

## PENGARUH PERTUMBUHAN EKONOMI, POPULASI PENDUDUK KOTA, KETERBUKAAN PERDAGANGAN INTERNASIONAL TERHADAP EMISI KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>) DI NEGARA ASEAN

Retno Febriyastuti Widyawati <sup>\*)1)</sup>, Ermatry Hariani <sup>1)</sup>, Andi Lopa Ginting <sup>2)</sup>, Elisabeth Nainggolan <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Surabaya, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi, Universitas Terbuka, Jakarta, Indonesia

<sup>3)</sup> Program Studi Manajemen, STIE Eka Prasetya, Medan, Indonesia

<sup>\*)</sup> E-mail Penulis Korespondensi: [retnofebriyastutiwidyawati@uwks.ac.id](mailto:retnofebriyastutiwidyawati@uwks.ac.id)

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini menganalisis pengaruh pertumbuhan ekonomi, populasi penduduk kota (*urban population*), dan keterbukaan perdagangan internasional (*trade openness*) terhadap emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di Negara ASEAN. Penelitian ini menggunakan data panel mulai dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2014. Unit analisis yaitu Negara ASEAN: Brunei Darussalam, Indonesia, Kamboja, Laos, Myanmar, Malaysia, Philippines, Singapore, Thailand, dan Vietnam. Teknik analisis data menggunakan regresi linier data panel, dengan bantuan *software* Eviews-9. Hasil penelitian menunjukkan, variabel pertumbuhan ekonomi dan keterbukaan perdagangan internasional masing-masing mempunyai pengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida, sedangkan variabel populasi penduduk kota berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida di Negara ASEAN tahun 2000-2014. Variabel-variabel dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai upaya dalam mengurangi emisi karbon dioksida di Negara ASEAN dengan memperhatikan kebijakan pembangunan berkelanjutan ramah lingkungan, penekanan angka kelahiran untuk menekan jumlah penduduk kota, dan berspesialisasi keunggulan komparatif dalam menghasilkan produk negara.

**Kata Kunci:** Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>); Pertumbuhan Ekonomi; Populasi Penduduk Kota; Keterbukaan Perdagangan Internasional; ASEAN.

### PENDAHULUAN

Isu lingkungan yang serius di dunia adalah pemanasan global (*global warming*). Dampak pemanasan global yaitu terjadinya pergeseran musim dan cuaca yang ekstrim di belahan dunia. Hal ini dikarenakan terjadi peningkatan Gas Rumah Kaca (GRK), meliputi "gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), nitro oksida (N<sub>2</sub>O), dan tiga kategori gas-gas yang mengandung fluor (HFCs, PFCs dan SF<sub>6</sub>)". Enam komponen tersebut, gas karbon dioksida menyumbang kontribusi paling tinggi 75% (Sukardi, 2012). Karakaya dan Ozcag (2005) mengatakan disaat komponen gas lain dalam GRK menurun, emisi dari gas karbon dioksida meningkat. Sumber emisi CO<sub>2</sub> tersebut berasal dari kegiatan manusia sebesar 80%, sisanya 20% dari deforestasi dan degradasi hutan (Sukardi, 2012).

ASEAN memberikan kontribusi pertumbuhan emisi CO<sub>2</sub> pada tahun 2030 (OECD, 2011). Maka dari itu, partisipasi aktif anggota ASEAN dalam menurunkan emisi CO<sub>2</sub> sangat diperlukan sehingga dapat mengendalikan pemanasan global yang terjadi saat ini. Faktor pendorong emisi CO<sub>2</sub>, Dietz dan Rosa (1997) menjelaskan bahwa faktor-faktor

antropogenik, seperti “(1) jumlah penduduk; (2) aktivitas ekonomi; (3) kemajuan teknologi; (4) politik dan lembaga ekonomi; (5) sikap dan keyakinan”. Suparmoko (1997) menyatakan semakin meningkatnya jumlah penduduk, maka menyebabkan peningkatan permintaan terhadap barang dan jasa. Akibatnya, SDA semakin menipis dan peningkatan pencemaran lingkungan semakin meningkat. Hal ini akan menyebabkan Gas Rumah Kaca (GRK) menipis. Faktor kedua, yaitu aktivitas ekonomi yang dilihat dari pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi mengukur pertumbuhan suatu negara dalam menghasilkan barang dan jasa. Variabel lain yang berpengaruh terhadap emisi CO<sub>2</sub> adalah keterbukaan perdagangan internasional (*trade openness*).

Penelitian Akram (2012) menganalisis dampak perubahan iklim terhadap pertumbuhan ekonomi Negara Asia, 1972 – 2009. Penelitiannya menggunakan data panel dari tahun 1972-2009. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh negatif terhadap emisi karbon dioksida; pertumbuhan populasi dan urbanisasi merangsang emisi karbon dioksida; dan pertanian adalah sektor rentan pada perubahan iklim, sedangkan sektor manufaktur adalah sektor yang paling tidak terpengaruh terhadap pertumbuhan iklim.

