Modelling the Dependency between Foreign Directed Investment (FDI) with Gross Domestic Product (GDP) Using Copula

Pemodelan Ketergantungan antara Foreign Directed Investment (FDI) dengan Gross Domestic Product (GDP) Menggunakan Kopula

Agus Supandi

Universitas Indraprasta PGRI
Jl. Nangka Raya No.58 C, Jakarta

Wulan Anggraeni

Universitas Indraprasta PGRI
Jl. Nangka Raya No.58 C, Jakarta

Arief Nugroho Wibowo

Universitas Indraprasta PGRI
Jl. Nangka Raya No.58 C, Jakarta

Abstract

The purpose of this study is to model the dependence of FDI and GDP. The method of this research is copula. The steps are stationary test, ARIMA model determination, heteroscedasticity test, data residue transformation, normality test, tau Kendal correlation coefficient test, calculation of Archimedean class parameter values, MSE calculation. From the series carried out, it was found that the clayton copula was selected in modeling the dependence of FDI and GDP

Keywords: FDI, GDP, ARIMA, Copula, Archimedean

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan ketergantungan FDI dan GDP. Metode yang digunakan adalah copula. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji stasioner, penentuan model ARIMA, uji heterokedastisitas, transformasi residu data, uji normalitas, uji koefisien korelasi tau Kendal, perhitungan nilai parameter kelas Archimedean, perhitungan MSE. Dari rangkaian yang dilakukan, diperoleh bahwa *copula clayton* yang terpilih dalam pemodelan ketergantungan FDI dan GDP.

Kata kunci: FDI, GDP, ARIMA, kopula, Archimedean

*) Corresponding Author: agussupandi72@gmail.com

PENDAHULUAN

Masalah yang dihadapi oleh suatu negara adalah mencari kondisi ideal bagi masyarakat dan bagaimana merealisasikannya. Kajian tentang pembangunan ekonomi, mengalami beberapa perubahan. Pada tahun 1950 pembangunan diartikan sebagai pertumbuhan ekonomi, sehingga persepsi ini melahirkan pemahaman akan perlunya tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Oleh Karena itu suatu negara dikatakan berhasil melaksanakan pembangunan apabila pertumbuhan ekonomi masyarakat tinggi (Hasan & Azis 2018).

Sasaran pembangunan ekonomi di Indonesia pada tahun 2020 adalah meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat secara berkesinambungan. Adapun indikator yang dipergunakan adalah target GDP sebesar 5,1 % sampai dengan 5,6 %. Namun pada kenyataannya pada tahun 2020, GDP mengalami penurunan yang diakibatkan oleh Covid-19. Pada triwulan III 2020, pertumbuhan ekonomi sebesar -3,49 %. Salah satu faktor yang memengaruhi GDP adalah FDI.

Menurut Harord Domar, syarat yang harus dipenuhi agar satu perekonomian dapat mencapai pertumbuhan yang tanggung atau *steady growth* dalam jangka panjang adalah investasi (Arsyad, 2010). Semakin tinggi investasi maka akan semakin tinggi pertumbuhan ekonomi. Pendapat serupa dikemukakan oleh Solow dari teori Endogen Romer yang menyatakan bahwa salah satu komponen pertumbuhan ekonomi adalah akumulasi modal, yang meliputi semua atau jenis investasi yang ditanamkan pada tanah peralatan fisik, dan modal sumber daya manusia (Todaro, 2011).

Pengujian konsep terkait FDI memengaruhi pertumbuhan ekonomi telah dilakukan oleh Chong & Liew (2009). Dalam penelitiannya diperoleh bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara FDI dan pertumbuhan ekonomi di 5 negara ASEAN yaitu Indonesia, Malaysia, Filipina, Singapura dan Malaysia pada periode 1974 s.d 2005. Selain itu juga, Merichan (2009) memperoleh hasil bahwa FDI memengaruhi secara signifikan pertumbuhan ekonomi di Malaysia, Thailand, Filipina dan Indonesia pada periode 1970 s.d 2001. Penelitian lain dilakukan oleh Ferrer & Zermeno (2015), hasil yang diperoleh adalah FDI memengaruhi GDP di China.

