δe_t = selisih nilai tukar nominal, Δr_t = selisih *international reserve*, $\phi = \frac{\partial \Delta e_t}{\partial \Delta r_t}$ = elastisitas.

Perkembangan metode berikutnya Eichengreen (1995) dengan mengedepankan tanggapan kebijakan moneter semasa periode krisis dengan memasukkan kebijakan suku bunga (*interest rate*) pada model sehingga:

$$EMP_t = \Delta e_t + w_r \Delta r_t + w_i \Delta i_t \quad (3)$$

Dimana w_r = rasio perubahan cadangan devisa pada *EMPI*, w_i = rasio perubahan *interest rate* pada *EMPI*.

Kaminsky et al. (1998; 1999) melakukan pemodelan *EMPI* sebagai berikut:

$$EMPI_{i,t} = \frac{\Delta e_{i,t}}{e_{i,t}} - \frac{\sigma_e}{\sigma_r} \frac{\Delta r_{i,t}}{r_{i,t}} + \frac{\sigma_e}{\sigma_i} \Delta i_{i,t} \quad (4)$$

Dimana: $\Delta e_{i,t}$ = selisih besaran nilai tukar mata uang negara i terhadap mata uang luar negeri (Dollar AS) periode t; $\Delta r_{i,t}$ = selisih posisi *international reserve* bruto negara i pada periode t; $\Delta i_{i,t}$ = selisih *nominal interest rate* negara i periode t; σ_e = *standard deviation* laju nilai tukar mata uang ($\frac{\Delta e_{i,t}}{e_{i,t}}$), σ_r = *standard deviation* laju *international reserve* ($\frac{\Delta r_{i,t}}{r_{i,t}}$); σ_i = *standard deviation* selisih *nominal interest rate* ($\Delta i_{i,t}$)

Penggunaan *EMPI* pada *signaling approach* untuk menentukan sinyal krisis dalam kurun waktu tertentu jika nilai melebihi ambang batas (*threshold*) tertentu, sedangkan besarnya ambang batas Knedlik ((2006)) sebesar *mean of sample* ditambah *standard deviation* δ , atau bisa dituliskan:

$$Crisis = \begin{cases} 1, & \text{if } EMP_{i,t} > \mu_{EMP} + \delta \cdot \sigma_{EMP} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

Dimana: μ_{EMP} = nilai *mean of EMP sample*, σ_{EMP} = *standard deviation of EMP sample*.

Apabila suatu periode nilai *standarized EMP* melebihi nilai ambang batas (*threshold*) maka periode tersebut masuk ke dalam periode krisis, demikian pula sebaliknya jika lebih kecil dari nilai ambang batas (*threshold*) maka tidak masuk dalam periode krisis. Besarnya nilai $\mu_{EMP} + \delta \cdot \sigma_{EMP}$ umumnya pada kisaran 1 sampai dengan 3. Eichengreen et al. (1995) menggunakan $\mu_{EMP} + \delta \cdot \sigma_{EMP} = 1,5$, sedangkan Kaminsky et al. ((1998)) dan Kaminsky dan Reinhart (1999) menggunakan $\mu_{EMP} + \delta \cdot \sigma_{EMP} = 3$. Penentuan penggunaan $\mu_{EMP} + \delta \cdot \sigma_{EMP}$ semakin besar pada *threshold* maka semakin sedikit sinyal yang bisa terdeteksi, hal ini disebabkan karena semakin banyak sinyal yang terfilter, begitu pula sebaliknya. Penentuan seberapa besar *threshold* yang akan digunakan oleh seorang peneliti sampai saat ini tidak ada standard baku secara internasional.

Contagion Effect

Contagion adalah keadaan yang mana gangguan/ guncangan perekonomian pada suatu daerah/ wilayah tertentu dapat merembet serta mempengaruhi daerah/ wilayah yang lainnya pola- pola tertentu, misalnya adanya gejala perubahan nilai tukar mata uang. *Contagion effect* menerangkan bagaimana krisis ekonomi suatu wilayah atau kawasan dimungkinkan menyebar ke lintas negara ataupun kawasan. Penyebaran itu bisa terjadi baik pada level dalam negeri suatu negara, kawasan maupun internasional. *Contagion effect* yang terjadi pada tataran domestik seperti yang terjadi di Amerika Serikat tahun 2008 yaitu adanya kegagalan finansial yang dialami oleh Lehman Brothers walaupun sebenarnya dampak tidak langsung juga dirasakan secara internasional. Seperti halnya yang terjadi di Yunani kurun waktu 2011-2012 sebagai akibat adanya salah kelola utang luar negerinya. Pada level kawasan seperti yang melanda kawasan Asia pada kurun waktu 1997-1998 yang lebih dikenal dengan krisis moneter. Adanya informasi pasar yang sempurna sebagai aspek yang mendasari skenario dimana pergerakan pada suatu pasar berimbas pada guncangan atau volatilitas pada pasar yang lain, terutama pasar dalam satu

kawasan. Apalagi jika dalam suatu kawasan terjadinya peningkatan hubungan dan interdependensi, maka sangat memungkinkan terjadinya peningkatan efek penularan, walaupun ditinjau secara internasional ada faktor-faktor lain berkaitan dengan pengaturan yang bisa berpengaruh terhadap tingkat penularan ini secara geografi.

Mekanisme Pendeteksian Sinyal

Mekanisme deteksi sinyal dalam *Signal Analysis Model* terlebih dulu dengan menentukan ambang batas (*threshold*) dari seluruh indikator dini, yang terbagi atas daerah normal atau abnormal. Dikatakan sebagai adanya indikasi adanya kemungkinan krisis apabila suatu indikator dini berada pada daerah abnormal. Berkaitan dengan hal tersebut maka digunakan "*signaling horizon*".

Penentuan periode "*signaling horizon*" berbeda-beda antara satu peneliti dengan yang lainnya, yakni pada kisaran antara 12 sampai dengan 36 bulan. Semakin pendek periode *signaling horizon* maka akan semakin akurat hasil deteksi sinyalnya, namun waktu antisipasi mitigasi krisis menjadi lebih singkat sehingga antisipasinya menjadi kurang sempurna. Sebaliknya jika periode *signaling horizon* lebih lama maka akurasi deteksi krisis menjadi berkurang, namun langkah antisipasinya seharusnya menjadi lebih baik. Pada penelitian ini menggunakan periode *signaling horizon* 24 bulan seperti yang dilakukan oleh Kaminsky et al. (1998), artinya apabila dari hasil pengamatan indikator dini menunjukkan adanya sinyal akan terjadinya krisis (berada pada daerah abnormal) dan ternyata pada kurun waktu 24 bulan berikutnya terjadi krisis, berarti sinyal itu benar (kwadran A). Sebaliknya apabila ternyata tidak terjadi krisis, berarti sinyal tersebut adalah salah/ palsu (kwadran B). Bila dari pengamatan tidak terdeteksi adanya sinyal, maka seharusnya tidak akan terjadi krisis selama kurun waktu 24 bulan kemudian (kwadran D), akan tetapi jika ternyata pada kurun waktu tersebut ternyata terjadi krisis, maka termasuk pada kwadran C.

