

# PENGARUH URBANISASI, PERTUMBUHAN PDB SEKTOR INDUSTRI DAN PERTUMBUHAN PDB SEKTOR TRANSPORTASI TERHADAP POLUSI LINGKUNGAN DI INDONESIA

## *Abstract*

*This study analyze the effect of urbanization, GDP growth of industrial sector and GDP growth of transportation sector on environmental pollution in Indonesia. It employed Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model on annual time series data from 1994 to 2016. Results found that there is a short-term and long-term relationship between research variables. Furthermore, in the long term variables urbanization and GDP growth of transportation sector are affecting the environmental pollution in Indonesia positively and significantly. The GDP growth of industrial sector also has positive but not significant effect both in long term and short term. Based on these results the study recommends that environmental pollution should be diminished by strengthening the transmigration program and creating public green space in urban environments. The study also stressed the importance of green economy policies so that the GDP growth may be increased without hurt the environment.*

## **Nur Phazillah Helda**

*Magister Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Syiah Kuala  
nurphazillahhelda@gmail.com*

## **Abd Jamal**

*Staf Pengajar Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Syiah Kuala  
abdjamal@unsyiah.ac.id*

## **Taufiq C. Dawood**

*Staf Pengajar Fakultas Ekonomi dan Bisnis  
Universitas Syiah Kuala  
taufiq.dawood@unsyiah.ac.id*

## **Keywords:**

*ARDL, Environmental Pollution, Urbanization, GDP Growth of Industrial Sector, GDP Growth of Transportation Sector*

## PENDAHULUAN

Pembangunan ekonomi yang ideal adalah pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*). Hal yang dimaksud disini ialah kegiatan ekonomi harus dapat berjalan secara bersamaan dengan lingkungan untuk menciptakan keseimbangan ekologis (Mehrizi et al., 2012). Hal ini mengingat pembangunan semestinya memberikan efek kesejahteraan tidak hanya dari sudut pertumbuhan ekonomi melainkan juga dari sudut lainnya yang tidak kalah penting yaitu kualitas lingkungan yang akan mempengaruhi taraf kualitas kehidupan masyarakat (Ariesa, 2016). Namun kenyataannya banyak pembangunan ekonomi yang dilakukan seringkali hanya mengejar pendapatan, tanpa memperdulikan permasalahan lingkungan sehingga muncul kerusakan lingkungan yang diakibatkannya.

Salah satu bentuk polusi lingkungan yang dialami oleh negara berkembang seperti Indonesia adalah polusi udara (Zuhri, 2014). Munculnya polusi udara biasanya ditandai adanya emisi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Emisi tersebut dapat berasal dari industri, transportasi, pertanian dan kehutanan (Gupito & Kodoatie, 2013). Hubungan antara polusi lingkungan dengan pertumbuhan ekonomi dari sektor industri dapat digambarkan melalui hipotesis EKC (*Environmental Kuznetz Curve*), di mana degradasi lingkungan signifikan terjadi di negara-negara berkembang dengan pendapatan per kapita rendah. Sebab pertumbuhan industrialisasi yang besar berfokus untuk memajukan perekonomian dan menyerap tenaga kerja (Was'an, 2012). Hal ini didukung juga oleh pendapat Panayotou (1993) dalam Hutabarat (2010) menyatakan bahwa bahwa suatu lingkungan akan mengalami degradasi (penurunan) ketika struktur ekonomi beralih dari desa ke kota, dari sektor pertanian ke sektor industri. Ini artinya peningkatan sektor industri dapat menyebabkan polusi di negara berkembang semakin meningkat.

Selain sektor industri, sektor transportasi juga berpengaruh terhadap peningkatan emisi gas CO<sub>2</sub>, hal ini dapat dilihat fungsi moda transportasi atau kendaraan sebagai urat nadi pertumbuhan ekonomi di mana percepatan pertumbuhan ekonomi di negara berkembang dapat meningkat karena adanya layanan transportasi (Mikayilov et al., 2017). Namun, semakin meningkatnya layanan transportasi menyebabkan jumlah kendaraan semakin bertambah sangat pesat khususnya di daerah perkotaan, yang berdampak pada peningkatan polusi lingkungan.