Kasman dan Duman (2015) menyelidiki hubungan sebab akibat konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi, keterbukaan perdagangan, dan urbanisasi terhadap emisi karbon dioksida di negara UE tahun 1992 – 2010. Hasil penelitian menunjukkan terdapat kausalitas panel searah jangka pendek yang berjalan dari konsumsi energi, keterbukaan perdagangan internasional, urbanisasi terhadap emisi karbon dioksida. Lebih lanjut, Sun *et al.* (2019) menyelidiki perdagangan dan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan mengintegrasikan pertumbuhan ekonomi dan penggunaan energi sebagai penentu potensi utama di 49 negara dengan emisi tinggi di Wilayah Belt dan Road tahun 1991 – 2014. Metode penelitian yaitu metode *Vector Error Correction Model* (VECM) dan U-Kuznet. Periode waktu 1991 – 2014 di 49 Negara yang diklasifikasikan berdasarkan pendapatan tinggi, pendapatan menengah, dan pendapatan rendah. Hasil VECM menunjukkan efek kausal jangka panjang antara keterbukaan perdagangan, pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi terhadap emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di Belt dan Road tahun 1991 – 2014. Hasil Kurva Kuznet Lingkungan menunjukkan hubungan bentuk U terbalik antara perdagangan dan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Beberapa hasil penelitian tersebut terdapat hasil penelitian yang berbeda (*research gap*). Perbedaan dengan penelitian sebelumnya yaitu, terdapat debat teori, dimana hasil penelitian Akram (2012) menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh negatif terhadap emisi karbon dioksida, sedangkan hasil penelitian Shahbaz *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh positif terhadap emisi gas karbon dioksida. Selain perbedaan teori, yang membedakan penelitian ini dengan penelitian lainnya yaitu tahun yang digunakan tahun 2000 – 2014 dengan unit analisis Negara ASEAN. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh pertumbuhan ekonomi, populasi penduduk kota (*urban population*), dan keterbukaan perdagangan internasional (*trade openness*) terhadap emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di Negara ASEAN.

## METODE

Penelitian ini menggunakan data panel mulai dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2014. Peneliti mempunyai keterbatasan data yang diperoleh dari *World Bank* sehingga hanya berakhir sampai tahun 2014. Unit analisis adalah Negara ASEAN: Brunei Darussalam, Indonesia, Kamboja, Laos, Myanmar, Malaysia, Philippines, Singapore, Thailand, dan Vietnam. Jumlah observasi penelitian yaitu sebanyak 140 observasi (10 Negara ASEAN dengan 14 tahun penelitian).

Data yang digunakan adalah data sekunder *World Development Indicator World Bank*. Variabel Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) sebagai variabel dependen, sedangkan variabel pertumbuhan ekonomi, populasi penduduk kota, dan keterbukaan perdagangan

internasional sebagai variabel independen. Definisi operasional variabel dijelaskan dalam Tabel 1:

**Tabel 1.** Definisi Operasional Variabel

Variabel	Penjelasan	Alasan	Hipotesis	Satuan
Emisi Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )	Emisi dari pembakaran bahan bakar fosil dan pembuatan semen yang dihasilkan dari konsumsi padat, cair, dan bahan bakar gas serta pembakaran gas	Emisi karbon dioksida dapat dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi, populasi penduduk kota, dan keterbukaan perdagangan internasional	Semakin tinggi emisi karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ) maka semakin tinggi pertumbuhan ekonomi, populasi penduduk kota, dan keterbukaan perdagangan internasional.	Metric Ton per Kapita
Pertumbuhan ekonomi	Pertumbuhan ekonomi dilihat dari pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB riil)	Kondisi perekonomian yang baik dari suatu negara dapat dilihat dari pertumbuhan ekonomi yang tinggi.	Semakin tinggi pertumbuhan ekonomi maka semakin tinggi emisi karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ).	Persen
Populasi Penduduk Kota	Orang yang tinggal di daerah perkotaan	Populasi penduduk kota menyumbang peran penting dalam emisi karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	Semakin tinggi populasi penduduk kota maka semakin tinggi emisi karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ).	Jiwa
Keterbukaan perdagangan internasional	Rasio penjumlahan total ekspor ditambah dengan penjumlahan total impor barang dan jasa terhadap Produk Domestik Bruto (PDB riil)	Keterbukaan perdagangan internasional memainkan peran penting dalam menyumbangkan emisi karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	Semakin tinggi keterbukaan perdagangan internasional maka akan semakin tinggi jumlah emisi karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	Persen

Sumber: Diolah Penulis, 2021

Model penelitian ini dimodifikasi dari penelitian Akram (2012), sehingga persamaan penelitian ini yaitu:

$$CO_{2t} = \alpha_1 + \sum_{j=1}^k \beta_{1j} PE_{t-j} + \sum_{j=1}^k \beta_{2j} PPK_{t-j} + \sum_{j=1}^k \beta_{3j} KPI_{t-j} + \epsilon_t \quad (1)$$

Keterangan:

- CO<sub>2</sub> : Emisi karbon dioksida;
- PE : Pertumbuhan ekonomi;
- PPK : Populasi penduduk kota;
- KPI : Keterbukaan perdagangan internasional;
- α : Konstanta;
- t : Waktu;
- j : Negara;
- β : Koefisien variabel;
- ε : Error term.