Selama ini, ketergantungan antara FDI dan GDP dilihat dari korelasi. Sayangnya, korelasi tidak mampu menangkap hubungan nonlinear antar faktor risiko. Salah satu alternatif penyelesaian dapat menggunakan *copula* (Embrechts *et al*, 1999). *Copula* terbagi menjadi dua macam keluarga, yaitu *elliptical copula* dan *Archimedean copula*. Dalam penelitian ini menggunakan keluarga *Archimedean* dikarenakan residual data tidak berdistribusi normal. Selain itu juga keluarga *archimedean* memungkinkan berbagai macam struktur ketergantungan. Keluarga Archimedean yang digunakan adalah *clayton* dan *gumbel*. *Clayton* memiliki ketergantungan bawah, dan *gumbel* memiliki ketergantungan atas (Schölzel & Friederichs, 2008).

METODE

Objek dalam penelitian ini adalah data FDI dan GDP Indonesia pada kerangka waktu 2007 s.d 2019. Metode yang dipergunakan dalam menggambarkan hubungan kedua variabel adalah Copula. Berikut ini adalah tahapan yang dilakukan:

1. Kajian literatur yang dilakukan adalah mempelajari teori terkait FDI, GDP dan *Archimedean copula* dan data *time series*.
2. Menganalisis secara deskriptif FDI dan GDP
Analisis secara deskriptif yang dilakukan adalah menghitung nilai rata-rata, median, modus, dan standar deviasi dari data FDI dan GDP
3. Melakukan uji stasioner data menggunakan uji *augmented dickey fuller*
Uji *augmented dickey fuller* akan menggunakan bantuan *eviews 11*, di mana kriteria pengambilan keputusan menurut Enders (1995) adalah sebagai berikut:
 - a. Jika $\text{prob} < 0,05$ y_t stasioner
 - b. Jika $\text{prob} > 0,05$ y_t tidak stasioner
4. Membuat plot ACF dan PACF
5. Memodelkan *Autoregressive Moving Average* (ARIMA)

ARMA adalah gabungan antara *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) dan *differencing* (Vulandari *et al.*, 2018), berikut adalah model umum ARIMA (p, d, q)

$$(1 - B)^d X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

6. Uji heterokedastisitas
Uji heterokedastisitas menggunakan metode *lagrange multiplier* (LM). Tujuan dari uji ini mengetahui apakah adanya efek ARCH-GARCH (Ningrum *et al.*, 2017). Adapun hipotesisnya adalah sebagai berikut:
 h_0 : Tidak ada efek ARCH/GARCH dalam residual ke- m
 h_1 : Terdapat efek ARCH/GARCH dalam residual ke- m
 Jika nilai $p - \text{value} < \alpha$, maka terdapat efek ARCH/GARCH dalam residual ke- m
7. Membentuk dan mengkombinasikan residual ARIMA ke dalam *frank copula*, *clayton* dan *gumbel*. Adapun langkah yang digunakan adalah sebagai berikut
 - a. Transformasi residual ke distribusi seragam (0,1)

Transformasi variabel dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$F_{X_1}(x_i) = \frac{1}{n+1} \sum_{j=1}^n 1(X_i^j \leq x), x_i \in R$$

Transformasi data ke *domain Uniform* [0,1] dengan membuat rank plot X_i pada persamaan berikut:

$$\left(\left(\frac{R_1^j}{n+1} \right), \left(\frac{R_2^j}{n+1} \right), \dots, \left(\frac{R_m^j}{n+1} \right) \right), 1 \leq j \leq n$$

b. Uji normalitas residual

Uji normalitas menggunakan uji Jarque Bera (Prasetya, 2018). Hipotesis yang digunakan adalah:

h_0 : Residual berdistribusi normal

h_1 : Residual tidak berdistribusi normal

Jika $p - value < \alpha$ maka residual tidak berdistribusi normal.

c. Uji Koefisien korelasi

Korelasi tau kendall termasuk dalam kategori statistik nonparametrik yang diperkenalkan oleh kendall tahun 1983. Ukuran korelasi menuntut kedua variabel diukur sekurang-kurangnya skala ordinal. Asumsi lain yang harus terpenuhi adalah data merupakan sampel acak yang terdiri atas n pasangan hasil pengamatan (X_i, Y_i) . Hipotesis yang digunakan menurut Daniel (1989):

$H_0: \rho = 0$ (tidak terdapat korelasi antara X dan Y)

$H_1: \rho \neq 0$ (Terdapat korelasi antara X dan Y)

