

Received: 14 October 2023
Revised: 28 December 2023
Accepted: 30 December 2023
Published: 31 December 2023

Analisis Faktor-Faktor yang Menjelaskan Tingkat Kematian Akibat Bunuh Diri pada Negara-Negara di Benua Asia dan Eropa

Nerissa Netanaya Setjiadi^{1,a)}, Yekti Widyaningsih^{1,b*)}

¹*Program Studi Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Indonesia, Kampus Baru UI, Depok, 16424, Jawa Barat.*

Email: ^{a)}nerissa.netanaya@sci.ui.ac.id, ^{b)}yekti@sci.ui.ac.id*

Abstract

Many Indonesians still view mental health as a taboo subject and people with mental disorders are treated like a disgrace. As a result, they have difficulty getting the help they need and can end in suicide. The objects of research are countries in Asia and Europe. The purposes of this research are to analyze factors explaining death rate due to suicide and to work out the grouping results of Asian and European countries. The methods used are multiple linear regression, Ward's method clustering, and Biplot mapping. Based on the analysis result, it is obtained that factors of having no religion, alcohol consumption, and psychiatrists' availability have significant positive relationships with suicide rate. Factors of income and unemployment have significant negative relationships with suicide rate. Factor of education level has no significant effect with suicide rate. Two groups of countries are formed, namely group 1 consisting of 46 countries and group 2 consisting of 44 countries. Result of mapping based on the groups using the Biplot method is able explain 63,7% of data diversity. Group 1 is a group of countries that have a high unemployment rate and low values in: suicide rate, proportion of irreligious people, Gross Domestic Product (GDP) per capita, number of psychiatrists, and education level. Group 2 is a group of countries that have high values in: suicide rate, proportion of irreligious people, GDP per capita, number of psychiatrists, and education level while the unemployment rate is low.

Keywords: biplot, mental health, multiple linear regression, Ward's method.

Abstrak

Mayoritas masyarakat Indonesia masih memandang kesehatan mental sebagai hal tabu dan penderita gangguan jiwa diperlakukan seperti suatu aib. Akibatnya penderita kesulitan untuk mendapat pertolongan yang dibutuhkan dan dapat berakhir dengan tindakan bunuh diri. Objek penelitian adalah negara di Benua Asia dan Eropa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor yang menjelaskan tingkat kematian akibat bunuh diri dan melihat hasil pengelompokan negara-negara di Benua Asia dan Eropa. Metode yang digunakan adalah regresi linear berganda, pengelompokan metode Ward, dan pemetaan Biplot. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh faktor tidak memiliki agama, konsumsi alkohol, dan psikiater memiliki hubungan positif signifikan terhadap angka bunuh diri. Faktor penghasilan dan pengangguran memiliki hubungan negatif signifikan terhadap angka bunuh diri. Faktor tingkat pendidikan tidak memiliki

pengaruh signifikan terhadap angka bunuh diri. Terbentuk 2 kelompok negara, yakni kelompok 1 beranggotakan 46 negara dan kelompok 2 beranggotakan 44 negara. Hasil pemetaan kelompok menggunakan metode Biplot dapat menerangkan 63,7% keragaman data. Kelompok 1 adalah kelompok negara yang memiliki nilai persentase pengangguran yang tinggi, sedangkan nilai angka bunuh diri, persentase penduduk tanpa agama, konsumsi alkohol, *Gross Domestic Product* (GDP) per kapita, angka psikiater, dan tingkat pendidikan memiliki nilai yang rendah. Kelompok 2 adalah kelompok negara yang memiliki angka bunuh diri, persentase penduduk tanpa agama, konsumsi alkohol, GDP per kapita, angka psikiater, dan tingkat pendidikan yang tinggi, serta persentase pengangguran yang rendah.

Kata-kata kunci: biplot, kesehatan mental, metode Ward, regresi linear berganda.

PENDAHULUAN

Bunuh diri adalah sebuah tindakan sengaja yang dilakukan oleh seseorang dengan tujuan untuk mengakhiri hidup pelaku. Pada tahun 2019, tingkat kematian akibat bunuh diri dunia adalah 9,2 kematian per 100.000 penduduk, dengan Benua Eropa dan Asia menduduki peringkat pertama dan kedua dengan nilai 12,8 dan 10,2. Negara Korea Selatan memiliki tingkat kematian akibat bunuh diri tertinggi pada benua Asia dengan nilai 28,6 dan negara Lithuania memiliki tingkat kematian akibat bunuh diri tertinggi di Benua Eropa dengan nilai 26,1. Untuk negara Indonesia, tingkat kematian akibat bunuh diri masih cukup rendah dengan nilai 2,4 (WHO, 2021). Walau demikian, Polri melaporkan telah terjadi 451 kasus bunuh diri di Indonesia sejak awal tahun 2023 (Polri, 2023).