Metode menggunakan analisis regresi linear berganda dengan data panel dan dianalisis dengan bantuan *software* Eviews-9. Tiga metode yang digunakan yaitu *Model*

*Pooled Least Square (PLS), Model Fixed Effect (FEM), Model Random Effect (REM)* (Gujarati dan Porter, 2009). Uji Chow untuk melihat model *common effect* atau *fixed effect* yang tepat untuk menentukan data panel, hipotesis uji chow sebagai berikut :

$H_0$  = model mengikuti *Common Effect Model*  
 $H_1$  = model mengikuti *Fixed Effect Model*

Keputusan dilihat dari *Cross-Section F*. Jika nilai *Cross-Section F*  $< (\alpha=0,05)$  maka  $H_0$  ditolak,  $H_1$  diterima dan model terpilih adalah *Fixed effect model*. Sedangkan jika Nilai *Cross-Section F*  $> (\alpha=0,05)$  maka  $H_0$  diterima  $H_1$  ditolak dan model terpilih adalah *Common effect model*. Agar memperoleh model yang paling tepat, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan Uji Hausman (Gujarati dan Porter, 2009).

Uji Hausman untuk memilih model estimasi *Fixed effect* atau *Random effect*. Hipotesis Uji Hasuman, yaitu:

$H_0$  = Model mengikuti *Random Effect Model*  
 $H_1$  = Model mengikuti *Fixed Effect Model*

Keputusan dilihat dari *Cross Section-F*. Jika nilai *Cross-section Random*  $< (\alpha=0,05)$  berarti  $H_0$  ditolak dan jenis model yang paling tepat digunakan ialah *Fixed Effect Model*. Sedangkan jika Nilai *Cross-section Random*  $> (\alpha=0,05)$  berarti  $H_0$  diterima dan model yang paling tepat digunakan adalah *Random effect model* (Gujarati dan Porter, 2009).

Selanjutnya, yaitu Uji Lagrange Pengujian statistik untuk menentukan model estimasi yang tepat *Random Effect Model* atau *Common Effect Model*. Hipotesisnya, yaitu:

$H_0$  = Model mengikuti *Common Effect Model*  
 $H_1$  = Model mengikuti *Random Effect Model*

Uji LM dilihat dari distribusi *chi square* dengan *degree of freedom* jumlah variabel independen. Jika nilai LM statistik lebih besar dari nilai kritis statistik *chi squares* maka menolak  $H_0$ , artinya model yang paling tepat digunakan *Random Effect*. Sebaliknya nilai LM statistik lebih kecil dari nilai statistik *chi square* sebagai nilai kritis, maka  $H_0$  diterima, yang artinya estimasi yang digunakan dalam regresi data panel metode *Common Effect*. (Gujarati dan Porter, 2009).

Setelah melakukan uji chow, uji hausman, dan uji LM, maka peneliti akan melakukan uji asumsi klasik dengan tujuan untuk memastikan bahwa persamaan regresi yang digunakan memiliki ketepatan dalam estimasi, tidak ada bias, dan konsisten. Uji asumsi klasik ini dilakukan karena penelitian ini menggunakan pendekatan OLS (*Ordinary Least Square*) atau metode kuadrat kecil.

Uji asumsi klasik penelitian ini mencakup: uji normalitas, uji multikolonieritas, uji heteroskedastisitas, dan uji autokorelasi. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui variabel independent dan variabel dependen terdistribusi secara normal. Uji kenormalitasan penelitian ini menggunakan *Jarque-Berra Test*. Keputusannya yaitu jika nilai JB hitung  $<$  nilai  $X_2$  tabel atau nilai probabilitas JB hitung  $>$  nilai probabilitas  $\alpha = 5\%$  (0.05) maka hipotesis yang menyatakan bahwa, residual,  $\mu$ , berdistribusi normal diterima. Namun sebaliknya jika nilai JB hitung  $>$  nilai  $X_2$  tabel atau nilai probabilitas JB hitung  $<$   $\alpha = 5\%$  (0.05) maka hipotesis yang menyatakan bahwa residual,  $\mu$ , berdistribusi normal ditolak.

Uji multikolonieritas bertujuan untuk mengetahui apakah persamaan model regresi yang digunakan peneliti mempunyai korelasi antar variabel independent dengan variabel dependennya. Uji ini dilakukan dengan cara melihat nilai/hasil korelasi parsial antar variabel independent. Jika nilai dari korelasi antar variabel  $> 0,8$  maka terdapat multikolonieritas, sebaliknya jika nilai korelasi antar variabel  $< 0,8$  maka tidak terdapat multikolonieritas.