Tabel 1: Pengkategorian Sinyal Indikator

	Krisis terjadi pada " <i>signaling horizon</i> "	Tidak terjadi krisis pada " <i>signaling horizon</i> "
Ada Sinyal	A	B
Tidak ada sinyal	C	D

Sumber : Kaminsky et al.(1998)

Cara perhitungan dari kinerja pada setiap indikator, Goldstein et al. (2000) menotasikan *Probability of Crisis* = $P(\text{Crisis}) = (A+C)/(A+B+C+D)$, artinya bahwa probabilitas akan terjadinya krisis tanpa syarat (*unconditional probability of a crisis*), sedangkan notas $P(\text{Crisis} | S) = A/(A+B)$ artinya probabilitas akan terjadinya

krisis dengan syarat adanya sinyal (*the crisis conditional probability on a signal*), sehingga notasi $P(\text{Crisis} | S) - P(\text{Crisis})$ adalah sebagai kekuatan prediksi marjinal (*marginal of predictive power*). Untuk melihat seberapa baik kualitas sinyal dengan cara melihat besarnya proporsi bulan yang mengeluarkan sinyal buruk dibanding sinyal baik, atau yang dikenal dengan *Adjusted Noise-to-Signal Ratio (NSR)* dengan notasi: $B/(B+D)$, dan $A/(A+C)$, yang berarti perbandingan antara sinyal palsu terhadap sinyal baik. Tujuan melakukan perbandingan ini adalah untuk memudahkan dalam interpretasi terhadap krisis. Ketika krisis bisa dideteksi secara sempurna (berarti sinyal benar), maka nilai perbandingannya = 1, namun jika terjadi deteksi kesalahan sinyal maka nilai perbandingannya = -1. *NSR* juga bisa diartikan sebagai rasio antara probabilitas sinyal yang muncul dari suatu indikator padahal tidak adanya krisis terjadi, dibandingkan dengan probabilitas munculnya sinyal suatu indikator ketika pada masa tersebut krisis benar-benar terjadi, sehingga bisa dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Noise - to - Signal - Ratio} = \frac{B/(B+D)}{A/(A+C)} \quad (6)$$

Semakin besar nilai rasio, berarti semakin buruk sinyal yang dihasilkan, karena sinyal palsu yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan sinyal baik. Sebaliknya semakin kecil nilai rasio, berarti semakin sinyal yang dihasilkan semakin baik, karena sinyal palsu yang dihasilkan lebih sedikit daripada sinyal baik. Apabila rasio dari indikator menghasilkan sinyal buruk dan sinyal baik dalam jumlah yang sama maka nilai *NSR* = 1. Probabilitas indikator dini bisa diukur dengan menggunakan Indeks kompositnya, dengan asumsi bahwa banyak sedikitnya indeks komposit mengukur besar kecilnya probabilitas terjadinya krisis, atau dengan kata lain semakin banyak sinyal yang diberikan oleh sejumlah indikator dini maka akan semakin tinggi indeks kompositnya, dengan kata lain probabilitas akan terjadinya krisis semakin besar (Boonman, T.M, Jacobs, J, dan Kuper, 2019). Penghitungan indeks komposit ini bisa dilakukan dengan cara mengkombinasikan sinyal yang dikirim oleh setiap indikator melalui perhitungan penjumlahan dari indikator-indikator yang melewati ambang batas yang telah ditetapkan pada periode tertentu, sehingga bisa dituliskan dengan persamaan:

$$I_t^{(1)} = \sum_{j=1}^n S_t^j \quad (7)$$

Dimana $I_t^{(1)}$ = indeks komposit pada periode t , S_t^j = indikator dini, yang mana $S_t^j = 1$ apabila variabel j pada periode t melampaui ambang batas (*threshold*), dan $S_t^j = 0$ apabila variabel j pada periode t tidak melampaui ambang batas (*threshold*).

Kelemahan penggunaan penghitungan menggunakan $I_t^{(1)}$ adalah adanya fakta yang tidak diperhitungkan bahwa adanya perbedaan dari setiap variabel terkait keakuratan *forecasting* seperti tercermin pada nilai NSR. Sebagai gambaran, nilai NSR sebesar 0.8 dari suatu variabel A berarti hasil *forecasting* yang dihasilkan kurang akurat dibandingkan dengan variabel B dengan NSR sebesar 0.2, oleh karenanya indikator dari indeks komposit seharusnya lebih menitikberatkan kepada sinyal yang ditimbulkan variabel B daripada variabel A. Untuk mengatasi masalah tersebut maka indikator dari indeks komposit diberi bobot sesuai dengan besaran nilai NSR pada setiap variabel, sebagai *weighted average* dari 0 dan 1 dari indikator dini S_{it} , dirumuskan sebagai berikut:

$$I_t^{(1)} = \sum_{j=1}^n S_t^j \cdot \frac{1}{W^j} \quad (8)$$

Dimana : W^j = *Noise-to-Signal Ratio* pada variabel j .

Akurasi indikator komposit dapat diuji melalui dua cara, dimana tujuan pengujian ini adalah untuk melakukan evaluasi seberapa tepat probabilitas prediksi dibandingkan dengan kenyataannya, melalui pemanfaatan *dummy variable* 0 dan 1. Cara pertama melalui pemanfaatan Skor Probabilitas Kuadrat (*Quadratic Probability Score*)/ QPS. Anggap kita hasilkan T probabilitas *forecast* $\{P_t\}_{t=1}^T$ dimana P_t = probabilitas akan terjadinya krisis dalam $[t, t+h]$ melalui informasi sinyal yang diperoleh dari indikator komposit I pada periode t . $\{R_t\}_{t=1}^T$ = Realitas berdasarkan runtut waktu, dimana $R_t = 1$ apabila adanya krisis yang terjadi pada kurun waktu t dan $t+h$, dan $R_t = 0$ jika tidak adanya krisis pada rentang yang sama. Dengan demikian dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$QPS = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T 2(P_t - R_t)^2 \quad (9)$$

Dimana nilai QPS berada pada kisaran 0 sampai 2, dengan 0 = akurat (sempurna), 2 = tidak akurat. Cara kedua pengukuran menggunakan *Global Bias Squares (GBS)*, dimana melakukan kalibrasi dari hasil *forecast probability* yakni terkait keakuratan prediksi/*forecast* probabilitas dan frekuensi relatif pengamatan, formulanya adalah:

$$GBS = 2(\bar{P} - \bar{R})^2 \quad (10)$$

dimana: $\bar{P} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T P_t$, $\bar{R} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_t$. Rentang GBS berada pada 0 dan 2, dengan 0 = agregat kalibrasi sempurna, artinya secara rata-rata antara probabilitas *forecast* dibandingkan dengan realisasi adalah sama.

Selain *Signal Analysis Model*, deteksi sinyal bisa dilakukan melalui pendekatan seperti yang dilakukan oleh Herrera-Garcia (1999), yaitu dengan cara mentransformasi atau memfilter Indeks kerentanan makroekonomi (*Index of Macroeconomics Vulnerability/IMV*) yang dihasilkan dari indikator utama krisis (*leading indicator of crisis*), dengan mengacu pada penelitian- penelitian sebelumnya *IMV* ini terdiri dari: 1) Nilai tukar mata uang riil (*REER*), 2) Pertumbuhan Kredit Domestik Riil (*RDG*), 3) M2/Cadangan Devisa (*M2/R*), 4) Tingkat Inflasi. Acuan penggunaan keempat indikator utama krisis tersebut karena konsisten dengan model Kaminsky dan Reinhart (1999) seperti pada penelitian Susatya (2002) dalam Adiningsih dkk. (2002) tentang indikator utama makroekonomi Indonesia. *Index of Macroeconomic Vulnerability (IMV)* yang dibangun dari indikator utama dengan variabel yang distandardisasi untuk mendapatkan *zero mean* dan *unit variance*, dengan tujuan untuk mengkonversi dari akibat adanya pembobotan yang berbeda pada setiap indikator. Penghitungan *IMV* diperoleh melalui penjumlahan variabel- variabel yang sudah distandardisasi, yaitu:

$$IMV = RDG + REER + M2/R + IT \quad (11)$$

Dimana: *IMV* = *Index of Macroeconomics Vulnerability*, *RDG* = Pertumbuhan Kredit Domestik Riil, *REER* = Nilai tukar mata uang riil, *M2/R* = M2/ Cadangan Devisa, dan *IT* = Tingkat Inflasi.