Salah satu upaya pencegahan kenaikan nilai tingkat kematian akibat bunuh diri yang dapat dilakukan adalah mengidentifikasi variabel yang dapat menjelaskan tingkat kematian akibat bunuh diri dan mempelajari bagaimana karakteristik variabel terhadap nilai tingkat kematian akibat bunuh diri. Berdasarkan studi literatur dan keterbatasan data, digunakan 6 variabel yang diduga dapat menjelaskan tingkat kematian akibat bunuh diri suatu negara. Variabel pertama dan kedua adalah persentase penduduk tanpa agama dan jumlah konsumsi alkohol. Pemilihan kedua variabel didasari oleh penelitian Yunho (2019) yang menyatakan proporsi penduduk tidak menganut agama dan konsumsi alkohol berpengaruh secara signifikan kepada tingkat kematian akibat bunuh diri.

Penelitian Fountoulakis *et al.* (2014) memiliki kesimpulan nilai GDP (*Gross Domestic Product*) per kapita dan tingkat pengangguran memiliki efek yang signifikan dalam memprediksi tingkat kematian akibat bunuh diri. Dengan demikian, GDP per kapita dan tingkat pengangguran dipilih sebagai variabel ketiga dan keempat. Hasil penelitian Jagodič *et al.* (2013) menyatakan terdapat hubungan korelasi negatif antara angka psikiater dan tingkat kematian akibat bunuh diri, sedangkan penelitian Øien-Ødegaard, Hauge, dan Reneflot (2021) menyatakan semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang, semakin kecil kemungkinannya untuk melakukan bunuh diri. Maka dari itu, variabel kelima dan keenam pada penelitian ini adalah angka psikiater dan persentase penduduk pernah terdaftar pendidikan tingkat atas.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variabel-variabel yang memengaruhi tingkat kematian akibat bunuh diri di Benua Asia dan Eropa menggunakan model regresi linear, pengelompokan dengan menggunakan metode Ward, dan pemetaan dengan menggunakan Biplot. Dalam model regresi linear, peneliti akan mempelajari efek yang diberikan masing-masing variabel penjelas terhadap tingkat kematian akibat bunuh diri secara keseluruhan. Dalam metode Ward dan Biplot, peneliti akan mempelajari efek variabel-variabel penjelas terhadap tingkat kematian akibat bunuh diri ketika negara pengamatan memiliki karakteristik variabel yang serupa.

METODOLOGI

Bahan dan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari *website World Health Organization* (WHO), *International Monetary Fund* (IMF), dan *United Nations Educational*,

Scientific, and Cultural Organization (UNESCO). Data yang diambil adalah angka bunuh diri, persentase penduduk tanpa agama, jumlah konsumsi alkohol, GDP per kapita, persentase pengangguran, angka psikiater, dan persentase penduduk pernah sekolah tingkat tinggi. Data terdiri dari 46 negara di Benua Asia dan 44 negara di Benua Eropa. Variabel penelitian dijelaskan pada TABEL 1 berikut:

TABEL 1. Deskripsi Variabel Penelitian

Variabel	Deskripsi	Satuan
<i>bundir</i>	Banyaknya kasus bunuh diri yang terjadi pada suatu negara	Per 100,000 penduduk
<i>agm</i>	Banyaknya penduduk suatu negara yang tidak memiliki atau menganut agama apapun	%
<i>alk</i>	Banyaknya alkohol yang dikonsumsi setiap penduduk suatu negara dalam periode satu tahun	Liter
<i>gdp</i>	Besar rata-rata pemasukan setiap penduduk suatu negara dalam satu tahun	1,000 dolar Amerika
<i>pgr</i>	Banyaknya penduduk suatu negara yang tidak memiliki pekerjaan tetapi aktif mencari pekerjaan	%
<i>psi</i>	Banyaknya tenaga medis psikiater pada suatu negara	Per 100,000 penduduk
<i>sek</i>	Banyaknya penduduk suatu negara yang pernah terdaftar pendidikan tingkat atas dalam kurun waktu 5 tahun setelah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah	%

Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis regresi linear berganda, pengelompokan menggunakan metode Ward, dan pemetaan menggunakan metode Biplot.