Di tengah maraknya pembangunan ekonomi yang ada di Indonesia sangat terlihat jelas dari pertumbuhan ekonomi di kota-kota besar. Pembangunan ekonomi perkotaan menyebabkan sebagian besar masyarakat yang tinggal di kota-kota besar merupakan pendatang dari daerah-daerah yang ada di Indonesia dengan beragam tujuan. Hal ini biasa disebut dengan urbanisasi. Namun, tingkat urbanisasi yang tinggi jika tidak didukung dengan perencanaan perkotaan yang baik akan menambah masalah baru bagi lingkungan. Urbanisasi menjadi pendorong pencemaran lingkungan perkotaan

misalnya kemacetan karena lalu lintas kota yang padat sehingga menambah polusi di perkotaan dan munculnya pemukiman kumuh di jalur kereta api, di daerah jalur hijau dan bantaran sungai akibat banyak diantara mereka yang datang ke kota tidak mendapatkan pekerjaan, serta dikembangkannya industri-industri baru dan fasilitas transportasi (Ischak, 2001).

Selain itu, urbanisasi mendorong aktivitas ekonomi semakin berkembang di wilayah perkotaan mengakibatkan intensitas penggunaan energi menjadi lebih tinggi. Intensitas kebutuhan terhadap energi yang tinggi akibat urbanisasi dan aktivitas ekonomi berdampak pada produksi emisi turut meningkat. Hal tersebut dijelaskan bahwa energi merupakan faktor yang merangsang pembangunan ekonomi dan sosial untuk meningkatkan kualitas kehidupan manusia namun dapat juga menyebabkan lingkungan menjadi terkontaminasi khususnya jika konsumsi energi tidak efisien (Mehrizi et al., 2012). Peningkatan polusi lingkungan terlihat dari emisi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari energi yang berasal dari pembakaran fosil berupa transportasi, serta zat berbahaya lainnya dari kegiatan perindustrian, rumah tangga dan lain-lain yang meningkatkan emisi gas rumah kaca.

Berawal dari fenomena di atas adanya urbanisasi ini menimbulkan kekhawatiran terhadap aktivitas manusia yang menghasilkan emisi gas di atmosfer dan dapat menjadi tekanan bagi lingkungan dan kehidupan itu sendiri. Terutama perekonomian yang mengandalkan sebagian besar pendapatannya dari sumberdaya alam tidak dapat diperbaharui menyebabkan eksploitasi sumberdaya tersebut sehingga ketersediaannya semakin menipis. Maka dari itu, penilaian dampak dari urbanisasi dan pertumbuhan PDB dari sektor industri dan sektor transportasi terhadap emisi gas CO<sub>2</sub> sangat penting dilakukan untuk mengetahui dampak emisi yang ditimbulkan sebagai pengawasan dan menjadi bahan pertimbangan untuk pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan, dan juga sebagai evaluasi bahwa pentingnya bagi masyarakat perkotaan untuk menjaga lingkungan sehingga dapat memberikan kontribusi jangka panjang dalam hal kenyamanan lingkungan khususnya perkotaan yang menjadi tujuan para pelaku urbanisasi.

## **TINJAUAN TEORITIS**

### **Pengaruh Urbanisasi Terhadap Emisi Gas CO<sub>2</sub>**

Pada tahap urbanisasi dan industrialisasi mulai muncul di berbagai negara-negara sedang berkembang akan ditandai dengan dengan kenaikan pendapatan dan kerusakan lingkungan hidup. Dengan pengertian lain, peningkatan urbanisasi mempunyai pengaruh negatif terhadap lingkungan, seperti polusi udara, air, dan tanah (Todaro, 2003). Akan tetapi menurut teori transisi lingkungan perkotaan yang menghubungkan aspek lingkungan dengan pembangunan perkotaan bahwa urbanisasi memiliki dampak positif dimana kepadatan urbanisasi yang lebih tinggi dalam mencapai

skala ekonomi menimbulkan kesadaran masyarakat tentang masalah lingkungan sehingga mendorong peningkatan permintaan untuk energi intensif produk yang pada akhirnya menyebabkan tingkat pencemaran akan berkurang (Shahbaz et al., 2015).

### **Pengaruh Pertumbuhan PDB Terhadap Emisi Gas CO<sub>2</sub>**

Secara teori hubungan pertumbuhan PDB sektor industri dan PDB sektor transportasi terhadap emisi gas CO<sub>2</sub> dapat digambarkan oleh teori kurva lingkungan Kuznetz (*environmental Kuznetz curve*), yang yang menghubungkan pertumbuhan ekonomi dengan polusi lingkungan (emisi gas CO<sub>2</sub>) (Suparmoko, 2008:12).