Pada pendekatan *Herrera-Garcia model*, sinyal diperoleh dengan cara melakukan *update* terhadap keempat *Leading indicator* tersebut, sehingga lebih praktis dan efisien, walaupun di sisi lain kelemahannya adalah belum tentu karakteristik data indikator ekonomi pada masa lalu selalu sama dengan karakteristik data pada saat ini, pada hasil penelitian oleh Sutrisno, et al (2022) yang menghasilkan *IMV* dengan karakteristik yang berbeda, yaitu:

$$IMV = DFI + REER + M2/R + RIR \quad (12)$$

Dimana: *DFI* = Selisih Bunga Domestik-asing, *REER* = *Real Effective Exchange Rate*, *M2/R* = M2/ Internasional *Reserve*, *RIR* = Tingkat Bunga Simpanan Riil

Pendekatan *Herrera-Garcia* menggunakan dua cara dalam mentransformasi atau memfilter *IMV* sehingga menghasilkan sinyal, yakni 1) *Simple Model* atau *ARCH-GARCH Model*, 2) *ARIMA Residual Model*. *Simple Model (ARCH-GARCH Model)*:

Seluruh *IMV* mempunyai karakteristik dimana volatilitasnya berubah- ubah sepanjang waktu, pergerakan indeks sangat *volatile*. Penerapan *Autoregressive Conditional Heteroskedastic- Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic (ARCH-GARCH)* model digunakan untuk melakukan estimasi terhadap data runtut waktu yang selanjutnya menghasilkan *residual error*. *Conditional variance* dihasilkan dengan cara pengkuadratan *residual error*, selanjutnya melalui *conditional variance* inilah didapatkan nilai *Standard Deviation*. Pada model

ini, *variance IMV* sebagai *ARMA* proses yang bisa diestimasi secara bersama-sama dengan *mean of series*. Model *ARCH-GARCH* (p, q) yang digunakan pada proses ini yaitu:

$$IMV_t = a_0 + a_1 IMV_{t-1} + e_t \quad (13)$$

Dimana $IMV_t = IMV$ pada waktu t , $a_0 =$ konstanta, $e_t = v_t \sqrt{h_t}$, dimana v adalah *white noise* dengan $\sigma_v = 1$ dan $\hat{h}_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i e_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$, dimana ketika *conditional standard deviation*, penentuan ambang batas telah ditentukan dan tahapan pembangkitan sinyal telah usai.

Pemanfaatan *ARCH-GARCH model* agar mampu mendeteksi sinyal adalah dengan didasarkan pada ambang batas *IMV* melalui *conditional standard deviation* dari model *ARCH-GARCH*. Apabila *IMV* melampaui ambang batas maka sinyal akan muncul.

ARIMA Residual Model

ARIMA Residual Model digunakan untuk memunculkan sinyal dengan melakukan estimasi menggunakan model seperti yang awalnya dikembangkan oleh Box dan Jenkins (1976). *ARIMA Residual Model* melalui mekanisme tahapan berikut: *Pertama*, melihat hasil perhitungan *ACF* dan *PACF stationary time series* dengan nilai p dan q sehingga bisa ditentukan model *ARIMA* yang sesuai. Proses agar tercapai *stasioneritas* harus dilakukan, bila perlu bisa dilakukan *differencing* sebanyak d kali dari data runtut waktu, ataupun dengan melakukan transformasi, selanjutnya bisa model yang sesuai untuk *ARMA*, atau yang dikenal dengan *ARIMA* (p, d, q), kemudian melakukan estimasi. *Kedua*, *diagnostic checking*, dengan tujuan untuk menentukan model terbaik, yakni dengan menggunakan metode *Goodness of fit*. Kriteria sebagai model terbaik dilakukan dengan melihat berdasarkan kriteria *least parameter number* dan *Smallest Root Mean Square of Error (RMSE)*, yang mana dari keseluruhan model yang cocok dipilih *RMSE* yang terkecil, karena semakin kecil maka model semakin baik, sehingga *forecast* masa mendatang bisa dihasilkan dengan lebih akurat.

Langkah- langkah yang dilakukan pada *Diagnostic checking* meliputi: 1) *residual analysis* : yaitu melakukan analisis *residual* hasil estimasi model, apakah sudah *white noise* ($mean = 0$, *constant variance*, dan tidak adanya otokorelasi) atau belum. Bila *residual* sudah tercapai *white noise* maka ke langkah 2, sedangkan bila *residual* belum *white noise* maka proses diulang kembali dari awal sampai tercapainya *white noise*. 2) Melakukan pengujian parameter dengan *t-test*, yang mana:

$$t = \frac{\text{Estimasi titik dari parameter}}{\text{Standard Error dari estimasi}} \quad (14)$$

Uji *t-test* membandingkan hasil nilai *t-ratio* dengan *critical value* yang sudah ditentukan sebelumnya, dimana model dipilih apabila *t-ratio* lebih besar secara signifikan dibandingkan *critical value*. Sebaliknya apabila nilai *t-ratio* tidak secara signifikan lebih besar dibandingkan *critical value* maka harus dieliminir dan selanjutnya mencari bentuk model yang lain. 3) Uji *redundancy parameter*, dengan harapan dapat ditentukan model terbaik yakni yang mempunyai jumlah parameter paling sedikit. Jika terjadi model dengan *higer-order* berarti terjadi pemborosan terhadap penggunaan model karena model yang lebih rendah telah mencukupi. Untuk menguji apakah terjadi pemborosan parameter yaitu dengan menggunakan matrik korelasi dengan melibatkan nilai rata-rata (*mean*).

METODE PENELITIAN

Penentuan Periode Krisis

Periode krisis ditentukan dengan menggunakan pemodelan *EMPI* (*Exchange Market Pressure Index*) seperti pendekatan Kaminsky et al. (1998; 1999) dengan rumus sebagai berikut:

$$EMPI_{i,t} = \frac{\Delta e_{i,t}}{e_{i,t}} - \frac{\sigma_e}{\sigma_r} \frac{\Delta r_{i,t}}{r_{i,t}} + \frac{\sigma_e}{\sigma_i} \Delta i_{i,t} \quad (15)$$

Dimana $e_{i,t}$ = nilai tukar mata uang negara i terhadap nilai tukar mata uang luar negeri (dalam Dollar AS) periode t ; $r_{i,t}$ = cadangan devisa bruto negara i periode t ; $i_{i,t}$ = tingkat suku bunga nominal negara i periode t ; σ_e = *standard deviation* laju perubahan nilai tukar mata uang ($\frac{\Delta e_{i,t}}{e_{i,t}}$), σ_r = *standard deviation* laju perubahan cadangan devisa luar negeri ($\frac{\Delta r_{i,t}}{r_{i,t}}$); σ_i = *standard deviation* perubahan tingkat suku bunga nominal $\Delta i_{i,t}$.

Pemodelan Deteksi Sinyal

Deteksi sinyal dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Signal Analysis*, yaitu dengan *signal horizon* 24 bulan dengan ambang batas (*threshold*) *mean* sebesar $+1,5$ *standard deviasi*. Probabilitas akan terjadinya krisis dengan melihat besarnya *NSR*, yang mana *macroeconomic indicator* dengan probabilitas tertinggi dalam memunculkan sinyal akan terjadinya krisis ditandai dengan besaran nilai *NSR* terkecil. Pemanfaatan pendekatan ini dilakukan pada indikator dini, yaitu indikator makroekonomi secara parsial maupun pada indeks komposit, dimana dalam melakukan konversi indeks komposit dilakukan pembobotan dengan cara menyesuaikan nilai *NSR* setiap variabel sebagai *weighted mean* antara 0 dan 1 pada tiap- tiap *early indicator* S_{it} , dengan rumus:

$$I_t^{(1)} = \sum_{j=1}^n S_t^j \cdot \frac{1}{W^j} \quad (16)$$

Dimana : $W^j = \text{NSR}$ pada variabel j .