Regresi Linear Berganda

Berdasarkan Rencher (2012), prosedur untuk melakukan regresi linear berganda dengan n pengamatan dan k variabel independen adalah:

1. Membuat model regresi

Definisikan vektor \mathbf{y} sebagai vektor berukuran $n \times 1$ berisi y (variabel dependen) dan matriks \mathbf{X} adalah matriks berukuran $n \times (k + 1)$ dengan kolom pertama bernilai 1 dan kolom ke-2 hingga ke- k berisi x (variabel independen). Model regresi linier berganda memiliki bentuk umum

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}. \tag{1}$$

Parameter $\boldsymbol{\beta}$ diestimasi menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) dengan fungsi *least square* dinyatakan sebagai

$$\begin{aligned} S(\boldsymbol{\beta}) &= \boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon} \\ &= (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} - \mathbf{y}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - 2\boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}. \end{aligned} \tag{2}$$

Persamaan (2) minimum ketika

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial S(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}} \right|_{\hat{\boldsymbol{\beta}}} &= 0 \\ -2\mathbf{X}'\mathbf{y} + 2\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} &= 0 \\ \mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} &= \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y}. \end{aligned} \tag{3}$$

Dengan demikian, digunakan persamaan (3) untuk menaksir nilai $\boldsymbol{\beta}$.

2. Memeriksa kelayakan model

a. Uji serentak

Hipotesis untuk uji serentak adalah

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

H_1 : tidak demikian (setidaknya terdapat satu $\beta_k \neq 0$).

Rumus untuk menghitung nilai F adalah

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{k} \bigg/ \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - k - 1} \tag{4}$$

dengan:

y_i : nilai variabel dependen ke- i ,

\bar{y} : nilai rata-rata variabel dependen,

\hat{y}_i : nilai taksiran variabel dependen ke- i .

Jika nilai F lebih besar dari $F_{tabel(\alpha, k, n-k-1)}$ atau nilai p-value lebih kecil dari α , maka H_0 ditolak.

b. Uji partial

Hipotesis untuk uji partial adalah

$$H_0: \beta_p = 0 \quad (p = 1, 2, \dots, k)$$

H_1 : tidak demikian (tidak semua parameter bernilai 0).

Rumus untuk menghitung nilai t adalah

$$t_p = \frac{\hat{\beta}_p}{SE(\hat{\beta}_p)} \tag{5}$$

dengan:

$\hat{\beta}_p$: nilai taksiran untuk koefisien β_p , ($p = 1, 2, \dots, k$),

$SE(\hat{\beta}_p)$: standar deviasi dari $\hat{\beta}_p$.

Jika nilai t lebih besar dari $t_{tabel(\alpha/2, n-k-1)}$ atau nilai p-value lebih kecil dari α , maka H_0 ditolak.

3. Memeriksa asumsi model

Terdapat 4 asumsi yang harus dipenuhi dalam model regresi linear berganda.

a. Asumsi normalitas

Digunakan uji *Shapiro-Wilk* untuk memeriksa normalitas residual. Hipotesis uji adalah

H_0 : residual model berdistribusi normal

H_1 : tidak demikian.

Rumus untuk uji *Shapiro-Wilk* adalah

$$W = \frac{1}{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2} \left[\sum_{i=1}^n a_i \varepsilon^{(i)} \right]^2 \tag{6}$$

dengan:

a_i : koefisien uji *Shapiro-Wilk*,

ε_i : residual pengamatan ke- i ,

$\bar{\varepsilon}$: nilai rata-rata residual,

$\varepsilon^{(i)}$: residual terkecil urutan ke- i .

Jika nilai p-value lebih kecil dari α , maka H_0 ditolak (Shapiro & Wilk, 1965).

b. Asumsi autokorelasi

Digunakan uji *Durbin-Watson* untuk menguji autokorelasi residual. Hipotesis uji adalah

H_0 : tidak terdapat autokorelasi pada residual model

H_1 : tidak demikian.

Rumus untuk uji *Durbin-Watson* adalah

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \tag{7}$$

Jika nilai p-value lebih kecil dari α , maka H_0 ditolak (White, 1992).

c. Asumsi homoskedastisitas

Digunakan uji *Breusch-Pagan* untuk menguji homoskedastisitas residual. Hipotesis uji adalah H_0 : variansi residual bersifat seragam (terjadi homoskedastisitas)
 H_1 : tidak demikian.

Rumus untuk uji *Breusch-Pagan* adalah

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) \mathbf{f}'\mathbf{Z}(\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{f} \tag{8}$$

dengan:

\mathbf{f} : vektor berukuran $n \times 1$ dengan elemen $f_i = \frac{\varepsilon_i^2}{\sigma^2}, i = 1, \dots, n$,

\mathbf{Z} : matriks \mathbf{X} yang telah distandardisasi,

Jika nilai p-value lebih kecil dari α , maka H_0 ditolak (Breusch & Pagan, 1979).

d. Asumsi multikolinearitas

Digunakan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) untuk mengetahui apakah terjadi multikolinearitas antar variabel independen. Rumus untuk menghitung VIF adalah

$$VIF_p = \frac{1}{(1 - R_p^2)} \tag{9}$$

dengan:

R_p^2 : koefisien determinasi dari model regresi dengan variabel dependen x_p dan variabel independen lainnya sebagai prediktor, $p = 1, 2, \dots, k$.

