

**ANALISIS PENGARUH PERTUMBUHAN EKONOMI DAN  
PENANAMAN MODAL ASING TERHADAP EMISI KARBONDIOKSIDA  
DI DELAPAN NEGARA ASEAN PERIODE 2004-2013**

**Kurnia Adi Candra**

Ilmu Ekonomi / Fakultas Bisnis dan Ekonomika

[Kurnia899@gmail.com](mailto:Kurnia899@gmail.com)

**Abstrak** - Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari produk domestik bruto, konsumsi energi, penanaman modal asing, dan industrialisasi terhadap emisi CO<sub>2</sub> di delapan negara ASEAN pada periode 2004-2013. Analisis data yang digunakan melalui uji OLS (*Ordinary Least Square*), uji normalitas, uji autokorelasi, uji heteroskedastik, dan uji multikoleniaritas. Dalam penelitian ini tingkat emisi CO<sub>2</sub> dihitung dari nilai *metric tone per capita*. Hasil penelitian menyatakan bahwa produk domestik bruto dan penanaman modal asing tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub>, konsumsi energi berpengaruh positif dan industrialisasi berpengaruh negatif terhadap tingkat emisi CO<sub>2</sub>. Penelitian ini memberikan kontribusi teori terhadap ekonomi lingkungan.

Kata kunci : emisi CO<sub>2</sub>, produk domestik bruto, konsumsi energi, penanaman modal asing, industrialisasi.

**Abstract** - *This study aims of examining the impact of gross domestic product, energy consumption, foreign direct investment, and industirialization on CO<sub>2</sub> emission in eight countries of ASEAN in the period 2004-2013. The analysis of data use through the test of OLS (Ordinary Least Square), normality test, autocorrelation test, heteroelasticity test, and multicollinearity. In this research the level of CO<sub>2</sub> emission is calculate from the value of the metric tone per capita. Result of the study state that the gross domestic product and foreign direct investment insignificant to CO<sub>2</sub> emission, energy consumption have positive impact and industrialization have negative impact to CO<sub>2</sub> emission. This study provide contribute to the emerging theory of economic environment.*

*Key words: CO<sub>2</sub> emission, gross domestic product, energy consumption, foreign direct investment, industrialization*

## **PENDAHULUAN**

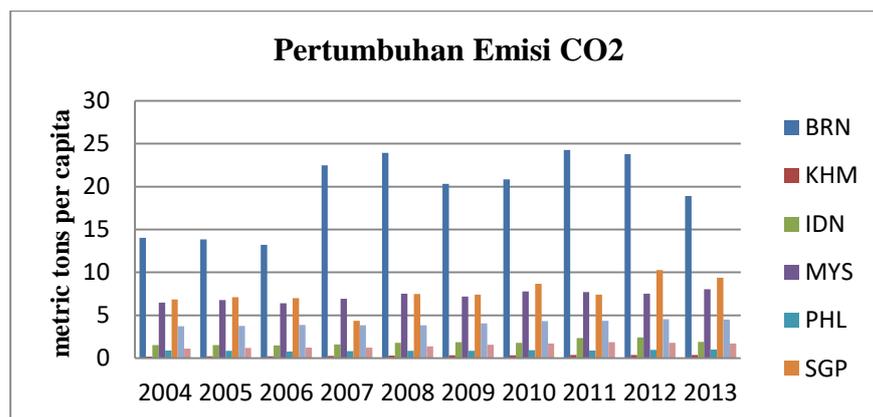
Dalam beberapa periode terakhir pemanasan global dan perubahan iklim terus meningkat dan salah satu penyebab utama terus meningkatnya pemanasan global adalah dari emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) (Ghosh, 2010). Sekarang ini pertumbuhan ekonomi yang pesat dengan disertai pertumbuhan industri telah meningkatkan pencemaran udara yang dapat berpengaruh terhadap pemanasan global dan penurunan kualitas lingkungan. Pertumbuhan ekonomi memang sangat diperlukan bagi suatu negara, namun melakukan pertumbuhan kondisi lingkungan juga hal yang sangat diperlukan dalam mencegah terjadinya pemanasan global dan menjaga keberlangsungan hidup manusia.

Werner et al. (2001) menyatakan dalam kerangka teoritis menentukan dan menemukan bahwa setiap 1% tingkat pertumbuhan ekonomi yang disebabkan oleh perdagangan bebas akan meningkatkan polusi sebesar 0,5% berdasarkan efek skala dan akan mengurangi polusi sebesar 1,5% berdasarkan efek tehnik. Berdasarkan nilai relatif setiap 1% tingkat pertumbuhan ekonomi akan menurunkan 1% polusi, dengan kata lain pertumbuhan ekonomi yang disebabkan oleh perdagangan bebas baik bagi lingkungan. Sedangkan menurut Kolstad and Krautkraemer (1993) pertumbuhan ekonomi menyebabkan efek negatif yang cenderung kumulatif terhadap lingkungan, dan dampaknya akan menjadi semakin terlihat dalam jangka panjang.