Data

Data diambil dari kurun waktu 1991(1)- 2021 (12) *monthly data* untuk estimasi model dengan tiga variabel, yakni Krisis Nilai Tukar Mata Uang Rupiah sebagai *dependent variabel*, dan dua variabel lain yakni *Fundamental effect* dan *Contagion Effect*. *Leading indicator* yang terdiri 4 indikator makroekonomi yang utama (*leading indicator*) sebagai *Fundamental effect*, yaitu: Kurs Riil, M2/Cadangan Devisa, Selisih Bunga Domestik-asing, Tingkat Bunga Simpanan Riil. *Contagion Effect* didapatkan dari *Exchange Market Pressure Index (EMPI)* negara sekawasan, dalam hal ini ada empat negara sekawasan yang sama-sama terdampak krisis, yaitu Malaysia, Korea, Thailand dan Philipina. Sumber data yakni *SEKI Bank Indonesia*, *International Financial Statistic (IFS)*, *World Bank* dan *Investing.Com*.

Tahapan Estimasi Model

Estimasi model dilakukan dengan tiga tahapan, yaitu sebagai berikut: **Tahap awal** adalah melakukan identifikasi periode krisis nilai tukar mata uang. Pada tahap ini dilakukan dengan menentukan dan mengukur (*EMPI*) sehingga bisa diketahui periode krisis nilai tukar mata uang. *EMPI* dihitung dengan cara menjumlahkan tiga komponen, yakni banyaknya cadangan devisa (*international reserves*), nilai nominal kurs mata uang dan suku bunga dalam negeri. Pembobotan dilakukan pada tiap-tiap komponen dengan didasarkan pada besarnya *deviation standard* masing-masing. Model *EMPI* yang digunakan pada penelitian ini dengan rumus sebagai berikut:

$$EMPI_{i,t} = \frac{\Delta e_{i,t}}{e_{i,t}} - \frac{\sigma_e}{\sigma_r} \frac{\Delta r_{i,t}}{r_{i,t}} + \frac{\sigma_e}{\sigma_i} \Delta i_{i,t} \quad (17)$$

Dimana $e_{i,t}$ = nilai tukar mata uang negara i terhadap mata uang luar negeri (dalam hal ini Dollar AS) periode t ; $r_{i,t}$ = posisi cadangan devisa luar negeri bruto negara i pada periode t ; $i_{i,t}$ = suku bunga nominal negara i periode t ; σ_e = *standard deviation* laju perubahan nilai tukar mata uang ($\frac{\Delta e_{i,t}}{e_{i,t}}$), σ_r = *standard deviation* laju perubahan cadangan devisa luar negeri (*international reserves*) ($\frac{\Delta r_{i,t}}{r_{i,t}}$); σ_i = *standard deviation* perubahan tingkat suku bunga nominal $\Delta i_{i,t}$. Metode Knedlik (2006) dalam menentukan periode krisis dengan penentuan ambang batas (threshold) yang mana ketika nilai *EMPI* melebihi nilai *mean of sample* ditambah *standard deviation* δ maka saat itulah terjadi krisis mata uanag, atau dapat dirumuskan:

$$Crisis = \begin{cases} 1, & \text{if } EMPI_{i,t} > \mu_{EMP} + \delta \cdot \sigma_{EMP} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (18)$$

Dimana: μ_{EMP} = *mean of sample EMPI*, σ_{EMP} = *standard deviation of sample EMPI*. Penentuan besaran nilai *threshold* atau *critical value* adalah sebesar 1,5 *standard deviation*. (Bordo (2001), Aziz et al. (2000), Eichengreen et al (1996)). Tahap kedua menentukan indikator utama makroekonomi (*Leading indicator*). Pada tahapan ini dilakukan dengan menentukan ambang batas (*threshold*) sehingga indikator terbagi pada daerah normal dan abnormal. Indikator memberikan sinyal pendeteksian akan adanya krisis apabila berada pada daerah abnormal. Pada tahapan ini juga ditentukan *signaling horizon*. Ambang batas (*threshold*) dengan menentukan *mean of early indicator* ditambah 1.5 *Standard deviation*, dan 24 bulan *windows horizon*. Agar didapatkan indikator berkinerja lebih baik digunakan ambang batas optimal didasarkan nilai *NSR* (*Noise to Signal Ratio*) $NSR = [B/(B+D)]/[A/(A+C)]$. Kaminsky, Lizondo dan Reinhart (1998). *NSR* dengan nilai terkecil mengindikasikan bahwa adanya probabilitas yang tertinggi dari indikator tersebut memberikan sinyal akan terjadinya krisis. Tahap ketiga menggunakan *Herrera-Garcia model*, yaitu pendeteksian sinyal dengan melakukan transformasi atau menyering *Index of Macroeconomics Vulnerability(IMV)* dimana *IMV* merupakan indikator utama krisis (*leading indicator of crisis*).

Pada pendekatan tersebut indikator utama krisis terdiri dari: 1) Nilai tukar riil (*REER*), 2) Pertumbuhan kredit domestik riil (*RDG*) 3) M2/Cadangan Devisa, 4) Tingkat inflasi. Jika terjadi perbedaan antara hasil penelitian ini dengan pendekatan *Herrera-Garcia* berkaitan dengan empat indikator utama krisis, hasil pada penelitian ini sebagai rujukkannya, sebagai akibat karena perbedaan periode, kebijakan, fundamental ekonomi ataupun faktor lain yang akan mempengaruhi *up-date Leading indicator*. Hasil dari *Leading indicator* digunakan sebagai *Index of Macroeconomic Vulnerability (IMV)* melalui standardisasi variabel sehingga didapatkan *zero mean* dan *unit variance*, dengan melakukan konversi terhadap perbedaan pembobotan indikator- indikator secara parsial, yang selanjutnya dilakukan agregasi. Dua alternatif mekanisme Pendeteksian sinyal, yaitu dengan *simple model* (*ARCH-GARCH Model*) dan *ARIMA residual model*, dimana keduanya akan menghasilkan estimasi yang relatif sama. (Adiningsih dkk., 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil estimasi Penentuan Periode Krisis.

Penentuan periode krisis mata uang di Indonesia dengan menggunakan perhitungan *EMPI* sesuai dengan pendekatan Kaminsky, et al. (1998). Hasil perhitungan *EMPI* digunakan untuk mengidentifikasi krisis yang terjadi, seperti disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Periode Krisis Nilai Tukar Mata Uang Di Indonesia

Tahun	Periode Krisis (Bulan)	Banyak Periode
1991	2	1
1994	3	1
1997	7, 11, 12	3
1998	1, 5	2
2000	8	1
2001	1	1
2006	5	1
2008	9	1
2020	3	1

Sumber: Data diolah (2022)

Dengan cara sama digunakan untuk mengidentifikasi krisis nilai tukar mata uang serupa dari negara-negara Asia sekawasan, yakni Malaysia, Korea Selatan, Thailand dan Philipina, tujuannya adalah untuk melihat contagion effect dari negara-negara sekawasan tersebut terhadap krisis nilai tukar mata uang di Indonesia. Hasil identifikasi seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Periode Krisis Nilai Tukar Mata Uang Negara Sekawasan

Negara	Tahun	Periode (Bulan) Krisis	Banyaknya Periode
Malaysia	1992	11	1
	1994	11	1
	1997	4, 6, 9	3
	1998	3	1
	2015	7	1
Korea Selatan	1991	5, 10	2
	1992	10	1
	1993	5	1
	1994	10, 11	2
	1996	4, 7	2
	1997	2, 11, 12	3
Thailand	1994	12	1
	1997	1, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12	8
	1998	5	1
	2011	8	1
Philipina	1991	6	1
	1992	4, 11	2
	1993	4, 7	2
	1995	1, 2	2
	1997	6, 8, 9, 11	4
	1998	5, 7	2
	2000	9	1
	2008	9	1

Sumber: Data diolah (2022)

Hasil Estimasi

Deteksi sinyal akan terjadinya krisis nilai tukar mata uang dilakukan menggunakan *Herrera-Garcia* dengan menggunakan indikator makroekonomi utama (*Leading Indicator*) sebagai dasarnya. Dua alternatif model pada pendekatan *Herrera-Garcia* tersebut, yaitu *Simple Model (ARCH-GARCH Model)* dan *ARIMA Model*. Pada penelitian ini menggunakan *ARIMA Model*, yang selanjutnya dihasilkan estimasi *Index of Macroeconomics Vulnerability (IMV)*. Setelah didapatkan nilai *IMV*, selanjutnya dilakukan standarisasi dengan tujuan untuk mendapatkan *zero mean* dan *unit variance*, kemudian difilter dengan menggunakan pendekatan *ARIMA residual Model* untuk mendapatkan sinyal krisis.