Variabel mengalami multikolinearitas bila VIF lebih dari 10 (Montgomery *et al.*, 2012).

Transformasi variabel sering digunakan untuk mengatasi terlanggarnya asumsi regresi linear. Transformasi yang umum dilakukan adalah transformasi logaritma natural. Pada transformasi logaritma natural, variabel berubah ke dalam bentuk $y' = \ln(y)$ di mana y' melambangkan hasil transformasi. Karena nilai dari $\ln(0)$ tidak dapat didefinisikan (*undefined*), jika variabel mengandung nilai 0, bentuk transformasi logaritma natural berubah menjadi $y' = \ln(y + 1)$ (Wooldrige, 2012).

Metode Ward

Terdapat dua asumsi yang harus dipenuhi sebelum melakukan pengelompokan, yaitu sampel mewakili populasi dan tidak terjadi multikolinearitas antar variabel. Metode Ward didasari oleh meminimumkan nilai *Sum of Square* (SSE) penggabungan dua kelompok. Prosuder untuk melakukan pengelompokan metode Ward dengan data dengan n pengamatan dan m variabel adalah:

1. Standardisasi data

Rumus standardisasi untuk data dengan n pengamatan dan m variabel adalah

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \tag{10}$$

dengan:

z_{ij} : hasil standardisasi objek ke- i variabel ke- j , $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, m$,

x_{ij} : objek objek ke- i variabel ke- j ,

\bar{x}_j : rata-rata variabel ke- j ,

s_j : standar deviasi variabel ke- j (Walpole *et al.*, 2016).

2. Melakukan pengelompokan

Misal data suatu objek dituliskan bentuk vektor \mathbf{y} . Rumus jarak *Euclidean* antar dua vektor adalah

$$d(\mathbf{y}_i, \mathbf{y}_l) = \sqrt{(\mathbf{y}_i - \mathbf{y}_l)'(\mathbf{y}_i - \mathbf{y}_l)} \tag{11}$$

dengan:

$d(\mathbf{y}_i, \mathbf{y}_l)$: jarak *euclidean* antara vektor i dengan l ,

$\mathbf{y}_i, \mathbf{y}_l$: vektor objek ke- i dan ke- l .

Didefinisikan vektor \mathbf{x} berukuran (banyak anggota kelompok $\times 1$) berisi objek anggota kelompok. Kelompok AB merupakan kelompok hasil penggabungan kelompok A dan B. Menurut Rencher (2012), rumus untuk meminimumkan nilai SSE adalah

$$I_{AB} = \frac{n_A n_B}{n_A + n_B} (\bar{\mathbf{x}}_A - \bar{\mathbf{x}}_B)' (\bar{\mathbf{x}}_A - \bar{\mathbf{x}}_B) \tag{12}$$

Jika kelompok A dan B hanya memiliki anggota \mathbf{y}_i dan \mathbf{y}_l , maka I_{AB} menjadi

$$I_{il} = \frac{1}{2} (\mathbf{y}_i - \mathbf{y}_l)' (\mathbf{y}_i - \mathbf{y}_l) = \frac{1}{2} d^2(\mathbf{y}_i, \mathbf{y}_l) \tag{13}$$

Langkah pengelompokan menggunakan metode Ward adalah (Rencher, 2012):

- a. Membuat sebanyak n kelompok dengan setiap kelompok beranggotakan satu objek.
 - b. Menghitung nilai I antar dua kelompok untuk setiap kemungkinan pasangan kelompok.
 - c. Menggabungkan dua kelompok yang menghasilkan nilai I terkecil.
 - d. Ulangi langkah 2 dan 3 hingga menghasilkan 1 kelompok dengan n anggota.
3. Menentukan jumlah kelompok
 Penentuan jumlah kelompok dilakukan dengan melihat rata-rata nilai *Silhouette*. Rumus untuk menghitung nilai *Silhouette* adalah

$$d(\mathbf{y}_i) = \frac{b(\mathbf{y}_i) - a(\mathbf{y}_i)}{\max\{a(\mathbf{y}_i), b(\mathbf{y}_i)\}} \tag{14}$$

dengan:

$d(\mathbf{y}_i)$: nilai *Silhouette* untuk \mathbf{y}_i ,

$a(\mathbf{y}_i)$: nilai rata-rata jarak \mathbf{y}_i terhadap seluruh objek anggota kelompok A,

$b(\mathbf{y}_i)$: nilai rata-rata jarak \mathbf{y}_i terhadap seluruh objek anggota kelompok selain A,

Nilai $s(\mathbf{y}_i)$ akan berada pada interval -1 hingga 1. Jika nilai $s(\mathbf{y}_i)$ mendekati 1, \mathbf{y}_i telah dikelompokkan dengan baik. Jika nilai $s(\mathbf{y}_i)$ mendekati 0, \mathbf{y}_i berada di tengah-tengah kedua kelompok. Jika nilai $s(\mathbf{y}_i)$ mendekati -1, \mathbf{y}_i tidak dikelompokkan dengan baik dan akan lebih cocok untuk menjadi anggota kelompok lain (Rousseeuw, 1987).