Masalah kualitas lingkungan hidup tidak hanya menjadi masalah bagi negara-negara maju ataupun negara-negara berkembang, melainkan sudah menjadi masalah bagi seluruh negara di dunia. Masalah kualitas lingkungan dapat terjadi karena banyaknya polusi dari pabrik, asap dari kendaraan bermotor, dan juga kebakaran hutan yang dapat mengakibatkan kualitas lingkungan semakin menurun. Maka dari itu pembangunan kualitas lingkungan sangat diperlukan selain dari pembangunan pada sektor ekonomi (Todaro et al., 2009).

ASEAN merupakan kawasan yang menyumbangkan penghasil emisi CO<sub>2</sub> terbesar, hal ini dikarenakan hampir rata-rata negara ASEAN memiliki industri-

industri yang menghasilkan emisi CO<sub>2</sub>. Industri pembangkit listrik menjadi sumber utama dalam menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> dengan menyumbang sebanyak 37% emisi CO<sub>2</sub> global. Angka persentase ini cenderung meningkat akibat semakin pesatnya pertumbuhan di sektor industri, dan diprediksikan dalam jangka waktu 20 tahun negara-negara ASEAN akan menyumbang 44% emisi CO<sub>2</sub> global.

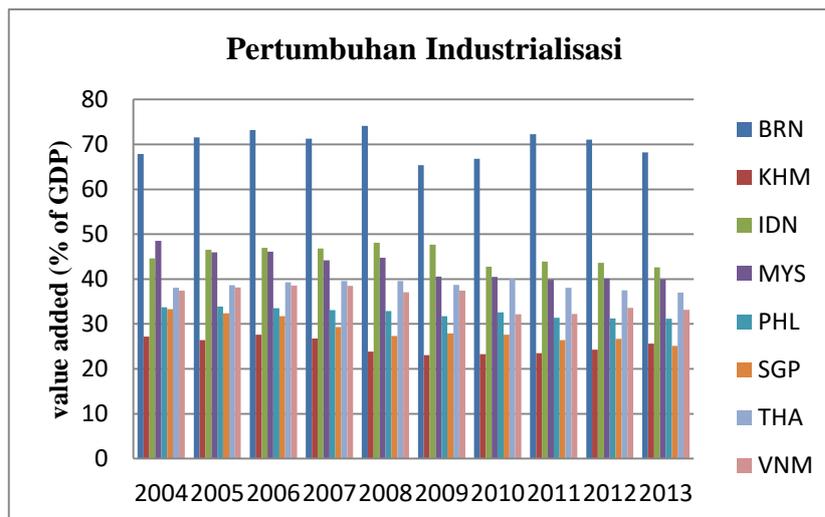


**Gambar 1. Pertumbuhan Emisi CO<sub>2</sub> Delapan Negara ASEAN periode 2004-2013**

Sumber : *World Development Indicator, data diolah*

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa negara Brunei Darussalam merupakan negara dengan tingkat emisi CO<sub>2</sub> tertinggi dibandingkan dengan delapan negara ASEAN lainnya disusul oleh Singapura dan Malaysia. Hal ini menunjukkan bahwa selama periode 2004-2013 Brunei Darussalam selalu menjadi negara dengan tingkat emisi CO<sub>2</sub> yang tinggi, ini disebabkan karena Brunei Darussalam belum memperhatikan tentang pembangunan kondisi lingkungan.

Pada umumnya tingkat emisi CO<sub>2</sub> dapat disebabkan karena pertumbuhan industrialisasi. Pertumbuhan industrialisasi yang pesat telah menciptakan tantangan besar bagi lingkungan, terutama dalam hal konsumsi energi dan emisi CO<sub>2</sub> (Frieler et al., 2013). Brunei Darussalam menjadi negara ASEAN dengan pertumbuhan industrialisasi tertinggi jika dibandingkan dengan delapan negara ASEAN lainnya, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2 tentang pertumbuhan industrialisasi di delapan negara ASEAN.



**Gambar 2. Pertumbuhan Industrialisasi Di Delapan Negara ASEAN Periode 2004-2013**

Sumber : *World Development Indicator, data diolah*

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa pertumbuhan industrialisasi di delapan negara ASEAN cukup tinggi, Brunei Darussalam merupakan negara dengan pertumbuhan industrialisasi paling tinggi disusul oleh Indonesia dan Malaysia. Pertumbuhan industrialisasi yang tinggi pada negara Brunei Darussalam menunjukkan keterkaitan antara pertumbuhan industrialisasi terhadap tingkat emisi CO<sub>2</sub> yang sudah dijelaskan pada Gambar 1.