Hasil Estimasi IMV dengan ARIMA Models

Estimasi *IMV* dengan menggunakan *ARIMA Models*, dengan cara membagi ke dalam beberapa kelompok model (enam kelompok). Tujuan pembagian group tersebut agar estimasi yang dilakukan menghasilkan model terbaik, mengingat *time series data* pada penelitian ini sangat banyak. Hal ini juga sangat membantu agar pemodelan dapat dilakukan dengan lebih mudah untuk mendapatkan *zero mean* dan *unit variance*. Hasil estimasi *IMV* dengan pembagian ke dalam enam kelompok tersebut diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Estimasi IMV dengan *ARIMA Models*

	Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
Model	ARIMA(1,0,0)(1,0,1) ¹²	ARIMA(1,0,1)(1,0,1) ²⁴	ARIMA(1,1,1)(1,0,1) ¹²
	Kelompok 4	Kelompok 5	Kelompok 6
Model	ARIMA(1,0,1)	ARIMA(1,0,1)	ARIMA(1,0,1)

Sumber: Data diolah (2022)

Hasil Estimasi ARIMA Residual Model.

Setelah dihasilkan estimasi IMV dengan menghasilkan *zero mean* dan *unit variance*, maka didapatkan residual yang selanjutnya dilakukan estimasi dengan *ARIMA Model*, atau dikenal *ARIMA Residual Model*. Tujuan estimasi ini adalah untuk mendeteksi sinyal krisis, dengan cara memodelkan residual terlebih dulu sehingga akan terlihat *standard deviation* dari model tersebut. Sinyal krisis akan muncul apabila model memperlihatkan *normal deviation* dan *statistical value* lebih besar dari nol. Hasil estimasi seperti yang terlihat pada **tabel 5**:

Tabel 5. Hasil Estimasi *ARIMA Residual Model*

	Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
Model	ARIMA(1,0,1)	ARIMA(0,1,1)	ARIMA(0,1,1)
	Kelompok 4	Kelompok 5	Kelompok 6
Model	ARIMA(1,0,1)	ARIMA(1,0,1)	ARIMA(1,1,1)

Sumber: Data diolah (2022)

Tabel 5 memperlihatkan hasil estimasi dari *ARIMA Residual Model* pada setiap group. Hasil estimasi tersebut selanjutnya dilakukan agregasi sehingga diperoleh *total residual* dengan tujuan untuk pendeteksian sinyal. Hasil deteksi sinyal seperti tampak pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil Deteksi Sinyal dengan *ARIMA Residual Model*.

Tahun	Bulan	Frekuensi	Tahun	Bulan	Frekuensi
1991	2,3,8,11	4	2005	2,4,5,7,8,11	6
1992	1,4,5,6,7,10	6	2006	1,3,4,5,7,11	6
1993	1,3,5,9	3	2007	5,7,8,9,12	5
1994	1,2,4,6,7,8,9,10,12	9	2008	3,4,7,10,11,12	6
1995	2,4,5,9,10,11	6	2009	3,5,7,9,10	5
1996	2,4,8,9,11	5	2010	1,2,4,7,8,9,12	7
1997	1,3,4,5,6,7	6	2011	1,2,3,6,8	5
1998	1,2,4,6,7,8,11	7	2012	1,4,6,7,8,10,12	7
1999	9,10	2	2013	1,2,3,4,8,9,10,11	8
2000	4,8,10,11	4	2014	1,3,5,7,8,12	6
2001	1,2,5,7,9,10,11	7	2015	7,8,9,12	4
2002	1,5,11	3	2016	3,7,9	3
2003	1,2,3,6,9,10	6	2017	1,2,6,7,9,12	6
2004	1,4,5,6,10	5	2020	3	1

Sumber: Data diolah (2022)

Contagion Effect

Contagion Effect dimasukkan ke dalam model, tujuannya untuk melihat seberapa besar dampak krisis mata uang negara Asia sekawasan terhadap krisis mata uang di Indonesia. Karena setiap negara mempunyai karakter penyebab adanya krisis yang berbeda- beda, tentunya *contagion effect* setiap negara akan berbeda pengaruhnya terhadap krisis mata uang di Indonesia, sehingga perlu penentuan bobot *contagion effect* setiap Negara.

Pertama- tama *early indicaror* tiap- tiap negara sekawasan ditentukan terlebih dulu dengan cara memberikan *dummy variable* ataupun angka biner 0 bila tidak terjadi krisis, dan angka 1 bila terjadi krisis. Cara yang sama terkait dengan penggunaan *windows horizon* yakni 24 bulan, artinya pada rentang 24 bulan tersebut akan dilihat apakah adanya krisis di salah satu negara kawasan berdampak krisis nilai tukar mata uang di Indonesia, dimana pendeteksian sinyalnya dilakukan dengan cara perhitungan yang sama. Hasil perhitungan sinyal indikator dari setiap negara terlihat seperti pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. *Indicator Signal* Negara Asia Sekawasan Terhadap Krisis Mata Uang di Indonesia

Keakuratan Sinyal	Malaysia	Korea	Thailand	Philippina
Noise to Signal Ratio (NSR)	0,47	0,67	0,09	0,28
Prediksi tepat bulan sebelum krisis	5	7	9	11
Prosentase sinyal periode prakrisis = $A/(A+C)$	3,52	4,93	6,34	7,75
Prosentase sinyal salah = $(B/B+D)$	1,65	3,30	0,55	2,20
Prosentase akurasi prediksi = $(A+D)/(A+B+C+D)$	56,80	56,48	58,64	58,33

Sumber: Data diolah (2022)

Pada Tabel 7 terlihat bahwa setiap indikator menghasilkan sinyal yang tidak sama bobotnya, artinya pengaruh *contagion effect* antara satu negara dengan negara lainnya adalah berbeda, sebagai contoh perbedaan nilai *NSR*, yang menunjukkan bahwa negara dengan *NSR* terkecil mempunyai *contagion effect* dengan kualitas sinyal terbaik dibandingkan dengan negara yang lain.