Metode Biplot

Berdasarkan Rencher (2012), analisis Biplot dimulai dengan menyimpan data pada matriks \mathbf{X} berukuran $n \times m$. *Singular Value Decomposition* (SVD) matriks \mathbf{X} adalah

$$\mathbf{X} = \mathbf{U}\mathbf{L}\mathbf{A}' \tag{15}$$

dengan:

\mathbf{U} : matriks dengan kolom ortogonal berukuran $n \times r$,

\mathbf{A} : matriks dengan kolom ortogonal berukuran $m \times r$,

\mathbf{L} : matriks diagonal berukuran $r \times r$,

r : rank matriks \mathbf{X} .

Unsur diagonal matriks \mathbf{L} berisi akar kuadrat nilai eigen $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ dengan $\sqrt{\lambda_1} \geq \sqrt{\lambda_2} \geq \dots \geq \sqrt{\lambda_r}$. Kolom pada matriks \mathbf{A} merupakan vektor eigen matriks $\mathbf{X}'\mathbf{X}$.

Didefinisikan matriks $\mathbf{G} = \mathbf{U}\mathbf{L}^\alpha$ dan $\mathbf{H}' = \mathbf{L}^{1-\alpha}\mathbf{A}'$ dengan $0 \leq \alpha \leq 1$. SVD matriks \mathbf{X} dapat ditulis menjadi $\mathbf{X} = \mathbf{U}\mathbf{L}^\alpha\mathbf{L}^{1-\alpha}\mathbf{A}' = \mathbf{G}\mathbf{H}'$. Jika $\alpha = 0$, maka $\mathbf{G} = \mathbf{U}\mathbf{L}^0 = \mathbf{U}$ dan $\mathbf{H}' = \mathbf{L}^{1-0}\mathbf{A}' = \mathbf{L}\mathbf{A}'$. Dua kolom pertama matriks \mathbf{X} digunakan sebagai koordinat objek. Sedangkan dua baris pertama matriks \mathbf{H}' digunakan sebagai koordinat variabel. Digunakan rumus

$$\rho^2 = \frac{(\lambda_1 + \lambda_2)}{\sum_{i=1}^r \lambda_i} \tag{16}$$

untuk mengetahui seberapa besar keragaman data yang ditampilkan oleh Biplot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Regresi Linear Berganda

Pada penelitian ini, digunakan variabel *bundir* sebagai variabel dependen dan 6 variabel independen yang digunakan meliputi *agm*, *alk*, *gdp*, *pgr*, *psi*, dan *sek*. Model yang diajukan adalah

$$bundir_i = \beta_0 + \beta_1 agm_i + \beta_2 alk_i + \beta_3 gdp_i + \beta_4 pgr_i + \beta_5 psi_i + \beta_6 sek_i + \varepsilon_i$$

TABEL 2. Hasil Estimasi Parameter dan Uji Asumsi

Variabel	Estimasi	t-value	p-value	VIF
(intercept)	4,37094	3,235	0,00178	
<i>agm</i>	0,06608	2,049	0,04374	1,382
<i>alk</i>	0,42686	2,839	0,00575	2,027
<i>gdp</i>	-0,06657	-2,146	0,03494	2,189
<i>pgr</i>	-0,19438	-1,554	0,12418	1,187
<i>psi</i>	0,14284	1,605	0,11248	2,781
<i>sek</i>	0,06142	2,410	0,01830	1,817
<i>F-statistics</i>	12,45		7,998e-10	
<i>Adjusted R-Squared</i>	0,447			
<i>Shapiro-Wilk</i>	0,959		0,00814	
<i>Durbin-Watson</i>	2,078		0,734	
<i>Breusch-Pagan</i>	14,654		0,02313	

Berdasarkan TABEL 2, *p-value* uji F $7,998e^{-10} < 0,05$, sehingga setidaknya terdapat satu variabel independen yang signifikan. Variabel *pgr* dan *psi* didapati tidak signifikan pada $\alpha = 0,05$. Karena keenam nilai VIF kurang dari 10, maka tidak terjadi multikolinearitas. Berdasarkan uji *Shapiro-Wilk*, *Durbin-Watson*, dan *Breusch-Pagan*, didapati residual model tidak berdistribusi normal (*p-value* = $0,00814 < 0,05$), tidak berautokorelasi (*p-value* = $0,734 > 0,05$), dan memiliki variansi yang tidak seragam (*p-value* = $0,02313 < 0,05$).