## **METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian empiris dengan menggunakan informasi dan berdasarkan data yang ada. Sehingga ide utama dari penelitian ini adalah dengan menggunakan data sebagai cara untuk menjawab pertanyaan riset, menguji ide ilmiah, dan mengembangkan ide ilmiah yang diajukan. Dalam mengumpulkan data penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, dimana data yang dikumpulkan berbentuk angka.

Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berdasarkan pada positifisme, dan digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu. Teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara acak, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono., 2012:7).

Lingkup penelitian ini mengambil objek delapan negara di kawasan ASEAN karena untuk mendapatkan hasil yang mendekati dengan kondisi sesungguhnya. Sedangkan dua negara lainnya (Myanmar dan Laos) belum memiliki data terbaru yang dapat digunakan dalam penelitian. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari *World Development Indicator* (WDI) dalam bentuk data panel dari tahun 2004-2013. Model penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$CO2t = \beta_0 + \beta_1 GDP_{it} + \beta_2 EC_{it} + \beta_3 FDI_{it} + \beta_4 IND_{it} + \epsilon_{it}$$

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua macam variabel yaitu variabel tergantung (*dependent variable*) dan variabel bebas (*independent variable*). variabel tergantung (*dependent variable*) dari penelitian ini adalah CO<sub>2</sub> yaitu Emisi Karbondioksida, sedangkan untuk variabel bebas (*independent variable*) dari penelitian ini adalah GDP yaitu *Gross Domestic Product* atau Produk Domestik Bruto (PDB), EC yaitu *Energy Consumption* atau Konsumsi Energi, FDI yaitu *Foreign Direct Investment* atau Penanaman Modal Asing (PMA), dan IND yaitu *Industrialization* atau Industrialisasi.

Dalam menganalisis data yang telah dikumpulkan penelitian ini menggunakan model ekonometrika dengan analisis data panel. Analisis data panel pada penelitian ini menggunakan program *E-views 9* dan program bantu tambahan STATA untuk pengolahan data. Alat analisis ini mampu menjawab tujuan dari penelitian ini karena hasil penelitian ini akan memberikan hasil apakah Produk Domestik Bruto (PDB), Konsumsi Energi, Penanaman Modal Asing (PMA), dan Industrialisasi mempunyai hubungan dan berpengaruh positif atau negatif terhadap tingkat emisi karbondioksida.

#### ANALISIS DATA PANEL

Analisis data panel adalah gabungan dari data *time series* (antar waktu) dan data *cross section* (antar individu/ruang). Untuk menggambarkan *panel data*/data panel/ *pooled data* secara singkat, misalkan pada data *cross section*, nilai dari satu variabel atau lebih dikumpulkan untuk beberapa unit sampel pada

suatu waktu waktu. Dalam *panel data* / data panel / *pooled data*, unit *cross section* yang sama di-survey dalam beberapa waktu (Gujarati, 2009). Metode yang digunakan dalam penelitian terdapat beberapa alternatif analisis regresi yaitu *common effect model*, *fixed effect*, dan *random effect*. Hasil analisis dari tiga model estimasi akan diuji untuk memilih model regresi yang terbaik dengan menggunakan uji *Likelihood* dan Uji *Hausman*.

- *LIKELIHOOD-TEST*

Uji *Likelihood* digunakan untuk memilih salah satu model pada regresi data panel, yaitu antara model *fixed effect* dengan model *common effect*, pengujian dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut (Baltagi, 2008):

H<sub>0</sub> : Model estimasi *common effect*

H<sub>1</sub> : Model estimasi *fixed effect*

Hasil pemilihan ditentukan oleh *cross section chi-square*, jika hasil *cross section chi-square* signifikan terhadap alpha 5% maka model yang terpilih adalah *fixed effect*. Jika model yang terpilih adalah *fixed effect* selanjutnya model *fixed effect* akan dibandingkan dengan model *random effect* menggunakan uji *hausman*.

- *HAUSMAN-TEST*

Uji *hausman* digunakan untuk memilih model *random effect* dengan model *fixed effect*. Uji ini bekerja dengan menguji apakah terdapat hubungan antara variabel pada model dengan satu atau lebih variabel penjelas (*independent variable*) dalam model. Penggunaan *hausman-test* diberlakukan hipotesis sebagai berikut Baltagi (2008) :

H<sub>0</sub> = Model estimasi *random effect*

H<sub>1</sub> = Model estimasi *fixed effect*

Dasar penolakan H<sub>0</sub> menggunakan statistik *hausman-test* dan dibandingkan dengan nilai *chi-square*. Jika probabilitas dari *chi-square* statistik kurang dari 5% maka H<sub>0</sub> ditolak dan model yang terpilih adalah *fixed effect*. Setelah model estimasi terbaik terpilih, maka model estimasi terpilih akan diuji dengan berdasarkan uji asumsi klasik.