Peranan Contagion Effect terhadap deteksi sinyal Leading Indicator

Jika peranan *Contagion Effect* dimasukkan ke dalam *leading indicator* (dalam hal ini sebagai indeks komposit), deteksi sinyal dilakukan dengan terlebih dulu menentukan ambang batas (*threshold*), yakni sinyal akan terdeteksi jika *leading indicator* dan *Contagion Effect* melewati *threshold* yaitu $\text{mean} + 1,5 \text{ standard deviation}$. Hasil deteksi sinyal tersebut selanjutnya bisa dibandingkan antara sinyal *leading indicator* dengan atau tanpa *Contagion Effect*, tujuannya adalah untuk melihat seberapa besar peranan *Contagion Effect* terhadap krisis nilai tukar mata uang. Hasil perhitungan seperti terlihat pada Tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 8. Perbandingan hasil deteksi Sinyal

Tahun	Sinyal <i>leading indicator</i> (Bulan)	Frekuensi	Sinyal <i>leading indicator</i> + <i>Contagion effect</i> (Bulan)	Frekuensi
1996	7,8,9,10,11,12	6	7,12	2
1997	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	11	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	12
1998	1,4,5,8,9,10,11,12	8	1,4,5,8,9,10,11,12	8
1999	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4
	Jumlah	29	Jumlah	26

Sumber: Data diolah (2022)

Sinyal yang dihasilkan seperti yang terlihat pada Tabel 8 selanjutnya bisa dilihat akurasinya, dengan penghitungan yang sama seperti pendekatan sebelumnya, sehingga diperoleh perbandingan akurasi sinyal sebelum maupun sesudah memasukkan *contagion effect*, ditunjukkan pada Tabel 9:

Tabel 9. Perbandingan Akurasi Sinyal

Deteksi Sinyal (Threshold= Mean+1,5 Standard Deviasi)	<i>Leading Indicator</i>	<i>Leading Indicator</i> + <i>Contagion</i>
<i>Noise to Signal Ratio (NSR)</i>	0	0
Banyak bulan sebelum krisis diprediksi tepat	29	26
Prosentase periode sebelum krisis ada sinyal = $A/(A+C)$	20,42	28,57
Prosentase Sinyal salah = $(B/B+D)$	0	0
<i>Quadratic Probability Score (QPS)</i>	0,20	0,17
<i>Global Bias Squares (GBS)</i>	0,01	0,00
Prosentase Akurasi Prediksi = $(A+D)/(A+B+C+D)$	65,12	79,94

Sumber: Data diolah (2022)

Nilai *NSR*= nol terlihat pada Tabel 9, hal ini bisa diartikan bahwa hasil deteksi krisis tidak adanya sinyal palsu, atau dengan kata lain seluruh sinyal yang dihasilkan adalah sinyal baik. Pernyataan tersebut juga ditunjukkan dengan besarnya prosentase sinyal salah $(B/B+D)$ = nol. Bulan prakrisis yang diprediksi dengan tepat ketika melibatkan *Contagion Effect* relatif lebih sedikit (26) dibandingkan dengan apabila tidak melibatkan *Contagion Effect* (29), akan tetapi di sisi lain terkait dengan prosentase periode prakrisis yang memberikan sinyal, terlihat bahwa ketika melibatkan *Contagion Effect* sebesar 28,57%, sedangkan jika tanpa melibatkan *Contagion Effect* hanya sebesar 20,42%. Dari hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan prosentase sinyal prakrisis sebagai akibat karena adanya *Contagion Effect*, atau dengan kata lain bahwa krisis mata uang di Indonesia tidak bisa dilepaskan dari dampak yang ditimbulkan oleh adanya krisis mata uang negara- negara sekawasan. Nilai *QPS* yang lebih kecil, yakni 0,17 setelah melibatkan *Contagion Effect* dari sebelumnya 0,20 tanpa melibatkan *Contagion Effect*, mengindikasikan bahwa kinerja sinyal terjadi peningkatan. Hal itu juga diperkuat dengan nilai *GBS* sebesar 0,00 (melibatkan *Contagion Effect*) lebih kecil dari 0,01 (tanpa melibatkan *Contagion Effect*). Demikian halnya terkait dengan ketepatan prediksi juga lebih tinggi yakni 79,94% ketika melibatkan *Contagion Effect*, dibandingkan dengan 65,12 ketika tanpa *Contagion Effect*.

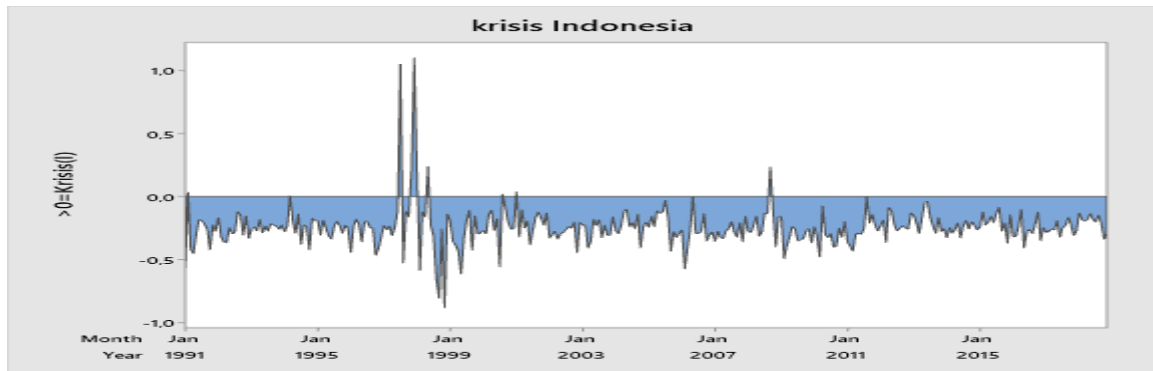
HASIL DAN PEMBAHASAN

Periode Krisis

Krisis mata uang di Indonesia apabila dimodelkan atas dasar *EMPI*, dapat dilihat dari tingginya *pressure* dan lamanya/ banyaknya tekanannya. *Pressure* krisis ini pada dasarnya dapat dibagi ke dalam dua kelompok, yakni *pressure* (tekanan) terhadap krisis yang tinggi (*volatile state*) dan tekanan dalam batas kewajaran *tranquility state*. (Glick, 2011). Tinggi serta lamanya *pressure* mencerminkan level keparahan krisis mata uang itu. Pada kasus di Indonesia, periode krisis terparah adalah saat terjadinya krisis moneter yang terjadi pada periode tahun 1997-1998. Pada periode tersebut tekanan *EMPI* sangat kuat, tidak saja pada tingginya tekanan tetapi juga

lamanya/ frekuensinya, dimana pada periode tersebut sampai terjadi selama beberapa bulan (sebanyak lima kali) yakni 1997(7,11,12), 1998(1,5)). Pada periode tersebut berarti termasuk pada kategori krisis tinggi (*volatile state*). Pada periode ini terjadi keparahan krisis disebabkan karena baik Indonesia bersama-sama negara lain sekawasan merupakan pusat/ episentrum krisis. Krisis terjadi pada periode lain memperlihatkan pressure *EMPI* yang masih dalam batas kewajaran, karena disamping tekanan yang tidak terlalu tinggi, lamanya krisis secara umum hanya terjadi sekali pada setiap periode. Hal ini seperti yang terjadi pada periode (1991(2), 1994(3), 2000(8), 2001(1), 2006(5), 2008(9), dan 2020(3). Pada periode ini krisis masih dalam batas kewajaran karena Indonesia sebagai negara yang terkena dampak dan bukan sebagai episentrum krisis.

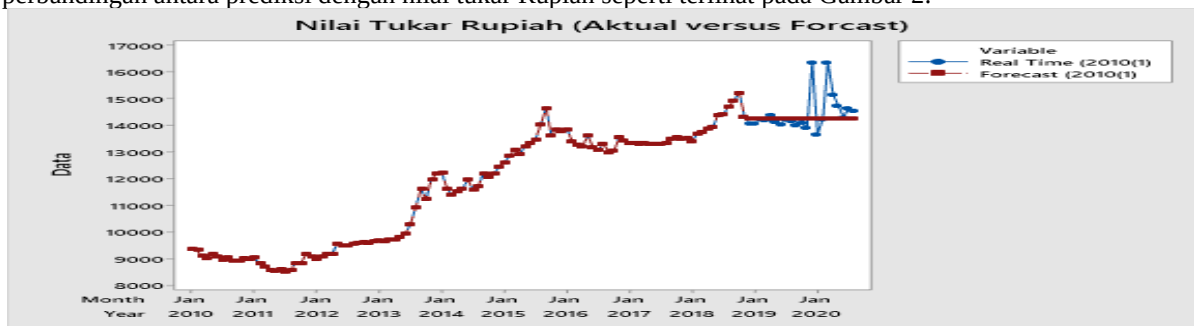
Hubungan antara besarnya tekanan *EMPI* dengan tingkat keparahan krisis tercermin pada Gambar 1, pada gambar tersebut terlihat jelas ketika terjadi tekana *EMPI* yang sangat kuat (periode 1997-1998), nilai nominal maupun nilai riil mata uang rupiah mengalami tekanan yang sangat sangat kuat pula.