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk mengetahui data yang digunakan oleh peneliti termasuk data yang memiliki penyimpangan atau tidak. Uji Heteroskedastisitas peneliti menggunakan *Breush-Pagan LM*. Hipotesis uji Breush-Pagan LM, yaitu jika nilai  $X^2$  hitung > nilai  $X^2$  tabel atau nilai probabilitas  $X^2$  hitung < nilai probabilitas  $\alpha = 5\%$  (0.05) maka hipotesis yang menyatakan bahwa tidak ada heteroskedastisitas ditolak. Namun sebaliknya jika nilai  $X^2$  hitung < nilai  $X^2$  tabel atau nilai probabilitas  $X^2$  hitung > nilai probabilitas  $\alpha = 5\%$  (0.05) maka hipotesis yang menyatakan bahwa tidak ada heteroskedastisitas ditolak.

Selanjutnya, peneliti melakukan pengujian statistik dengan menggunakan uji koefisien determinasi ( $R^2$ ), Uji t, dan Uji F. Uji Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) digunakan untuk mengukur kemampuan model yang sudah dibuat peneliti dalam menjelaskan variabel dependen. Jika  $R^2$  semakin kecil mendekati 0, maka dalam menjelaskan variasi variabel dependennya semakin lemah, namun jika nilai 1 maka dalam menjelaskan variasi variabel dependennya semakin baik.

Uji t berfungsi untuk melihat signifikansi atau tidaknya setiap masing-masing variabel independen/bebas terhadap variabel dependen/terikat secara parsial atau individu.  $H_0$  = variabel independen (X) secara parsial tidak berpengaruh signifikan/nyata terhadap variabel dependen (Y),  $H_1$  = variabel independen (X) secara parsial berpengaruh signifikan/nyata terhadap variabel dependen (Y). Keputusan diambil jika nilai t hitung < t tabel atau probabilitas t hitung >  $\alpha = 5\%$  (0.05) maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak, artinya variabel independen tidak berpengaruh signifikan/nyata terhadap variabel dependen. Namun sebaliknya, apabila nilai t hitung > t tabel atau probabilitas t hitung <  $\alpha = 5\%$  (0.05) maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, artinya variabel independen berpengaruh signifikan/nyata terhadap variabel dependen.

Uji F berfungsi untuk melihat signifikansi atau tidaknya variabel independen/bebas terhadap variabel dependen/terikat secara simultan atau bersama-sama.  $H_0$  = variabel independen (X) secara simultan tidak berpengaruh signifikan/nyata terhadap variabel dependen (Y),  $H_1$  = variabel independen (X) secara simultan berpengaruh signifikan/nyata terhadap variabel dependen (Y). Keputusan diambil jika nilai F hitung < F tabel atau probabilitas F hitung >  $\alpha = 5\%$  (0.05) maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak, artinya variabel independen (X) secara simultan tidak berpengaruh signifikan/nyata terhadap variabel dependen (Y). Namun sebaliknya, apabila nilai F hitung > F tabel atau probabilitas F hitung <  $\alpha = 5\%$  (0.05) maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, artinya variabel independen (X) secara simultan berpengaruh signifikan/nyata terhadap variabel dependen (Y).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Model data panel yaitu: “*Pooled Least Square (PLS), Model Fixed Effect (FEM), Model Random Effect (REM)*” (Gujarati dan Porter, 2009). Sebelum memilih model, peneliti melakukan uji Chow, Uji Hausman, dan Uji LM.

**Tabel 2.** Uji Chow

Hasil	Kriteria	Keterangan Hasil yang Dipilih
0.0000	Prob 0.0000 < $\alpha = 0.05$	Model terpilih adalah <i>Fixed Effect Model</i>

Sumber: Data diolah, 2021

Tabel 2, probabilitas uji chow yaitu 0.0000, hasil probabilitas tersebut lebih kecil dari  $\alpha = 0.05$ . Maka dapat disimpulkan  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Model terpilih yaitu *Fixed Effect Model*.

**Tabel 3.** Uji Hausman

Hasil	Kriteria	Keterangan Hasil yang Dipilih
0.4636	Prob 0.0000 > $\alpha = 0.05$	Model terpilih adalah <i>Random Effect Model</i>

Sumber: Data diolah, 2021

Tabel 3, probabilitas uji hausman yaitu 0.4636, hasil probabilitas tersebut lebih besar dari  $\alpha = 0.05$ . Maka dapat disimpulkan  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Model terpilih yaitu *Random Effect Model*.