## UJI ASUMSI KLASIK

Menurut Yudiantmaja (2013), model regresi data panel dapat disebut sebagai model yang baik jika model tersebut memenuhi kriteria *Best, Linear, Unbiased, and Estimator* (BLUE). BLUE dapat dicapai bila memenuhi asumsi klasik. Apabila persamaan yang terbentuk tidak memenuhi kaidah BLUE, maka persamaan tersebut diragukan kemampuannya dalam menghasilkan nilai-nilai prediksi yang akurat. Tetapi bukan berarti persamaan tersebut tidak bisa digunakan untuk memprediksi. Agar suatu persamaan tersebut dapat dikategorikan memenuhi kaidah BLUE, maka data yang digunakan harus memenuhi beberapa asumsi klasik yang sering dikenal dengan istilah uji asumsi klasik.

Menurut Widarjono (2007) uji asumsi klasik mencakup uji normalitas, uji multikoleniaritas, uji heteroskedastisitas, dan uji autokorelasi. Persamaan yang terbebas dari kelima masalah pada uji asumsi klasik akan menjadi estimator yang tidak bias.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1. Hasil Analisis Tiga Model Estimasi**

Variable		Common Effect	Fixed Effect	Random Effect
<b>C</b>	Coefficient	-0.729535	3.433076	-0.729535
	Std. Error	1.125024	3.622031	0.952452
	t-Statistic	-0.648462	0.947832	-0.765955
<b>GDP</b>	Coefficient	-7.00E-05**	0.000203*	-7.00E-05**
	Std. Error	3.47E-05	0.000110	2.93E-05
	t-Statistic	-2.019034	1.843082	-2.384859
<b>EC</b>	Coefficient	0.002478***	0.002197***	0.002478***
	Std. Error	0.000234	0.000302	0.000198
	t-Statistic	10.58938	7.264530	12.50804
<b>FDI</b>	Coefficient	-0.099838*	-0.029973	-0.099838**
	Std. Error	0.055999	0.059035	0.047409
	t-Statistic	-1.782848	-0.507715	-2.105879
<b>IND</b>	Coefficient	0.033827	-0.145889**	0.033827
	Std. Error	0.030477	0.072155	0.025802
	t-Statistic	1.109919	-2.021878	1.311023
<b>R-Squared</b>		0.943681	0.963401	0.943681
<b>Durbin-Watson stat.</b>		1.210359	1.756313	1.210359
<b>Likelihood</b>		34.481736***		
<b>Hausman</b>		33.999718***		
*signifikan 1%				
**signifikan 5%				
***signifikan 10%				

Sumber : Hasil analisis dengan menggunakan program *Eviews 9*

Tabel 1 menjelaskan hasil analisis dari tiga model estimasi *common effect*, *fixed effect*, dan *random effect* yang sudah dilakukan dengan menggunakan program *Eviews 9*.

- LIKELIHOOD-TEST

**Tabel 2. Hasil Uji Likelihood**

Redundant Fixed Effects Tests				
Equation: Untitled				
Test cross-section fixed effects				
Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.	
Cross-section F	5.234338	(7,68)	0.0001	
Cross-section Chi-square	34.481736	7	0.0000	
Cross-section fixed effects test equation:				
Dependent Variable: CO2				
Method: Panel Least Squares				
Date: 01/06/17 Time: 06:43				
Sample: 2004 2013				
Periods included: 10				
Cross-sections included: 8				
Total panel (balanced) observations: 80				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.729535	1.125024	-0.648462	0.5187
GDP	-7.00E-05	3.47E-05	-2.019034	0.0471
EC	0.002478	0.000234	10.58938	0.0000
FDI	-0.099838	0.055999	-1.782848	0.0787
IND	0.033827	0.030477	1.109919	0.2706
R-squared	0.943681	Mean dependent var	5.366711	
Adjusted R-squared	0.940677	S.D. dependent var	6.219367	
S.E. of regression	1.514802	Akaike info criterion	3.728909	
Sum squared resid	172.0970	Schwarz criterion	3.877785	
Log likelihood	-144.1563	Hannan-Quinn criter.	3.788598	
F-statistic	314.1758	Durbin-Watson stat	1.210359	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Sumber : Hasil pengujian *likelihood* dengan menggunakan program *E-views 9*

Berdasarkan hasil *likelihood-test* pada Tabel 2 model yang terpilih adalah model *fixed effect* karena hasil dari *likelihood test* menunjukkan hasil yang signifikan (5%), maka berdasarkan hipotesis H0 ditolak dan H1 diterima. Untuk memperkuat argumen maka dapat dilihat *R-squared* dari *fixed effect* (0.963401) lebih baik jika dibandingkan dengan *R-squared* dari *common effect* (0.943681), maka untuk sementara model yang terpilih adalah model *fixed effect*. Selanjutnya

model *fixed effect* akan dibandingkan dengan model *random effect* dengan menggunakan *hausman-test*.