Namun ketika suatu negara telah mencapai pada tingkat pendapatan tinggi akan terjadi titik balik. Hal ini dapat dilihat dari Kurva lingkungan Kuznetz, pada tahap pertama (*pre-industrial economics*) dan tahap kedua (*industrial economics*) ditandai oleh transformasi ekonomi dari sektor pertanian ke sektor industri (industrialisasi) maka pembangunan ekonomi akan diikuti oleh peningkatan polusi lingkungan. Setelah itu pada tahap ketiga (*post-industrial economics*), sektor industri mulai beralih ke sektor jasa. Pergerakan ini akan diikuti oleh penurunan polusi seiring dengan peningkatan pendapatan. Selanjutnya peningkatan permintaan akan kualitas lingkungan berjalan seiring dengan peningkatan pendapatan (Panayotou, 2003).

### **Penelitian Sebelumnya**

Literatur empiris tentang pengaruh urbanisasi terhadap polusi lingkungan yang diprosikan melalui emisi gas karbon dioksida telah menghasilkan temuan yang bervariasi. Misalnya, Lu & Huang (2011) menganalisis dampak urbanisasi pada emisi CO<sub>2</sub> untuk energi di Cina dari 1980-2009. Model yang digunakan yaitu kausalitas Ganger dan VECM. Hasil menunjukkan bahwa urbanisasi mempengaruhi emisi karbon untuk energi di Cina. Hubungan variabel tersebut hanya ditemukan dalam jangka panjang.

Mehrizi et al. (2012) melakukan penelitian tentang hubungan dan jangka panjang dari lima variabel: emisi CO<sub>2</sub>, intensitas penggunaan energi, tingkat pertumbuhan produk domestik bruto, populasi perkotaan dan pertumbuhan populasi di Iran selama tahun 1973-2008. Dalam penelitian ini digunakan model vektor autoregresif (VAR). Hasil penelitian menunjukkan semua variabel berpengaruh positif pada emisi gas CO<sub>2</sub>.

Penelitian lainnya, Hossain (2012) membahas hubungan kausal dinamis antara emisi karbon dioksida, konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi, perdagangan luar negeri dan urbanisasi untuk

periode 1960-2009 dengan menggunakan *ARDL Bound Test* dan *VEC Model*. Hasil penelitian memperlihatkan urbanisasi mempengaruhi emisi gas CO<sub>2</sub> secara negatif dan tidak signifikan.

Hasil ini didukung juga oleh Keho (2015) melakukan penelitian mengenai determinan emisi CO<sub>2</sub> dalam jangka panjang di Cote d'Ivoire dengan pendekatan *bounds testing cointegration* dan *ARDL* dari periode 1970-2010. Hasil penelitian ini menemukan koefisien urbanisasi adalah negatif dan signifikan pada level 10 persen, artinya urbanisasi berkontribusi untuk mengurangi emisi karbon dioksida per kapita di Cote d'Ivoire.

Hasil yang sama juga ditunjukkan Ali et al. (2017) dengan menggunakan pendekatan *Autoregressive distributed lags (ARDL)*, ia menemukan dampak negatif urbanisasi terhadap emisi karbon di Singapura, yang berarti bahwa pembangunan perkotaan di Singapura bukan penghalang untuk peningkatan kualitas lingkungan.

Shahbaz et al. (2015) menyelidiki dampak urbanisasi pada emisi CO<sub>2</sub> di Malaysia selama periode 1970Q1-2011Q4 dengan menerapkan model *STIRPAT*, *ARDL* dan uji kausalitas *VECM Granger*. Hasil empiris menyatakan hubungan antara urbanisasi dan emisi CO<sub>2</sub> adalah berbentuk U yaitu urbanisasi awalnya mengurangi emisi CO<sub>2</sub>, tetapi setelah di ambang batas, urbanisasi justru meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>. Hal ini diperkuat dengan analisis kausalitas menunjukkan bahwa urbanisasi menyebabkan emisi gas CO<sub>2</sub>.

Poku (2016) memeriksa secara empiris hubungan antara urbanisasi, populasi dan CO<sub>2</sub> emisi di 45 negara Sub-Sahara Afrika (SSA) dengan menggunakan data panel dari 1990-2010 dan model panel heterogen dinamis. Studi ini menyimpulkan peningkatan dalam urbanisasi dan populasi secara signifikan meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> baik jangka panjang dan pendek.