**Tabel 4.** Uji Lagrange Multiplier

Hasil	Kriteria	Keterangan Hasil yang Dipilih
0.0000	Prob 0.0000 < $\alpha = 0.05$	Model terpilih adalah <i>Random Effect Model</i>

Sumber: Data diolah, 2021

Tabel 4, probabilitas uji lagrange multiplier yaitu 0.0000, dimana hasil probabilitas tersebut lebih kecil dari  $\alpha = 0.05$ . Maka dapat disimpulkan  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Model yang terpilih yaitu *Random Effect Model*.

**Tabel 5.** Hasil Regresi Linear Berganda (*Random Effect Model*)

Variabel	Koefisien	t-Statistic	Probabilitas	$\alpha$	Hasil
PE	-0.123554	-2.158809	0.0325	0.05	Signifikan
PPK	0.202180	5.693149	0.0000	0.05	Signifikan
KPI	-0.019688	-2.865025	0.0048	0.05	Signifikan

Sumber: Data diolah, 2021

Maka setelah diolah dengan menggunakan *software* Eviews 9, diperoleh persamaan 2 secara keseluruhan yaitu:

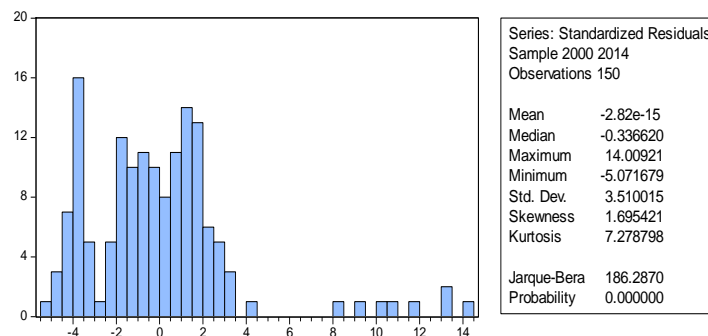
$$\begin{aligned}
 Y_i &= \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} \\
 &= -2.185 - 0.123554X_1 + 0.202180X_2 - 0.019688X_3
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa  $\beta_0$  atau C atau koefisien mempengaruhi gas emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebesar 2.185. Hasil  $\beta_1 X_{1it}$  atau variabel pertumbuhan ekonomi akan mempengaruhi gas emisi karbon dioksida sebesar -0.123554. Hasil  $\beta_2 X_{2it}$  atau variabel populasi penduduk kota akan mempengaruhi gas emisi karbon dioksida sebesar 0.202180. Pada  $\beta_3 X_{3it}$  atau variabel keterbukaan perdagangan internasional akan mempengaruhi gas emisi karbon dioksida sebesar -0.019688.

**Uji Asumsi Klasik**

**Uji Normalitas**

Gambar 1, uji normalitas, Jarque-Bera sebesar 186.2870 dengan nilai probabilitas 0.000000 <  $\alpha$  0.05 (lebih kecil dari 0.05) disimpulkan bahawa uji normalitas dengan menggunakan Jarque Berra data tidak terdistribusi normal. Akan tetapi, asumsi *Central Limit Theorem* yaitu jika data/observasi lebih dari 30 ( $n > 30$ ) maka data tersebut tetap dianggap normal (Gujarati, 2003). Maka data ini tetap berdistribusi normal.



**Gambar 1.** Uji Normalitas  
Sumber: Data diolah, 2021

Uji Multikolonieritas

**Tabel 6.** Uji Multikolonieritas

Variabel	PE	Urban	KPI
PE	1.000000	-0.401470	-0.149934
PPK	-0.401470	1.000000	0.716931
KPI	-0.149934	0.716931	1.000000

Sumber: Data diolah, 2021

Tabel 6, Uji Multikolinieritas menggunakan cara Korelasi Parsial antar variabel tidak ada angka lebih dari 0,8. Kesimpulan tidak terdapat multikolonieritas.

Uji Heteroskedastisitas

**Tabel 7.** Uji Heteroskedastisitas

Test	Statistic	Prob.
Breusch-Pagan LM	190.4742	0.0000
Pesaran scaled LM	14.28024	0.0000
Pesaran CD	4.512549	0.0000

Sumber: Data diolah, 2021

Tabel 7, Uji Heteroskedastisitas Breush-Pagan LM sebesar 0,0000, nilai tersebut kurang dari  $\alpha$  5% (0,05) maka terdapat gejala heterokesdastisitas. Untuk mengobatinya, peneliti menggunakan uji glejser.

**Tabel 8.** Uji Glejser

Variabel	Coefficient	t-Statistic	Prob.
C	0.998547	0,890238	0,3748
PE	-0.011237	-0,212275	0,8322
PPK	0,060848	2,659300	0,0087
KPI	-0,010905	-2,134534	0,1345

Sumber: Data diolah, 2021

Tabel 8, Variabel PE probabilitas sebesar  $0,8322 > \alpha = 0,05$ . Variabel populasi penduduk kota probabilitas sebesar  $0,0087 > \alpha = 0,05$ . Variabel keterbukaan perdagangan internasional mempunyai probabilitas  $0,1345 > \alpha = 0,05$ . Nilai probabilitasnya lebih dari  $\alpha = 0,05$ , maka tidak ada heterokesdastisitas.