Karena asumsi normalitas dan homoskedastisitas tidak terpenuhi, dilakukan transformasi logaritma natural variabel *bundir*, *gdp*, dan *psi*. Model yang diajukan menjadi

$$\ln(bundir_i) = \beta_0 + \beta_1 agm_i + \beta_2 alk_i + \beta_3 \ln(gdp_i) + \beta_4 pgr_i + \beta_5 \ln(psi_i) + \beta_6 sek_i + \varepsilon_i$$

TABEL 3. Hasil Estimasi Parameter dan Uji Asumsi Setelah Transformasi Variabel

Variabel	Estimasi	t-value	p-value	VIF
(intercept)	1,898429	0,187804	6,8e-16	
<i>agm</i>	0,007596	0,003283	0,02327	1,388
<i>alk</i>	0,041830	0,017072	0,01649	2,531
$\ln(gdp)$	-0,173777	0,064509	0,00862	2,949
<i>pgr</i>	-0,035463	0,013172	0,00866	1,275
$\ln(psi)$	0,199532	0,062291	0,00196	4,257
<i>sek</i>	0,003829	0,002954	0,19865	2,362
<i>F-statistics</i>	17,42		9,838e-13	
<i>Adjusted R-Squared</i>	0,5368			
<i>Shapiro-Wilk</i>	0,99234		0,9004	
<i>Durbin-Watson</i>	2,14		0,510	
<i>Breusch-Pagan</i>	7,5428		0,2735	

Berdasarkan TABEL 3, *p-value* uji F $9,838e^{-13} < 0,05$, sehingga setidaknya terdapat satu variabel independen yang signifikan. Variabel *sek* didapati tidak signifikan pada $\alpha = 0,05$. Karena keenam nilai VIF kurang dari 10, maka tidak terjadi multikolinearitas. Berdasarkan uji *Shapiro-Wilk*, *Durbin-Watson*, dan *Breusch-Pagan*, didapati residual berdistribusi normal (*p-value* = $0,9004 < 0,05$), tidak berautokorelasi (*p-value* = $0,510 > 0,05$), dan memiliki variansi yang tidak seragam (*p-value* = $0,2735 < 0,05$). Dengan demikian, asumsi terpenuhi. Didapati model akhir sebagai

$$\ln(\widehat{bundir}_i) = 1,9 + 0,0076 agm_i + 0,042 alk_i - 0,174 \ln(gdp_i) - 0,035 pgr_i + 0,199 \ln(psi_i) + 0,004 sek_i$$

Model dapat ditulis dalam bentuk

$$\widehat{bundir}_i = \exp(1,9 + 0,0076agm_i + 0,042alk_i - 0,035pgr_i + 0,004sek_i) \times (gdp_i)^{-0,174} \times (psi_i)^{0,199}$$

Untuk setiap kenaikan 1 satuan variabel *agm*, bila variabel lainnya tetap, variabel *bundir* akan meningkat sejumlah 0,76%. Untuk setiap kenaikan 1 satuan variabel *alk*, bila variabel lainnya tetap, variabel *bundir* akan meningkat sejumlah 4,2%. Untuk setiap kenaikan variabel *sek*, bila variabel lainnya tetap, variabel *bundir* akan meningkat sejumlah 0,4%. Untuk setiap kenaikan variabel *psi* sejumlah 1%, bila variabel lainnya tetap, variabel *bundir* akan meningkat sejumlah 0,19%. Untuk setiap kenaikan variabel *gdp* sejumlah 1%, bila variabel lainnya tetap, variabel *bundir* akan menurun sejumlah 0,17%. Untuk setiap kenaikan 1 satuan variabel *pgr*, bila variabel lainnya tetap, variabel *bundir* akan menurun sejumlah 3,6%.

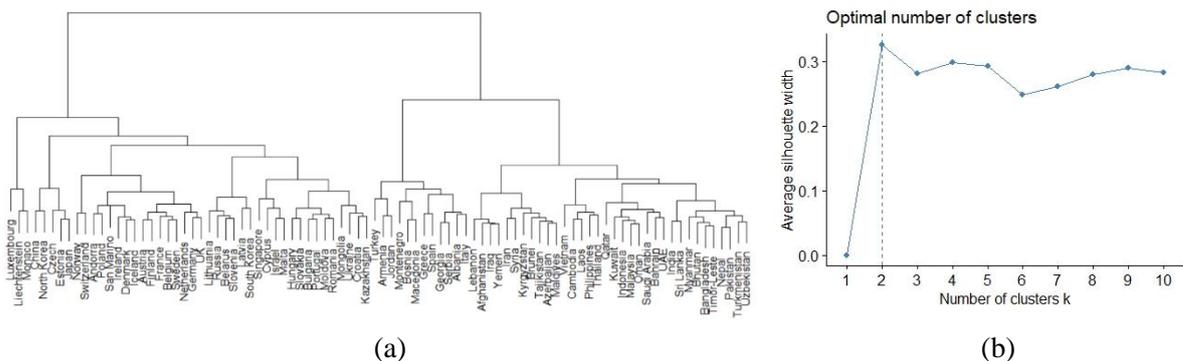
Hasil Pengelompokan dan Biplot

Karena sampel penelitian seluruh negara di Benua Asia dan Eropa, sampel penelitian telah mewakili populasi secara keseluruhan.