Di mana statistika uji dan *rank* korelasi Tau-Kendall adalah:

$$\hat{\tau} = \frac{S}{n(n-1)}$$

Dengan $S = P - Q$, dimana P adalah banyaknya pasangan berurutan wajar dan Q adalah pasangan berurutan terbalik. Penolakan H_0 dilakukan ketika $|\tau| > \tau_{\frac{\alpha}{2}, n}$ dengan $\tau_{\frac{\alpha}{2}}$ didapatkan dari tabel harga-harga kritis statistic uji korelasi Tau Kendall. Jika ukuran sampel lebih dari 10 maka distribusi yang digunakan adalah distribusi normal, yaitu pada persamaan berikut:

$$z = \frac{3\hat{\tau}\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}}$$

Dengan daerah penolakan H_0 berada ketika $|z| > z_{\frac{\alpha}{2}}$ atau $\rho_{value} < \alpha$.

d. Estimasi parameter copula Archimedean

Estimasi parameter keluarga archimedean dengan menggunakan Tau Kendal (Nelsen, 1999). Adapun rumusnya:

$$\tau_{\theta} = 1 + 4 \int_0^1 \frac{\Phi_{\theta}(u)}{\Phi_{\theta}'(u)} du$$

e. Pemodelan menggunakan copula

Copula yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Archimedean*. Berikut ini adalah fungsi distribusi dari setiap anggota keluarga *Archimedean*:

1) Clayton

$$C(u_1, u_2) = (u_1^{-\theta} + u_2^{-\theta} - 1)^{-\frac{1}{\theta}}$$

2) Frank

$$C(u_1, u_2) = \frac{1}{\theta} \ln \left(1 + \frac{(e^{-\theta u_1})(e^{-\theta u_2}) - 1}{e^{-\theta} - 1} \right)$$

3) Gumbel

$$C(u_1, u_2) = e^{(-((-\ln u_1)^{\theta} + (-\ln u_2)^{\theta})^{\frac{1}{\theta}})}$$

f. Validasi Prediksi

Menentukan kesalahan prediksi dapat diukur menggunakan berbagai ukuran error Arisandi *et al* (2018). Ukuran error yang digunakan:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{x}_2 - x_2)^2$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berikut ini adalah hasil perhitungan

1. Deskriptif Data FDI dan GDP

Deskriptif data dari data FDI dan GDP disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskriptif Data FDI dan GDP Indonesia pada 2007 s.d 2019

No	Ukuran Deskriptif	FDI	GDP
1	Modus	0,49	4,63
2	Median	2,02	5,16
3	Mean	1,93	5,47
4	Simpangan Baku	0,64	0,60
5	Varians	0,41	0,363

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh bahwa modus dari FDI dan GDP adalah 0,49 dan 4,63. Median 2,02 dan 5,16. Rata-rata 1,93 dan 5,47. Simpangan baku 0,64 dan 0,6. Sementara itu varians 0,41 dan 0,363.

2. Uji Stasioner

Hasil uji *augmented dickey fuller* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Stasioner

No	Variabel	prob	α
1	FDI	0,0064	0,05
2	GDP	0,0107	0,05

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh bahwa FDI dan GDP stasioner pada dif(1) dikarenakan nilai ADFnya kurang dari nilai *t-statistic*.

3. Plot ACF dan PACF

Model ARIMA terbaik yang mungkin untuk data FDI dan GDP adalah ARIMA (1,1,1)

4. Uji Heterokedastisitas

Setelah dilakukan uji heterokedastisitas untuk kedua variabel yang ada diperoleh nilainya lebih dari 0,05 artinya tidak adanya efek ARC/GARCH sehingga model yang digunakan adalah ARIMA (1,1,1)

5. Transformasi residual data

Hasil transformasi residual data ke dalam distribusi seragam diberikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Transformasi Residual Data

No	FDI	GDP
1	0,083333	0,083333
2	0,166667	0,166667
3	0,25	0,25
⋮	⋮	⋮
12	0,916667	0,916667

6. Uji Normalitas

Hasil uji normalitas diperoleh bahwa nilai probability untuk FDI sebesar 0,03 dan probability untuk GDP sebesar 0,04, maka dapat diartikan bahwa data tidak berdistribusi normal, sehingga *copula Archimedean* yang terpilih.

7. Uji Kendal Tau

Berdasarkan hasil uji Kendal tau diperoleh kesimpulan bahwa terdapat korelasi antara FDI dan GDP, hal ini dapat dilihat dari nilai sig sebesar 0,000. Adapun nilai korelasi Kendal tau sebesar 0,974.

8. Estimasi parameter copula *archimedean*
Hasil estimasi parameter *copula archimedean* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Estimasi parameter *copula archimedean*

No	Jenis Copula	$\hat{\theta}$
1	Clayton	1,33
2	Frank	3,42
3	Gumbel	1,67

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh bahwa parameter dari distribusi Clayton sebesar 1,33; Frank 3,42 dan Gumbel 1,67.