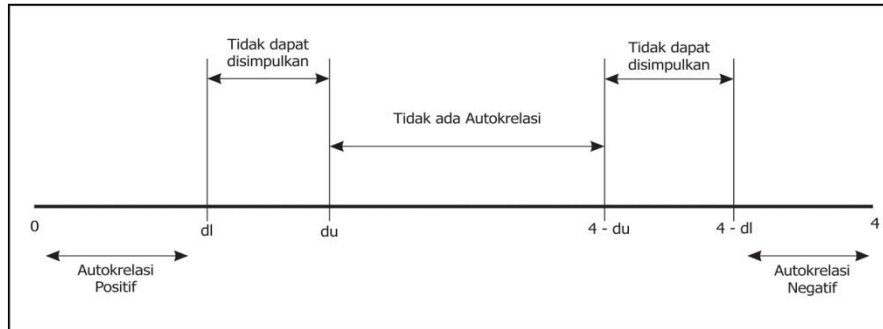
Uji Autokorelasi

**Tabel 9.** Uji Autokorelasi

D hitung	DW	Du	dL	4-Du	4-dL
Nilai	0.657140	1.7741	1.6926	4-1.7741 = 2.2259	4-1.6926 = 2.3071

Sumber: Data diolah, 2021

Tabel 9, hasil DW Hitung 0.657140, maka mencari dL dan dU. Dari tabel DW, dL diperoleh 1.6926, lalu dU sebesar 1.7741. Maka untuk  $4 - dL$  ( $4 - 1.6926$ ) diperoleh hasil 2.3071, untuk  $4 - dU$  ( $4 - 1.7741$ ) diperoleh hasil 2.2259. Batas-batas kritis autokorelasi:



**Gambar 2.** Gambar Hasil Autokorelasi  
 Sumber: Diolah, 2021

Hasil Gambar 2, menunjukkan bahwa DW hitung berada di daerah autokorelasi positif. Maka untuk mengastasi terjadinya autokorelasi, peneliti mengobatinya dengan metode *first difference*.

**Tabel 10.** Autokorelasi Metode *First Difference*

D hitung	DW	Du	dL	4-Du	4-dL
Nilai	2.196649	1.7741	1.6926	4-1.7741 = 2.2259	4-1.6926 = 2.3071

Sumber: Data diolah, 2021

Hasil gambar diatas, menunjukkan bahwa DW Hitung menggunakan metode *first difference* sebesar 2.196649, nilai DW ini berada di daerah tidak terdapat autokorelasi.

**Uji Hipotesis Statistik F dan Statistik t**

Uji Statistik F

**Tabel 11.** Uji Statistik F

F-Statistic	Prob. (F-Statistic)	Hasil
14,40129	0,000000	Signifikan

Sumber: Data diolah, 2021

Tabel 11, Statistik F sebesar 14,40129 dengan nilai probabilitas 0,000000 (kurang dari 0.05). Kesimpulannya, variabel bebas pertumbuhan ekonomi, populasi penduduk kota, dan keterbukaan perdagangan internasional berpengaruh simultan dan signifikan terhadap variabel terikat yaitu emisi gas karbon dioksida.

Uji Statistik t

**Tabel 12.** Uji Statistik t

Variabel	Koefisien	t-Statistic	Probabilitas	$\alpha$	Hasil
PE	-0,123554	-2,158809	0,0325	0,05	Signifikan
PPK	0,202180	5,693149	0,0000	0,05	Signifikan
KPI	-0,019688	-2,865025	0,0048	0,05	Signifikan

Sumber: Data diolah, 2021

1. Variabel pertumbuhan ekonomi  
 Probabilitas 0,0325, artinya lebih kecil dari tingkat signifikansi  $\alpha$  5% (0,05). Maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, artinya variabel independent pertumbuhan ekonomi berpengaruh signifikan/nyata terhadap variabel dependen emisi gas karbon dioksida ( $CO_2$ ). Koefisien pertumbuhan ekonomi sebesar -0.123554 artinya apabila terdapat kenaikan nilai variabel X (pertumbuhan ekonomi) sebesar 1 persen maka akan



mengakibatkan penurunan nilai variabel Y (emisi gas karbon dioksida) sebesar -0,123554 dan sebaliknya. Jadi, pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh negatif dan signifikan terhadap gas emisi karbon dioksida.