Dalam penelitian Zhang et al. (2017) menganalisis pengaruh urbanisasi terhadap emisi karbon di Provinsi Jiangsu dengan mengembangkan penelitian milik Kaya. Hasil studi menunjukkan urbanisasi merupakan faktor penting yang mempengaruhi total emisi karbon. Efek urbanisasi marjinal akan tetap meningkat hingga tingkat urbanisasi mencapai 78,94 persen.

Penelitian-penelitian sebelumnya membuktikan PDB cenderung mendorong terjadinya degradasi lingkungan. Gupito & Kodoatie (2013) menyelidiki emisi CO<sub>2</sub> dan PDRB per kapita di Jawa Tengah dari empat sektor yang diteliti dengan menggunakan metode *OLS* dari tahun 2009-2010. Hasil empiris menunjukkan bahwa PDRB per kapita sektor transportasi berhubungan positif, sementara sektor industri berpengaruh negatif terhadap emisi gas CO<sub>2</sub>.

Hutabarat (2010) meneliti pengaruh PDB sektor industri terhadap kualitas lingkungan dari emisi CO<sub>2</sub> dan sulfur di 5 negara ASEAN periode 1980-2000. Hasil penelitian ini memperlihatkan pada tahap awal, emisi sulfur dan CO<sub>2</sub> terus seiring dengan pembangunan ekonomi. Namun setelah

melewati titik balik pertama, pertumbuhan ekonomi menyebabkan emisi gas sulfur dan CO<sub>2</sub> menurun. Namun dampak positif pertumbuhan ekonomi ini tidak berlangsung lama.

Penelitian lainnya, Novara (2015) menganalisis pengaruh pertumbuhan PDB sektoral khususnya sektor industri dan transportasi domestik terhadap emisi gas CO<sub>2</sub> di Indonesia dari tahun 1991-2013 dengan menggunakan model *Ordinary Least Square* (OLS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan PDB sektor industri berpengaruh negatif dan signifikan, sedangkan pertumbuhan PDB sektor transportasi tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi gas CO<sub>2</sub> di Indonesia.

### **Hipotesis**

Diduga urbanisasi, pertumbuhan PDB sektor industri dan pertumbuhan PDB sektor transportasi berpengaruh positif terhadap peningkatan emisi gas CO<sub>2</sub> proksi dari polusi lingkungan di Indonesia.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Jenis dan Sumber Data**

Berdasarkan jenis dan menurut sumbernya, data yang digunakan adalah data sekunder. Pengumpulan data sekunder diperoleh melalui situs *World Bank*, *BP Statistical Review of World Energy* dan Badan Pusat Statistik (BPS) serta studi empiris yang mempunyai relevansi dengan penelitian ini. Jenis data yang digunakan adalah bentuk runtun waktu (*times series*) tahunan mulai tahun 1994-2016 yakni data populasi urbanisasi, pertumbuhan PDB sektor industri dan pertumbuhan PDB sektor transportasi, serta emisi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

### **Model Analisis**

Model analisis yang digunakan penelitian ini adalah bersifat kuantitatif dengan menggunakan metode *Autoregressive Distributed Lag* (ARDL). Metode ARDL pertama kali diperkenalkan oleh Pesaran et al. (2001). ARDL merupakan model regresi Model ARDL juga menghasilkan respon yang berbeda baik untuk jangka panjang maupun jangka pendek dari variabel terikat terhadap satu unit perubahan nilai penjelas (Gujarati, 2003). Metode ARDL memiliki beberapa kelebihan dibandingkan teknik kointegrasi tradisional yang disarankan oleh Engle Granger (1987), Johansen (1988) dan Johansen & Juselius (1990). Metode kointegrasi tradisional memperkirakan hubungan jangka panjang dalam sistem persamaan dan mengharuskan semua variabel stasioner pada diferensiasi yang sama, sementara metode ARDL hanya menggunakan satu persamaan *reduce form* dan semua variabel penelitian tidak perlu diintegrasikan dengan diferensiasi yang sama sehingga variabel dengan

integrasi I(0), I(1) atau keduanya dapat digunakan, namun demikian, integrasi tidak boleh melebihi satu. Kemudian, ARDL bisa digunakan pada jumlah data yang kecil dan terbatas (Pesaran & Shin, 1999 dan Pesaran et al., 2001 dalam Ali et al., 2017)

Secara umum, model persamaan ARDL dinyatakan sebagai berikut :

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_1 \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_2 \Delta X_{1t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_3 \Delta X_{2t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_4 \Delta X_{3t-i} + \theta_1 Y_{t-i} + \theta_2 X_{1t-i} + \theta_3 X_{2t-i} + \theta_4 X_{3t-i} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :  $\beta_0$  = Konstanta,  $\beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4$  = Koefisien Jangka Pendek,  $\theta_1 \theta_2 \theta_3 \theta_4$  = Koefisien Jangka Panjang, L = Logaritma,  $\Delta$  = *First difference*, k = Panjang lag, i = Urutan lag,  $\varepsilon_t$  = *Error Term*.