- *HAUSMAN-TEST*

**Tabel 3. Hasil Uji Hausman**

Correlated Random Effects - Hausman Test				
Equation: Untitled				
Test cross-section random effects				
Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.	
Cross-section random	33.999718	4	0.0000	
Cross-section random effects test comparisons:				
Variable	Fixed	Random	Var(Diff.)	Prob.
GDP	0.000203	-0.000070	0.000000	0.0102
EC	0.002197	0.002478	0.000000	0.2185
FDI	-0.029973	-0.099838	0.001238	0.0470
IND	-0.145889	0.033827	0.004541	0.0077
Cross-section random effects test equation:				
Dependent Variable: CO2				
Method: Panel Least Squares				
Date: 01/06/17 Time: 06:42				
Sample: 2004 2013				
Periods included: 10				
Cross-sections included: 8				
Total panel (balanced) observations: 80				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.433076	3.622031	0.947832	0.3466
GDP	0.000203	0.000110	1.843082	0.0697
EC	0.002197	0.000302	7.264530	0.0000
FDI	-0.029973	0.059035	-0.507715	0.6133
IND	-0.145889	0.072155	-2.021878	0.0471
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.963401	Mean dependent var	5.366711	
Adjusted R-squared	0.957481	S.D. dependent var	6.219367	
S.E. of regression	1.282440	Akaike info criterion	3.472887	
Sum squared resid	111.8363	Schwarz criterion	3.830191	
Log likelihood	-126.9155	Hannan-Quinn criter.	3.616140	
F-statistic	162.7272	Durbin-Watson stat	1.756313	
Prob(F-statistic)	0.000000			

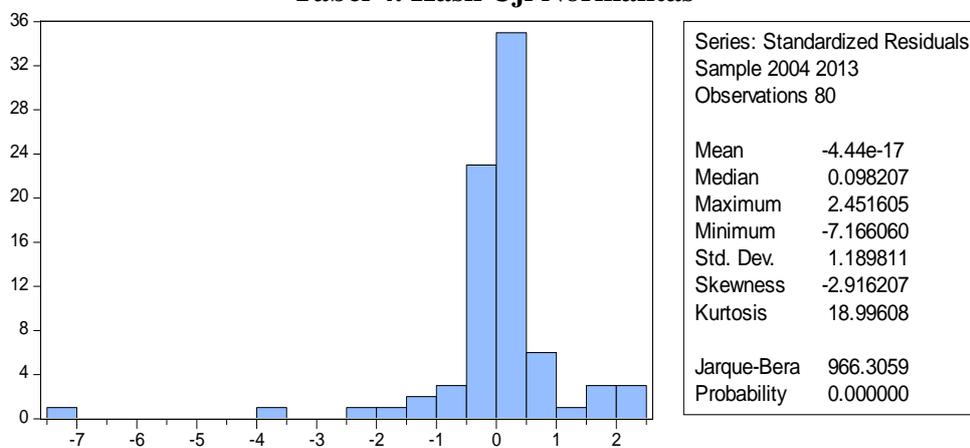
Sumber : Hasil pengujian *hausman* dengan menggunakan program *Eviews 9*

Berdasarkan hasil *hausman-test* pada Tabel 3 model yang terpilih adalah model *fixed effect* karena hasil dari *hausman-test* menunjukkan hasil yang signifikan (5%), maka berdasarkan hipotesis H0 ditolak dan H1 diterima. Untuk memperkuat argumen maka dapat dilihat *R-squared* dari *fixed effect* (0.963401) lebih baik jika dibandingkan dengan *R-squared* dari *random effect* (0.943681), maka model yang terpilih adalah model *fixed effect*.

#### UJI ASUMSI KLASIK

##### - UJI NORMALITAS

**Tabel 4. Hasil Uji Normalitas**



Sumber : Hasil pengujian dengan menggunakan program *E-Views 9*

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 4 dengan menggunakan program *E-views*, didapatkan nilai probabilitas (0,000000) dan hasil ini menunjukkan nilai yang signifikan terhadap alpha 5%. Berdasarkan hipotesis pengujian normalitas, maka H0 ditolak dan H1 diterima yang menunjukkan bahwa data penelitian tidak berdistribusi normal.

##### - UJI AUTOKORELASI

Dari hasil pengujian maka didapat nilai *Durbin-Watson* pada model estimasi terpilih *fixed effect* adalah 1.756313. berdasarkan data dari tabel *Durbin-Watson* dengan  $k=4$ ;  $n=80$ ;  $\alpha=5\%$  maka didapat nilai  $dL=1.5337$  dan  $dU=1.7430$ , apabila  $dU < dW < 4-dU$  dapat dikatakan model *fixed effect* tidak terdapat autokorelasi positif maupun negatif. Berdasarkan data yang didapat maka dapat disusun menjadi  $1.7430 < \mathbf{1.756313} < 2.2570$ , jadi dapat dikatakan bahwa model regresi yang digunakan terletak pada daerah yang tidak memiliki autokorelasi positif maupun negatif.