2. Variabel populasi penduduk kota  
 Probabilitas 0,0000, artinya lebih kecil dari tingkat signifikansi  $\alpha$  5% (0,05). Maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, artinya variabel independent populasi penduduk kota berpengaruh signifikan/nyata terhadap variabel dependen emisi gas karbon dioksida ( $CO_2$ ). Koefisien populasi penduduk kota sebesar 0,202180 artinya apabila terdapat kenaikan nilai variabel X (populasi penduduk kota) sebesar 1 jiwa maka akan mengakibatkan kenaikan nilai variabel Y (emisi gas karbon dioksida) sebesar 0,202180. Jadi, populasi penduduk kota mempunyai pengaruh positif dan signifikan terhadap gas emisi karbon dioksida.
3. Variabel keterbukaan perdagangan internasional  
 Probabilitas 0,0048, artinya lebih kecil dari tingkat signifikansi  $\alpha$  5% (0,05). Maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, artinya variabel independent keterbukaan perdagangan internasional berpengaruh signifikan/nyata terhadap variabel dependen emisi gas karbon dioksida ( $CO_2$ ). Koefisien variabel keterbukaan perdagangan internasional sebesar -0.019688 artinya apabila terdapat kenaikan nilai variabel X (keterbukaan perdagangan internasional) sebesar 1 persen maka akan mengakibatkan penurunan nilai variabel Y (emisi gas karbon dioksida) sebesar -0.019688. Jadi, keterbukaan perdagangan internasional mempunyai pengaruh negatif dan signifikan terhadap gas emisi karbon dioksida.

### Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

**Tabel 13.** Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

R-Squared	Adjusted R-Square
0.228346	0.212490

Sumber: Data diolah, 2021

Tabel 13, R-Squared sebesar 0.228346 dan Adjusted R-Squared 0.212490 maka disimpulkan bahwa hubungan antara variabel pertumbuhan ekonomi, populasi penduduk kota, dan keterbukaan perdagangan internasional terhadap gas emisi karbon dioksida tahun 2000-2014 hanya sebesar 22.8% dengan itu sisanya yang sebesar 100% – 22.8 % = 77.2 % akan dijelaskan oleh varibel yang tidak ada di dalam penelitian ini.

### Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi Karbon Dioksida ( $CO_2$ )

Pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh negatif dan signifikan terhadap gas emisi karbon dioksida. Hasil ini sesuai Akram (2012), yang menyatakan pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh negatif dan signifikan terhadap gas emisi karbon dioksida. Namun hasil penelitian ini tidak sesuai dengan hasil temuan Shahbaz *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh positif terhadap emisi gas karbon dioksida. Semakin tinggi pertumbuhan ekonomi suatu negara maka gas emisi karbon dioksidanya semakin sedikit. Hal ini terjadi karena suatu negara yang mempunyai pertumbuhan ekonomi yang tinggi, mampu mengurangi gas emisi karbon dioksida dengan cara tetap memperhatikan lingkungan hidup dengan didukung oleh berbagai kebijakan pembangunan berkelanjutan sehingga akan mempengaruhi kualitas lingkungan hidup dan dapat menekan gas emisi karbon dioksida.

### Pengaruh Populasi Penduduk Kota Terhadap Emisi Karbon Dioksida ( $CO_2$ )

Populasi penduduk kota mempunyai pengaruh positif dan signifikan terhadap gas emisi karbon dioksida. Hasil penelitian sesuai Rahmansyah (2012); Jugurnath dan Emrith (2018); yang menyatakan populasi penduduk kota mempunyai pengaruh positif terhadap emisi karbon dioksida. Namun penelitian ini tidak sesuai dengan hasil penelitian Rahman *et al.* (2020). Hasil penelitian semakin banyak atau tinggi populasi penduduk kota suatu

negara, maka emisi karbon dioksida semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori, karena jumlah penduduk kota yang semakin tinggi membuat aktivitas kegiatan sehari-hari mereka biasanya menggunakan energi sehingga akan menyumbang emisi karbon dioksida yang tinggi atau cukup banyak.

Aktivitas yang menyumbang semakin tingginya emisi karbon dioksida contohnya yaitu penggunaan infrastruktur, penggunaan transportasi, energi, dan transisi kegiatan dari pertanian ke industri. Dari berbagai aktivitas tersebut menyebabkan penggunaan bahan bakar fosil meningkat yang pada akhirnya akan menyebabkan peningkatan polusi lingkungan atau emisi karbon dioksida. Hal ini juga dipengaruhi oleh kuantitas dari jumlah populasi penduduk kota yang menyebabkan semakin banyaknya emisi karbon dioksida di suatu negara. Tingkat pendidikan maupun kesadaran dari penduduk kota dalam berperilaku di kegiatan sehari-hari akan mempengaruhi lingkungannya.