Spesifikasi model ARDL yang akan digunakan penelitian ini mengacu pada persamaan model yang dimiliki Hossain (2012), Shahbaz et al. (2015), Keho (2015) dan Ali et al. (2017). Keempat studi tersebut menggunakan ARDL sebagai model dalam menganalisis variabel yang diuji. Pada model penelitian ini, peneliti memasukkan variabel pertumbuhan PDB sektor industri dan pertumbuhan PDB sektor transportasi. Untuk memudahkan dalam menganalisa, maka peneliti memformulasikan model yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

$$LCO2 = \beta_0 + \beta_1 Urpop + GDPI + GDPT + \varepsilon_t \dots \dots \dots (2)$$

Bentuk model ARDL dalam penelitian ini dapat disusun menjadi :

$$\Delta LCO2_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_1 \Delta LCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_2 \Delta Urpop_{1t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_3 \Delta GDPI_{2t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_4 \Delta GDPT_{3t-i} + \theta_1 LCO2_{t-i} + \theta_2 Urpop_{1t-i} + \theta_3 GDPI_{2t-i} + \theta_4 GDPT_{3t-i} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :  $CO2_{t-i}$  : lag dari Emisi gas CO2 (juta ton);  $Urp_{t-i}$  : lag dari Urbanisasi (%);  $GDPI_{t-i}$  : lag dari Pertumbuhan PDB Sektor Industri (%);  $GDPT_{t-i}$  : lag dari Pertumbuhan PDB Sektor Transportasi (%).

Pengaruh jangka panjang pada penelitian ini bisa dituliskan :

$$\Delta LCO2_t = \beta_0 + \theta_1 CO2_{t-i} + \theta_2 Urpop_{1t-i} + \theta_3 GDPI_{2t-i} + \theta_4 GDPT_{3t-i} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (4)$$

Sedangkan pengaruh jangka pendek bisa dituliskan :

$$\Delta LCO2_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_1 \Delta LCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_2 \Delta Urpop_{1t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_3 \Delta GDPI_{2t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_4 \Delta GDPT_{3t-i} + \delta ECT_{t-i} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :  $\delta$  adalah koefisien dari *Error Correction Term* (ECT) yang menggambarkan kecepatan penyesuaian dari jangka pendek ke keseimbangan jangka panjang. Maksudnya adalah, ketidakseimbangan akibat guncangan di tahun sebelumnya akan dikoreksi pada keseimbangan jangka panjang pada tahun ini. Menurut Salomo (2007) agar model yang dikoreksi (*Error Correction Model/ECM*) menjadi model yang valid maka variabel-variabel yang berkointegrasi harus memiliki nilai ECT yang negatif dan signifikan secara statistik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Akar-akar Unit (*Unit Roots Test*)

Tahap pertama yang harus dilakukan dalam model ARDL adalah menguji tingkat stasioneritas data. Hal ini penting dilakukan untuk memastikan bahwa variabel tidak boleh stasioner pada ordo I (2) untuk menghindari regresi palsu (Keho, 2015). Menurut F-statistik Pesaran et al. (2001) stasioner hanya berlaku jika variabel adalah I (0) atau I (1). Untuk itu dalam penelitian ini pengujian stasioneritas yang digunakan adalah pendekatan *Phillips Perron*.

**Tabel 1**  
**Hasil Uji Akar-akar Unit (*Unit Roots Test*) dengan Pendekatan *Phillips Perron* (PP)**

Variabel	Nilai Statistik ADF		Hasil
	<i>At Level</i>	<i>First Difference</i>	
LCO2	-	-4.354389 (0.0029)***	I(1)
URPOP	-4.770531 (0.0011)***	-	I(0)
GDPI	-5.553957 (0.0002)***	-	I(0)
GDPT	-3.136279 (0.0384)**	-	I(0)

Keterangan: \*\*\*, \*\*, \* signifikan pada 1%, 5%, 10%.