- UJI MULTIKOLINEARITAS

**Tabel 5. Hasil Pengujian Multikolinearitas**

	CO2	GDP	EC	FDI	IND
CO2	1.000000				
GDP	0.699929	1.000000			
EC	0.946224	0.852309	1.000000		
FDI	0.057818	0.622416	0.271366	1.000000	
IND	0.782951	0.288568	0.674626	-0.386434	1.000000

Sumber : Hasil pengujian dengan menggunakan program *E-views 9*

Berdasarkan hasil uji matriks korelasi pada Tabel 5, menunjukkan bahwa tidak terdapat multikolinearitas antara variabel bebas terhadap variabel bebas lainnya, hal ini menyatakan bahwa model penelitian tidak terdapat korelasi antara sesama variabel bebas.

- UJI HETEROSKEDASTISITAS

**Tabel 6. Hasil Uji Heterodkedastisitas**

```

. xttest3

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: sigma(i)^2 = sigma^2 for all i

chi2 (8) =      80440.57
Prob>chi2 =      0.0000

. whitetst

White's general test statistic :  48.59212  Chi-sq(14)  P-
value =  1.0e-05
    
```

Sumber : Hasil pengujian dengan menggunakan program bantu STATA

Berdasarkan hasil dari program estimasi STATA pada Tabel 6, menunjukkan H0 ditolak sehingga model regresi terindikasi heteroskedastik. Sehingga dilakukan pengujian tambahan dengan alat uji White's General Statistic yang disediakan oleh program STATA. Dari hasil pengujian lanjutan menunjukkan nilai statistik 48.59212 (tidak signifikan 5%) sehingga dapat menerima H0. Jadi model regresi pada penelitian ini dapat dipastikan bersifat homoskedastik.

**HASIL ESTIMASI**

- Produk Domestik Bruto dengan Emisi Karbondioksida (CO2)

Berdasarkan hasil model estimasi *fixed effect*, variabel Produk Domestik Bruto (PDB) memiliki probabilitas 0.0697 dan memiliki *coefficient*

0.000203. Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa variabel dependen Produk Domestik Bruto (PDB) tidak memiliki hubungan yang signifikan terhadap variabel CO<sub>2</sub>.

- Konsumsi Energi dengan Emisi Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)  
Berdasarkan hasil model estimasi *fixed effect*, variabel konsumsi energi memiliki probabilitas 0.0000 dan memiliki *coefficient* 0.002197. Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa setiap nilai variabel dependen konsumsi energi naik 1 satuan maka koefisien dari variabel CO<sub>2</sub> akan naik sebesar 0.002197 satuan, dan dapat diartikan bahwa variabel konsumsi energi memiliki hubungan yang signifikan dan berdampak positif terhadap variabel emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>).
- Penanaman Modal Asing (PMA) dengan Emisi Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)  
Berdasarkan hasil model estimasi *fixed effect*, variabel investasi asing langsung memiliki probabilitas 0.6133 dan memiliki *coefficient* -0.029973. Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa variabel Penanaman Modal Asing (PMA) tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel CO<sub>2</sub>.
- Industrialisasi dengan Emis Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)  
Berdasarkan hasil model estimasi *fixed effect*, variabel industri memiliki probabilitas 0.0471 dan memiliki *coefficient* -0.145889. Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa setiap nilai variabel dependen industrialisasi naik 1 satuan maka koefisien dari variabel CO<sub>2</sub> akan turun sebesar 0.830538 satuan, dan dapat diartikan bahwa variabel industrialisasi memiliki hubungan yang signifikan tetapi memiliki dampak yang negatif terhadap variabel CO<sub>2</sub>.

## **KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI**

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, maka penelitian ini memberikan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pertumbuhan ekonomi tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Hal ini dapat disebabkan karena pertumbuhan ekonomi dan teknologi yang

semakin maju, maka masyarakat banyak menggunakan energi terbarukan atau teknologi rendah emisi sehingga tidak terlalu berdampak pada pencemaran lingkungan.

2. Konsumsi energi berpengaruh positif terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Hal ini dapat dikarenakan proses dalam mempercepat industrialisasi mengakibatkan peningkatan terhadap penggunaan energi, dengan meningkatnya penggunaan energi maka secara langsung intensitas CO<sub>2</sub> juga akan meningkat.
3. Penanaman Modal Asing (PMA) tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Hal ini dapat disebabkan karena investasi asing yang masuk sudah menerapkan teknologi yang ramah lingkungan dan menggunakan energi terbarukan, sehingga tidak memiliki dampak pada pencemaran lingkungan.
4. Industrialisasi berpengaruh negatif terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Hal ini dapat dikarenakan industrialisasi pada negara-negara maju dan berkembang sudah mulai menggunakan teknologi dan peralatan yang lebih maju untuk mengembangkan energi terbarukan dalam mengurangi tingkat pencemaran lingkungan.