Gambar 1. Krisis Mata Uang di Indonesia

Nilai Tukar

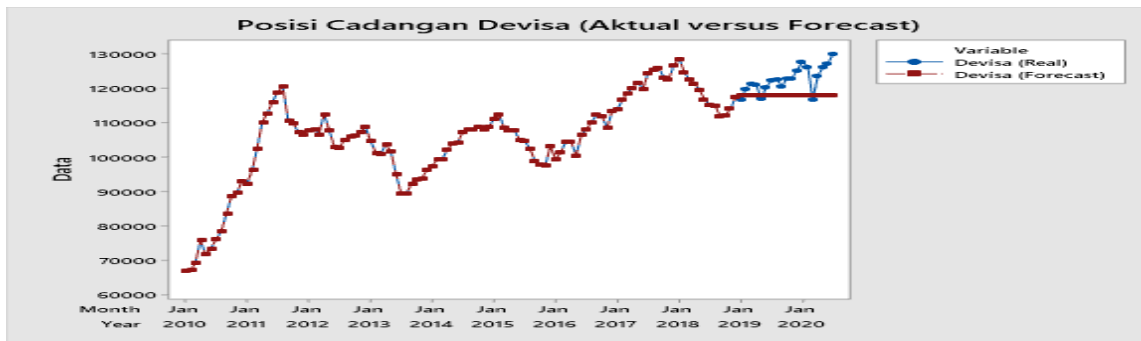
Estimasi yang dihasilkan menunjukkan bahwa sampai dengan akhir Desember 2021 tidak ada indikasi akan terjadinya krisis, hal ini ditandai dengan tidak terdeteksinya sinyal yang mengindikasikan akan terjadinya krisis. Prediksi kurs nominal mata uang Rupiah berfluktuasi pada kisaran Rp. 14.528/USD. Namun pada periode 2020(3) terjadi krisis, hal ini disebabkan karena bersamaan dengan masuknya wabah COVID 19 ke Indonesia yang selanjutnya menjadi pandemi, akan tetapi bersifat *tranquility state*, dimana masih dalam batas kewajaran. Hasil perbandingan antara prediksi dengan nilai tukar Rupiah seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Aktual versus Forecast Nilai Tukar Rupiah terhadap Dollar AS

Cadangan Devisa

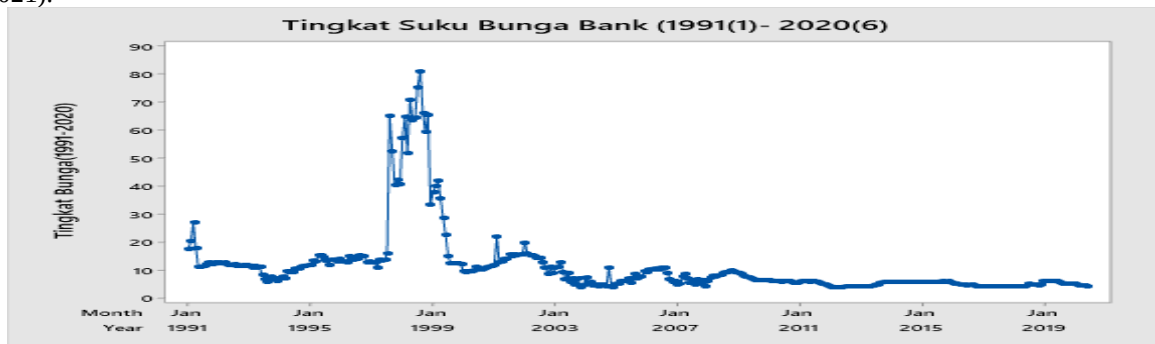
Estimasi cadangan devisa sampai dengan tahun 2021(12) pada posisi US\$ 126,00 milyar, sedangkan nilai aktual untuk periode yang sama pada posisi US\$ 144,90 milyar. Jika kita amati semenjak masuknya COVID 19 yakni mulai bulan Maret 2020, terjadi trend peningkatan setelah bulan Maret secara beruntun selama empat bulan, akan tetapi pada Maret sendiri terjadi penurunan tajam apabila dibandingkan dengan posisi bulan sebelumnya yakni sebesar US\$ 116,875 dibandingkan bulan Pebruari sebesar US\$ 126,302 milyar. Posisi tersebut sebagai posisi terendah sejak bulan Mei 2019. Beberapa penyebab menurunnya posisi cadangan devisa tersebut yakni karena saat itu adalah jatuh temponya pembayaran utang luar negeri pemerintah, disamping penyebab lain adalah adanya upaya pemerintah menjaga stabilitas kurs Rupiah dengan operasi pasar, sebagai akibat terjadinya guncangan di pasar keuangan global karena maraknya pandemi COVID-19. Upaya stabilisasi kurs Rupiah tersebut tampak pada intervensi Bank Indonesia ke dalam pasar uang senilai US\$ 9,4 milyar sampai akhir Maret 2020 (Bank Indonesia, Juli 2020). Perkembangan cadangan devisa Indonesia terlihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Perkembangan Cadangan Devisa

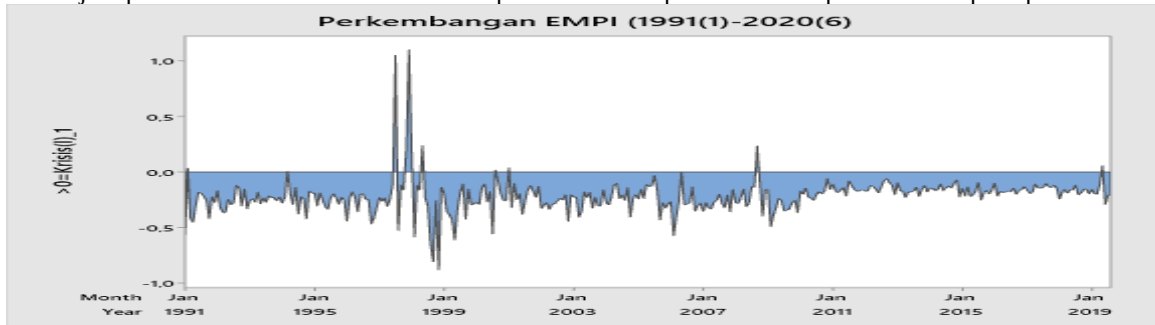
Interest Rate

Interest Rate tidak mempunyai fluktuasi pergerakan yang berarti, sampai pada awal 2020 *interest rate* cenderung flat (Gambar 4). Selanjutnya terjadi trend penurunan yakni pada bulan Maret 2020 dari semula sebesar 5,0% turun sebesar 25 *basis point* ke posisi 4,75% dan selanjutnya mengalami penurunan lagi sebesar 25 *basis point* yakni di posisi 4,5% padabulan Juni. Tren penurunan ini terus berlanjut hingga akhir 2021, yakni menjadi 4,25%. Hal ini tidak terlepas dari arah kebijakan sebagai upaya untuk perbaikan ekonomi antara lain menjaga stabilitas, yakni nilai tukar Rupiah yang stabil sejalan dengan fundamental dan mekanisme pasar. (Bank Indonesia, 16 Desember 2021).