### **Pengaruh Keterbukaan Perdagangan Internasional Terhadap Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)**

Keterbukaan perdagangan internasional mempunyai pengaruh negatif dan signifikan terhadap gas emisi karbon dioksida. Hasil penelitian sesuai Kasman dan Duman (2015); Halicioglu (2009), keterbukaan perdagangan internasional mempunyai pengaruh negatif terhadap emisi karbon dioksida. Artinya semakin tinggi keterbukaan perdagangan internasional suatu negara maka emisi karbon dioksida semakin menurun. Hal ini dapat terjadi karena negara tersebut melakukan spesialisasi di bidang perdagangan atau industri yang mempunyai keunggulan komparatif. Negara yang mempunyai keunggulan komparatif tersebut dapat mengalokasikan sumberdaya yang lebih efisien sehingga meningkatkan kesejahteraan penduduknya. Apabila kesejahteraan penduduknya sudah baik, maka pemerintah akan memperketat peraturan tentang lingkungan. Hal ini akan mendorong inovasi dari pemerintah maupun penduduk untuk mengurangi emisi karbon dioksida. Namun hasil penelitian ini tidak sesuai dengan Sun *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa keterbukaan perdagangan internasional dalam hubungan ekuilibrium jangka panjang serta hubungan kausalitas tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida.

### **SIMPULAN**

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa pertumbuhan ekonomi dan keterbukaan perdagangan internasional mempunyai pengaruh signifikan terhadap gas emisi karbon dioksida di tahun 2000-2014. Semakin tinggi pertumbuhan ekonomi dan juga keterbukaan perdagangan internasional di Negara ASEAN maka dapat menurunkan gas emisi karbon dioksida. Kebijakan pemerintah untuk tetap memperhatikan gas emisi karbon dioksida tetap diperhatikan dan dijaga dengan menetapkan kebijakan pembangunan berkelanjutan yang ramah lingkungan. Selain itu pemerintah di Negara ASEAN dapat mengambil spesialisasi produk yang dihasilkan di setiap negara melalui keunggulan komparatifnya, sehingga selain meningkatkan pendapatan negara tersebut juga dapat menekan gas emisi karbon dioksida. Disamping itu, peningkatan jumlah populasi penduduk kota dapat meningkatkan gas emisi karbon dioksida di Negara ASEAN. Pemerintah di Negara ASEAN diharapkan dapat mengatasi laju pertumbuhan populasi penduduk kota dengan meningkatkan realisasi program yang dapat menekan laju kelahiran sehingga penambahan jumlah penduduk kota setiap tahunnya di Negara ASEAN dapat diatasi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Akram, N. (2012). "Is Climate Change Hinder Economic Growth of ASIAN Economies?". *Asia-Pacific Development Journal*. 19(2), 1-18.

- Dietz, T., & Rosa E. (1997). "Effects of Population and Affluence on CO<sub>2</sub> Emission". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 94(1), 175-179.
- Gujarati, D. (2003). *Basic Econometric*. 4th ed. McGraw-Hill: New York
- Gujarati, D. & Porter, D. C. (2009). *Basic Econometric*. 5th ed. McGraw-Hill: New York.
- Halicioglu, F. (2009). An econometric study of CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37(3), 1156–1164. <https://doi.org/doi:10.1016/j.enpol.2008.11.012>.
- Jugurnath, B., & Emrith, A. (2018). Impact of Foreign Direct Investment on Environment Degradation: Evidence from SIDS Countries. *The Journal of Developing Areas*, 52(2), 13-26.
- Karakaya, E., & Ozcag, M. (2005). "Driving Forces of CO<sub>2</sub> Emissions In Central Asia: A Decomposition Analysis of Air Pollution From Fossil Fuel Combustion". *Arid Ecosystems Journal*. 11(26), 49-57.
- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO<sub>2</sub> Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization in New EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis. *Economic Modelling*, 44, 97-103.
- OECD. (2011). Asia Tenggara: Pertumbuhan Tetap Kokoh dalam Jangka Menengah – 5.6% Pada 2012-2016, <http://www.oecd.org/dev/49136551>. diakses pada 09 Juni 2021.
- Rahman, M. M., Saidi, K., & Mbarek, M. B. (2020). Economic Growth in South Asia: The Role of CO<sub>2</sub> Emissions, Population Density and Trade Openness. *Heliyon*, 6(5), e03903. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03903>.
- Rahmansyah, T. A. (2012). *The Impact of Human Activities on Carbon Dioxide Emission in the Asian Countries From a Spatial Econometric Perspective*, University of Groningen, Faculty of Economics and Business. <https://feb.studenttheses.ub.rug.nl>. diakses pada 09 Juni 2021.
- Shahbaz, M., Hye, Q. M. A., Tiwari, A. K., & Leitão, N. C. (2013). Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO<sub>2</sub> Emissions in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 109–121. <https://doi.org/doi:10.1016/j.rser.2013.04.009>.
- Sun, H., Attuquaye Clottey, S., Geng, Y., Fang, K., & Clifford Kofi Amissah, J. (2019). Trade Openness and Carbon Emissions: Evidence From Belt and Road Countries. *Sustainability*, 11(9), 1-20. <https://doi.org/doi:10.3390/su11092682>.
- Suparmoko. (1997). *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan: Suatu Pendekatan Teoritis*. Edisi Ketiga. BPFE: Yogyakarta.