TABEL 4. Nilai VIF Masing-Masing Variabel

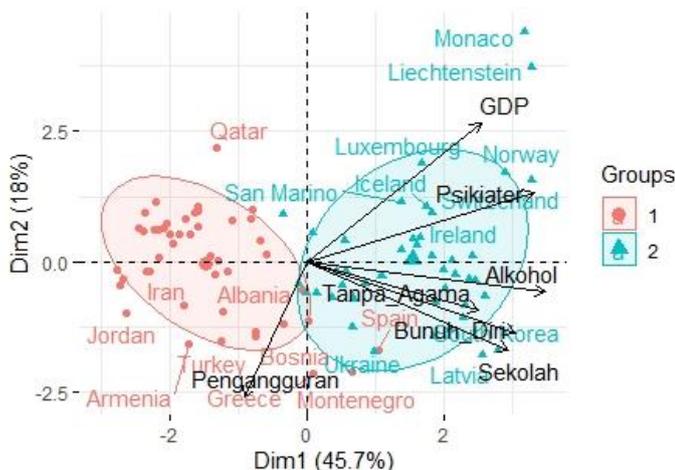
Variabel	R ²	VIF
<i>bundir</i>	0,4860	1,946
<i>agm</i>	0,3132	1,456
<i>akl</i>	0,5524	2,234
<i>gdp</i>	0,5683	2,316
<i>pgr</i>	0,1827	1,224
<i>psi</i>	0,6518	2,872
<i>sek</i>	0,4874	1,951

Berdasarkan TABEL 4, terlihat nilai VIF seluruh variabel lebih kecil dari 10. Dengan demikian, disimpulkan kedua asumsi pengelompokan telah terpenuhi.



GAMBAR 1. Hasil (a) Dendrogram Metode Ward; (b) Rata-Rata Nilai *Silhouette*

Berdasarkan hasil pengelompokan pada GAMBAR 1(a), dihitung nilai rata-rata *Silhouette* setiap kelompok. Berdasarkan GAMBAR 1(b), terbentuk dua kelompok dari data dengan rata-rata *Silhouette* tertinggi pada nilai 0,32. Kelompok 1 memiliki anggota sebanyak 46 negara dan kelompok 2 memiliki anggota sebanyak 44 negara.



GAMBAR 2. Hasil Pemetaan Metode Biplot

Berdasarkan GAMBAR 2, didapati keragaman data yang diterangkan Biplot adalah sebesar 63,7%. Artinya, metode Biplot menjelaskan dengan cukup baik hubungan antara negara-negara dalam penelitian ini (di Benua Asia dan Eropa) dengan angka bunuh diri dan enam variabel penjelasnya.

Pembahasan

Berdasarkan model regresi linear, variabel persentase penduduk tanpa agama, jumlah konsumsi alkohol, dan angka psikiater memiliki hubungan yang positif dengan angka bunuh diri. Variabel GDP per kapita dan persentase pengangguran memiliki hubungan yang negatif dengan angka bunuh diri. Variabel persentase penduduk pernah sekolah tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel angka bunuh diri.

Berdasarkan hasil pengelompokan, terbentuk dua kelompok negara. Kelompok 1 memiliki anggota sebanyak 46 negara dengan rincian 38 negara berada di Benua Asia dan 8 negara berada di Benua Eropa. Kelompok 2 memiliki anggota sebanyak 44 negara dengan rincian 8 negara berada di Benua Asia dan 36 negara berada di Benua Eropa.

Berdasarkan hasil pemetaan dapat diketahui karakteristik variabel setiap kelompok. Kelompok 1 berada pada posisi yang cenderung berdekatan dengan variabel persentase pengangguran dan berjauhan dengan variabel angka bunuh diri, persentase penduduk tanpa agama, jumlah konsumsi alkohol, GDP per kapita, angka psikiater, dan persentase penduduk pernah sekolah. Oleh karena itu, 46 negara dalam kelompok ini memiliki angka bunuh diri yang rendah, tidak memiliki psikiater dalam jumlah banyak, banyak penduduk yang tidak memiliki pekerjaan, masyarakat cenderung menganut suatu agama, tidak pernah mendapat pendidikan pada tingkat atas, berpendapatan dan mengkonsumsi alkohol dalam jumlah yang rendah.