Gambar 4. Pergerakan *Interest Rate*

Pemetaan Pola Krisis.

Adanya *initial shock* yang terjadi pada bulan Maret 2020 dapat teridentifikasi dari tekanan pada indikator makroekonomi. Terjadi peningkatan volatilitas nilai tukar Rupiah disertai dengan menurun secara tajam posisi cadangan devisa, akan tetapi tidak serta merta diikuti oleh meningkatnya *interest rate*, bahkan kecenderungan trend justru terjadi penurunan. Tekanan nilai tukar Rupiah tersebut dapat dilihat dari pola *EMPI* seperti pada Gambar 5.

Gambar 5. Pola *EMPI* (Periode 1991(1)- 2020(6))

Gambar 5 menunjukkan terjadi krisis nilai tukar Rupiah pada periode bulan Maret 2020. Jika dibandingkan dengan krisis-kris sebelumnya seperti yang terjadi pada krisis moneter (1997-1998) memperlihatkan bahwa *pressure EMPI* pada periode Maret 2020 sehingga terdeteksi adanya sinyal krisis, walaupun *pressure* tersebut relatif kecil, namun demikian harus tetap mendapat perhatian.

KESIMPULAN

Dua pendekatan dibandingkan yaitu *Signal AnalysisModel* dan *Herrera-Garcia Model* untuk menghasilkan sinyal akan terjadinya krisis nilai tukar mata uang Rupiah. Estimasi yang digunakan pada *Herrera-Garcia Model* yang dalam prosesnya menggunakan *ARIMA Residual Model*. Dari hasil kedua perbandingan disimpulkan bahwa deteksi sinyal krisis lebih banyak dihasilkan oleh *ARIMA Residual Model*, tetapi keakuratan sinyal kurang baik. Sebaliknya sinyal yang dihasilkan dengan menggunakan pendekatan *Signal AnalysisModel* tidak menghasilkan

sebanyak yang dihasilkan oleh *ARIMA Residual Model*, akan tetapi keakuratan yang tinggi, atau bahkan bisa dikatakan sempurna jika didasarkan pada perolehan nilai $NSR=0$.

Ketika *Signal Analysis Model* digunakan untuk estimasi pendeteksian sinyal dengan memasukkan variabel *Contagion Effect*, prosentasi kemunculan sinyal pada periode prakrisis terjadi kenaikan jika dibandingkan dengan tidak memasukkan variabel *Contagion Effect*, yakni peningkatan yang semula 20,422% menjadi 28,571%, meskipun adanya penurunan terhadap jumlah bulan prakrisis yang dapat diprediksi secara tepat, yakni dari 29 menjadi 26. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan melibatkan variabel *Contagion Effect* berdampak pada meningkatnya kinerja atau kualitas sinyal. Kesimpulan tersebut juga merepresentasikan dari besarnya nilai *QPS* dan *GBS* yang mengindikasikan kinerja yang lebih baik. Dengan kata lain *Contagion Effect* berkontribusi terhadap keparahan krisis nilai tukar mata uang suatu negara.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiad, A. (2003). *Early Warning System: A survey and Regime- Switching Aproach* (Vol. 03, Nomor 02).
- Adiningsih, Sri, & Dini, N. . (2003). Macroeconomic Vulnerability in Indonesia. In *Thailand Development Research Institute*.
- Arias, G., & Erlandsson, U. (2004). *Regime switching as an alternative early warning system of currency crises- an application to South-East Asia*. Working paper.
- Aziz, J., Caramazza, F. dan Salgado, R. (2000). Currency crises: In search of common element. *IMF working paper*.
- Blazskiewicz, M. (2000). What Factors Led to the Asian Financial Crisis: Were or Were not Asian Economics Sound? *CASE Network Studies and Analyses*, 209.
- Boonman, T.M, Jacobs, J, dan Kuper, G. (2019). Early Warning System for Currency Crises with Real-Time Data. *Open Economies Review*, Vol 30, 813-835.
- Bordo, M., Eichengreen, B., Klingebiel, D., & Martinez-Peria, M. S. (2001). Is the crisis problem growing more severe? *Economic policy*, 16(32), 52–82.
- Box, Jenkins, G. (1976). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*.
- Cipollini A. dan Capetanios, G. (2008). Forecasting Financial Crises and Contagion in Asia using Dynamic Factor Analysis. *Center for Economic Research Series of Working Paper*, 200(No.014).
- Corsetti, G., Pesenti, P. and Roubini, N. (1999). What Caused the Asian Currency and Financial Crisis? *Japan and the World Economy*, 305-373.
- Eichengreen, B., Rose, A. K., & Wyplosz, C. (1995). Exchange market mayhem: the antecedents and aftermath of speculative attacks. *Economic policy*, 10(21), 249–312.
- Feridun, M. (2009). Determinants of exchange market pressure in Turkey: An econometric investigation. *Emerging Markets Finance and Trade*, 45(2), 65–81.
- Frankel, J. A., & Rose, A. K. (1996). Currency crashes in emerging markets: An empirical treatment. *Journal of international Economics*, 41(3–4), 351–366.
- Frankel, J., & Saravelos, G. (2012). Can leading indicators assess country vulnerability? Evidence from the 2008–09 global financial crisis. *Journal of International Economics*, 87(2), 216–231.
- Girton, L. dan R., & Oper, D. (1977). Measuring Exchange Market Pressure and Intervention in Interdependent Economies: A Two-Country Model. *The American Economic Review*, vol 67(No.4), 537-548.
- Goldstein, M., Kaminsky, G. L., & Reinhart, C. M. (2000). *Assessing financial vulnerability: an early warning system for emerging markets*. Peterson Institute.
- Herrera, S., & Garcia, C. (1999). *User's guide to an early warning system for macroeconomic vulnerability in Latin American countries* (Vol. 2233). World Bank Publications.
- Jacobs, J. P. A. M., & Kuper, G. H. (2003). *Indicators of financial crises do work! An early-warning system for six Asian countries*.
- Kaminsky, G. L. (1999). *Currency and banking crises: the early warnings of distress*. International Monetary Fund.
- Kaminsky, G. L., & Reinhart, C. M. (1999). The twin crises: the causes of banking and balance-of-payments problems. *American economic review*, 89(3), 473–500.
- Kaminsky, G., Lizondo, S., & Reinhart, C. M. (1998). Leading indicators of currency crises. *Staff Papers*, 45(1), 1–48.
- Knedlik, T. (2006). Estimating monetary policy rules for South Africa. *South African Journal of Economics*, 74(4), 629–641.
- Moreno, R. (1999). Did a boom in money and credit precede east Asia's recent currency crisis? *Economic Review- Federal Reserve Bank of San Francisco*, 23–41.
- Sachs, J. D., Tornell, A., & Velasco, A. (1996). *Financial crises in emerging markets: the lessons from 1995*. National bureau of economic research Cambridge, Mass., USA.
- Salvator, D. (1997). *Ekonomi Internasional* (Edisi Keli). Erlangga.

- Sutrisno, H., Sari, D. W., & Handoyo, R. D. (2021). Vulnerability Analysis of Macroeconomic Indicators for Early Detection of Currency Crisis: Case Study of Indonesian Economy on 1991–2019. *Journal of International Commerce, Economics and Policy*, 12(02), 2150006.
- Sutrisno, H., Wulansari, D., & Handoyo, R. D. (2022). Macroeconomic Indicators as A Signal of The Currency Crisis in The Indonesian Economy. *International Journal of Economics & Management*, 16(1).
- Tjahjono, E. D. (1998). Fundamental Ekonomi, Contagion Effect Dan Krisis Asia. *Buletin Ekonomi Moneter dan Perbankan*, 1(2), 1–27.