#### IMPLIKASI

Berdasarkan hasil penelitian, maka penelitian ini memberikan beberapa implikasi yaitu :

1. Semakin tingginya pertumbuhan ekonomi, masyarakat akan mulai menggunakan teknologi rendah emisi dan energi terbarukan sehingga tidak berpengaruh terhadap pencemaran lingkungan.
2. Semakin tinggi tingkat konsumsi energi suatu negara, maka akan berdampak pada semakin tingginya tingkat pencemaran lingkungan.
3. Dengan masuknya Penanaman Modal Asing (PMA) yang sudah menerapkan teknologi yang ramah lingkungan dan sumberdaya energi terbarukan, maka PMA yang masuk tidak memiliki pengaruh terhadap pencemaran lingkungan.
4. Proses industrialisasi pada negara berkembang sudah mulai menggunakan sumber daya energi terbarukan, sehingga dapat mengurangi tingkat pencemaran lingkungan.

## REKOMENDASI

1. Penelitian ini hanya membahas dampak Produk Domestik Bruto (PDB), Penanaman Modal Asing (PMA), konsumsi energi, dan industrialisasi terhadap tingkat emisi karbondioksida di delapan negara ASEAN. Diharapkan pada penelitian berikutnya dapat meneliti dengan ruang lingkup yang lebih luas dan cakupan variabel yang lebih luas.
2. Hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda dengan penelitian terdahulu pada variabel PDB dan PMA, dan diharapkan pada penelitian berikutnya dapat diteliti lebih lanjut tentang dampak yang dihasilkan dari PDB dan PMA terhadap emisi CO<sub>2</sub> dengan menggunakan metode dan ruang lingkup yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. (1992). "Ekologi Manusia dan Konsep Ekonomi Kebijakan Industrialisasi Dalam Prosiding Seminar Pendekatan Ekologi Manusia dalam Menyongsong Era Industrialisasi Menjelang PJPT II". Komphalindo. Jakarta.
- Ajmi, A. N., Hammoudeh, S., Nguyen, D. K., & Sato, J. R. (2015). "On the relationships between CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption and income: the importance of time variation". *Energy Economics*, 49, 629-638.
- Anoraga, P. (1995). "*PERUSAHAAN MULTINASIONAL DAN PENANAMAN MODAL ASING*". Pustaka Jaya.
- Baltagi, B. (2008). "*ECONOMETRIC ANALYSIS OF PANEL DATA*". John Wiley & Sons.
- Behera, S. R., & Dash, D. P. (2017). "The effect of urbanization, energy consumption, and foreign direct investment on the carbon dioxide emission in the SSEA (South and Southeast Asian) region". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 96-106.
- Blanco, L., Gonzalez, F., & Ruiz, I. (2013). "The impact of FDI on CO<sub>2</sub> emissions in Latin America". *Oxford Development Studies*, 41(1), 104-121.
- Dumairy. (1990). "*Hubungan perkembangan ekonomi internasional dan nasional dengan pembangunan hukum nasional*". Fakultas Hukum, Universitas Islam Indonesia.
- Frieler, K., Meinshausen, M., Golly, A., Mengel, M., Lebek, K., Donner, S. D., & Hoegh-Guldberg, O. (2013). "Limiting global warming to 2 [thinsp][deg] C is unlikely to save most coral reefs". *Nature Climate Change*, 3(2), 165-170.
- Ghosh, S. (2010). "Examining carbon emissions economic growth nexus for India: a multivariate cointegration approach". *Energy Policy*, 38(6), 3008-3014.