9. Validasi prediksi
Langkah terakhir adalah menghitung nilai MSE untuk setiap pendekatan copula Archimedean. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pehitungan nilai MSE

No	Jenis Copula	MSE
1	Clayton	0,301
2	Frank	0,426
3	Gumbel	0,337

Berdasarkan perhitungan MSE maka *clayton copula* yang memiliki nilai MSE terkecil, Adapun modelnya sebagai berikut:

$$C(u_1, u_2) = (u_1^{-1,33} + u_2^{-1,33} - 1)^{-0,75}$$

Pembahasan

Pemodelan ketergantungan antara FDI dan GDP dapat dimodelkan dengan baik menggunakan *copula clayton*. Adapun nilai parameternya sebesar 1,33. Nilai positif dari parameter yang diperoleh mengindikasikan adanya hubungan positif antara FDI dan GDP. Artinya bahwa jika FDI meningkat maka GDP akan meningkat, sebaliknya pun demikian.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh simpulan bahwa FDI memiliki hubungan yang positif dengan GDP. Hal ini dapat dilihat dari nilai parameter *copula clayton* yang memiliki nilai positif. jika FDI meningkat maka GDP akan meningkat, sebaliknya pun demikian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisando, N. L., Nugroho, D. B. & Sasongko, L. R. (2018). Analisis Prediksi IHSG Berdasarkan Kurs Beli IDR-USD Melalui Copula. *Decartesian*. 7(2). 59-67.
- Arsyad, L. (2010). *Ekonomi Pembangunan*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Choong, C. K., & Liew, V. K. S. (2009). Impact of Foreign Direct Investment Volatility on Economic Growth Countries. *Economics Bulletin*. 29(3). 1-12.
- Daniel, W. W., (1989), Statistik Nonparametric Terapan, Jakarta: Gramedia
- Embrechet, P. (1999). Extreme Value Theory as a Risk Management Tool. *North American Actuarial Journal*, 3(2), 30-41.
- Enders, W. (1995). *Applied Econometric Time Series*. New York: John Willey & Sons.
- Ferres, C. E., & Zermeno, E. V. (2015). Foreign Direct Investment and Gross Domestic Product Growth. *International Conference on Applied Economics, ICOAE*, 198-207. Kazan, Rusia.
- Hasan, M., & Aziz, M. (2018). *Pembangunan Ekonomi dan Pemberdayaan Masyarakat: Strategi Pembangunan Manusia Dalam Perspektif Ekonomi Lokal*. Makasar: CV Nur Lina
- Nelsen R. B. (2006). *An Introduction to Copulas*. Oregon (US): Springer Science and Business Media, Inc.

LITERATUS is a journal published by Neolectura, issued two times in one year. Literatus is a scientific publication media in the form of conceptual paper and field research related to social impact and cultural studies. It is hoped that LITERATUS can become a media for academics and researchers to publish their scientific work and become a reference source for the development of science and knowledge.

Our focus:
Social and Culture

Our Scope:
Humanities,
Education,
Management,
History,
Economics,
Linguistics,
Literature,
Religion,
Politics,
Sociology,
Anthropology,
and others.

- Merichan, Y. (2009). Foreign Direct Investment and Growth in ASEAN-4 Nation. *International Journal of Bussiness and Management*. 4(5). 46-62.
- Ningrum, O. W., Tarno., & Maruddani, D. A. I. (2017) Perhitungan Value at Risk Pada Portofolio Saham Menggunakan Copula. *Gaussian*. 6(2). 231-240.
- Prasetya, L. B., Ispriyanti, D., & Prahutama, A. (2018). Estimasi Value at Risk Portofolio Saham Menggunakan Metode Garch-Copula. *Jurnal Gaussian*. 7(4). 397-407.
- Schölzel, C., & Friederichs, P. (2008). Multivariate non-normally distributed random variables in climate research - Introduction to the copula approach. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 15(5), 761–772.
- Todaro, P. M. (2011). *Pembangunan Ekonomi*. Jakarta: Erlangga.
- Vulandari, R. T., & Parwitasari, T. A. (2018). Perbandingan Model AR(1), ARMA (1,1), dan ARIMA (1,1,1) pada Prediksi Tinggi Muka Air Sungai Bengawan Solo Pada Pos Pemantauan Jurug. *Journal of Mathematics Education Science and Technology*. 3(1). 46-56.