Kelompok 2 berada pada posisi yang cenderung dekat dengan variabel angka bunuh diri, persentase penduduk tanpa agama, jumlah konsumsi alkohol, GDP per kapita, angka psikiater, dan persentase penduduk pernah sekolah, serta berjauhan dengan variabel persentase pengangguran. Artinya, 44 negara dalam kelompok ini memiliki kasus bunuh diri yang tinggi, memiliki banyak psikiater, mayoritas penduduk memiliki pekerjaan, pernah mendapat pendidikan pada tingkat atas, masyarakat cukup banyak yang tidak menganut agama apapun, berpendapatan dan mengkonsumsi alkohol dalam jumlah yang tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan persentase penduduk tanpa agama, jumlah konsumsi alkohol, GDP per kapita, persentase pengangguran, dan angka psikiater memiliki pengaruh yang signifikan terhadap angka bunuh diri. Terbentuk dua kelompok negara berdasarkan angka bunuh diri dan variabel penjelasnya. Kelompok 1 cenderung memiliki nilai variabel persentase pengangguran yang

tinggi dan memiliki nilai variabel angka bunuh diri, persentase penduduk tanpa agama, jumlah konsumsi alkohol, GDP per kapita, angka psikiater, dan persentase penduduk pernah sekolah yang rendah. Kelompok 2 cenderung memiliki variabel angka bunuh diri, persentase penduduk tanpa agama, jumlah konsumsi alkohol, GDP per kapita, angka psikiater, dan persentase penduduk pernah sekolah dengan nilai yang tinggi, serta variabel persentase pengangguran memiliki nilai yang rendah.

Berdasarkan hasil analisis, diharapkan pemerintah dapat mengambil kebijakan untuk mencegah kenaikan tingkat kematian akibat bunuh diri di Indonesia. Hal ini dapat dilakukan dengan memperkuat ajaran agama dan memperketat pengedaran minuman beralkohol. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambah jumlah negara, variabel independen lainnya, seperti tingkat perceraian, tingkat stress penduduk, hingga jumlah anak per keluarga, dan menggunakan satuan wilayah yang lebih kecil agar hasil analisis variabel dan pengelompokan lebih akurat dan optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Direktorat Riset dan Pengembangan Universitas Indonesia, melalui Program Hibah Publikasi Terindeks Internasional (PUTI) Q2 Tahun Anggaran 2022-2023 Nomor: NKB-668/UN2.RST/HKP.05.00/2022 sebagai luaran tambahan.

REFERENSI

- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47(5), 1287.
- Fountoulakis, K. N., et al. (2014). Relationship of suicide rates to economic variables in Europe: 2000–2011. *The British Journal of Psychiatry* (2014), 205, 486–496.
- International Monetary Fund. (2023). GDP per capita, current prices. Tersedia di: <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPDPC@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD>. (Diakses: 5 Maret 2023).
- Jagodič, H. K., et al. (2013). Availability of mental health service providers and suicide rates in Slovenia: a nationwide ecological study. *Croat Med J* (2013), 54:444-52.
- Kepolisian Negara Republik Indonesia. (2023). Kasus Penemuan Mayat dan Bunuh Diri Meningkat di 2023. Tersedia di: https://pusiknas.polri.go.id/detail_artikel/kasus_penemuan_mayat_dan_bunuh_diri_meningkat_di_2023 (Diakses: 16 Juli 2023).
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). Pengertian Kesehatan Mental. Tersedia di: <https://promkes.kemkes.go.id/pengertian-kesehatan-mental> (Diakses: 5 Mei 2023).
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to Linear Regression Analysis* (Vol. 821). John Wiley & Sons.
- Øien-Ødegaard, C., Hauge, L. J., & Reneflot, A. (2021). Marital status, educational attainment, and suicide risk: a Norwegian register-based population study. *Population Health Metrics* (2021), 19:33.
- Rencher, A. C. (2012). *Methods of Multivariate Analysis* (Edisi 2). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 20 (1987), 53-65.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2022). Education. Tersedia di: http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCodeEDULIT_DS&popupcustomisetrue&langen (Diakses: 5 Maret 2023).
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. E. (2016). *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, Global Edition. England: Pearson Education Limited.
- White, K. J. (1992). The Durbin-Watson Test for Autocorrelation in Nonlinear Models. *The Review of Economics and Statistics*, 74(2), 370.
- World Health Organization. (2021). Suicide. Tersedia di: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/suicide> (Diakses: 5 Maret 2023).

- World Population Review. (2023). Least Religious Countries 2023. Tersedia di: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/least-religious-countries> (Diakses 7 Maret 2023).
- Wooldridge, J. M. (2012). *Introductory Econometrics a Modern Approach* (Edisi 5). Ohio: South-Western, Cengage Learning.
- Yunho, Y. (2019). Population-level alcohol consumption and suicide mortality rate in Korea: An application of multivariable spatial regression. *Geospatial Health* 2019; volume 14:746.