- Ghozali, I. (2005). "MODEL PERSAMAAN STRUKTURAL". Semarang: UNDIP.
- Ginting, P. (2007). "SISTEM PENGELOLAAN LINGKUNGAN DAN LIMBAH INDUSTRI". Bandung. Yrama Widya.
- Greene, W. H. (2007). "ECONOMETRIC ANALYSIS (6th ed)". New Jersey: Prentice Hall International.
- Gujarati, D. N. (2009). "BASIC ECONOMETRIC". Tata McGraw-Hill Education.
- Hidayat, A. S. (2005). "Konsumsi BBM dan Peluang Pengembangan Energi Alternatif". *Jurnal Inovasi*, 5, 11-17.
- Jeppsen, B. J. (2016). "EU coordination at the UN: Negotiating the Millennium-and the Sustainable Development Goals" (Doctoral dissertation).
- Kadariusman, Y. B., Milla, S., & Suatmi, D. (2004). "MAKRO EKONOMI INDONESIA". Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama bekerja sama dengan Lembaga Penelitian Ekonomi IBII.
- Kementrian Energi dan Sumberdaya Mineral. (2009). "Handbook of Energy and Economic Statistic of Indonesia". Center for Data and Information on Energy and Mineral Resources. Jakarta : Ministry Energy and Mineral Resources.
- Kolstad, C. D., & Krautkraemer, J. A. (1993). "Natural resource use and the environment". *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, 3, 1219-1265.
- Krugman, P. R. (1994). "Rethinking international trade". MIT press.
- Kuncoro, M. (2003). "METODE RISET UNTUK BISNIS DAN EKONOMI"
- Li, K., & Lin, B. (2015). "Impacts of urbanization and industrialization on energy consumption/CO 2 emissions: Does the level of development matter?". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1107- 1122.
- Menkiew, N. G. (2003). "TEORI MAKRO EKONOMI". Jakarta:Erlangga.
- Mountjoy, A. B. (1983). "INDUSTRIALISASI DAN NEGARA-NEGARA DUNIA KETIGA". Jakarta: PT. Bina Aksara.
- Narayan, P. K., Saboori, B., & Soleymani, A. (2016). "Economic growth and carbon emissions". *Economic Modelling*, 53, 388-397.
- Okonkwo, O.N. and Uwazie, U.I. (2015). "Green Economy and Its Implications for Economic Growth in Nigeria". *Journal of Resources Development and Management*, 11, 2422-8397.
- Pazienza, P. (2015). "The relationship between CO 2 and Foreign Direct Investment in the agriculture and fishing sector of OECD countries: Evidence and policy considerations". *Intellectual Economics*, 9(1), 55-66.
- Rahayu, A.Y., 2012. "Analisis Hubungan Pertumbuhan Ekonomi, Perdagangan Internasional, dan Foreign Direct Investment di Indonesia (Periode 1990:Q1-2010:Q4)". Tesis Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia.
- Shahbaz, M., Uddin, G. S., Rehman, I. U., & Imran, K. (2014). "Industrialization, electricity consumption and CO 2 emissions in Bangladesh". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 575-586.
- Shone, R. (1989). "Open economy macroeconomics: theory, policy and evidence". Harvester Wheatsheaf.

- Stigler, G. J. (1971). "The theory of economic regulation". *The Bell journal of economics and management science*, 3-21.
- Sugiyono, D. (2012). "METODE PENELITIAN KUANTITATIF DAN R&D". *Penerbit Alfabeta*.
- Suparmoko, M., & Suparmoko, M. R. (2000). "EKONOMIKA LINGKUNGAN". *BPFE, Yogyakarta*.
- Suprianto, J. (1994). "STATISTIK :TEORI DAN APLIKASI". *Penerbit Erlangga*.
- Tang, C. F., & Tan, B. W. (2015). "The impact of energy consumption, income and foreign direct investment on carbon dioxide emissions in Vietnam". *Energy*, 79, 447-454.
- Teguh, M. (2010). "EKONOMI INDUSTRI". *Jakarta : Rajawali Pers*.
- Thampapillai, D. J. (2002). "Environmental capacity constraints in macroeconomic policy analysis". *International Journal of Environment, Workplace and Employment*, 4(1), 1-14.
- Todaro, M., D'Asaro, M., Caccamo, N., Iovino, F., Francipane, M. G., Meraviglia, S., & Dieli, F. (2009). "Efficient killing of human colon cancer stem cells by T lymphocytes". *The Journal of Immunology*, 182(11), 7287-7296.
- Wardhana, W. A. (1995). "DAMPAK PENCEMARAN LINGKUNGAN". *Andi Offset*.
- Werner, A., Brian, C., & Scott, T. (2001). "Is free trade good for the environment". *American Economic Review*, 91(4), 877-908.
- Widarjono, Agus. (2007). "EKONOMETRIKA TEORI DAN APLIKASI UNTUK EKONOMI DAN BISNIS (2nd ed)". *Yogyakarta: Ekonisia FE UII*.
- World Bank Group (Ed.). (2012). "*World Development Indicators 2012*". World Bank Publications.
- Xu, B., & Lin, B. (2015). "How industrialization and urbanization process impacts on CO 2 emissions in China: evidence from nonparametric additive regression models". *Energy Economics*, 48, 188-202.
- Yuan, J., Xu, Y., Hu, Z., Zhao, C., Xiong, M., & Guo, J. (2014). "Peak energy consumption and CO 2 emissions in China". *Energy Policy*, 68, 508-523.
- Yudiatmaja, F. 2013. "ANALISIS REGRESI DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI KOMPUTER STATISTIKA SPSS". *Jakarta: Gramedia Pustaka Utama*.
- Zakarya, G. Y., Mostefa, B., Abbas, S. M., & Seghir, G. M. (2015). "Factors Affecting CO2 Emissions in the BRICS countries: a panel data analysis". *Procedia Economics and Finance*, 26, 114-125.
- Zhao, X., Ma, Q., & Yang, R. (2013). "Factors influencing CO 2 emissions in China's power industry: Co-integration analysis". *Energy Policy*, 57, 89-98.
- Zhu, H., Duan, L., Guo, Y., & Yu, K. (2016). "The effects of FDI, economic growth and energy consumption on carbon emissions in ASEAN-5: Evidence from panel quantile regression". *Economic Modelling*, 58, 237-248.