Sumber: Hasil Pengolahan Data, diolah dengan menggunakan *Eviews 10* (2018)

Dari hasil pengujian ditemukan bahwa variabel urbanisasi (Urpop), pertumbuhan PDB sektor industri (GDPI), pertumbuhan PDB sektor transportasi (GDPT) stasioner pada tingkat level I(0) dengan tingkat signifikansi 1-5 persen, sedangkan untuk variabel emisi gas CO<sub>2</sub> (LCO2) proksi dari polusi lingkungan mempunyai *unit root* pada tingkat level sehingga perlu dilakukan pengujian pada tingkat *first difference* dan didapatkan hasil bahwa variabel emisi gas CO<sub>2</sub> (LCO2) stasioner pada tingkat *first difference* I(1) dengan tingkat signifikansi 1 persen. Hasil uji stasioner ini dapat disimpulkan bahwa variabel telah terintegrasi pada ordo yang berbeda yaitu I(0) dan I(1), hal ini memenuhi syarat model ARDL sebelumnya (Pesaran et al., 2001 dalam Ali et al., 2017).

### Hasil Uji Lag Optimal (*Lag Length Criteria*)

Setelah diketahui bahwa metode yang cocok digunakan untuk penelitian ini adalah model ARDL, langkah selanjutnya adalah menentukan panjang lag optimal. Uji lag optimal diperlukan untuk menjelaskan berapa lama pengaruh antara suatu variabel terhadap variabel lainnya.

**Tabel 2**  
**Hasil Uji Panjang Lag (Lag Length Criteria)**

Lag	AIC	SC	HQ
0	12.82945	13.02860	12.86833
1	4.656204	5.651937	4.850582
2	4.779862	6.572180	5.129742
3	0.423396*	3.012300*	0.928777*

*Sumber: Hasil Pengolahan Data, diolah dengan menggunakan Eviews 10 (2018)*

Penentuan panjang lag berdasarkan dari jumlah bintang terbanyak kriteria *Akaike Information Criteria* (AIC), *Schwarz Information Criteria* dan *Hannan-Quinn Information Criteria*. Tabel 2 menunjukkan bahwa panjang lag optimal berada pada lag 3.

### Hasil Uji Kointegrasi (*Cointegration Test*)

Uji kointegrasi dilakukan untuk melihat keseimbangan jangka panjang di antara variabel penelitian. Uji kointegrasi dalam penelitian ini menggunakan *Bound Test Cointegration*.

**Tabel 3**  
**Hasil Uji Kointegrasi (Bound Test Cointegration)**

F-statistics:	<i>Critical Values</i>		Kesimpulan
4.762535	<i>Lower Bound</i>	<i>Upper Bound</i>	
<i>1% significance level</i>	4.29	5.61	Berkointegrasi
<i>5% significance level</i>	3.23	4.35	
<i>10% significance level</i>	2.72	3.77	

*Sumber: Hasil Pengolahan Data, diolah dengan menggunakan Eviews 10 (2018)*

Tabel 4.4 menunjukkan hasil bahwa F-statistik yang dihitung adalah 4,76 lebih besar dari nilai kritis batas atas 4,35 pada tingkat signifikansi 5 persen. Sehingga hipotesis nol yang menyatakan tidak ada kointegrasi adalah ditolak, yang artinya ada hubungan kointegrasi jangka panjang yang stabil di antara variabel polusi lingkungan atau emisi gas CO<sub>2</sub>, urbanisasi, pertumbuhan PDB sektor industri dan pertumbuhan PDB sektor transportasi.

### Hasil Estimasi ARDL (*Model Estimation*)

Setelah diketahui adanya kointegrasi atau keseimbangan jangka panjang dalam model penelitian ini maka mengestimasi model ARDL dapat dilakukan.. Berikut ini pemilihan model

berdasarkan *Akaike Information Criterion* menunjukkan model ARDL (3,2,3,3) yang terbaik seperti yang terlihat pada Tabel 4.

**Tabel 4**  
**Hasil Estimasi Model ARDL**

Variabel	Koefisien	t-statistik	Prob.
LCO2 (-1)	0.168582	0.536126	0.6149
LCO2 (-2)	-0.395659	-1.300474	0.2502
LCO2 (-3)	-1.361272	-2.962079	0.0314**
URPOP	-0.991383	-1.520603	0.1888
URPOP (-1)	2.099529	1.779106	0.1354
URPOP (-2)	-0.962796	-1.849225	0.1237
GDPI	0.005413	0.627049	0.5581
GDPI (-1)	-0.011089	-1.515446	0.1901
GDPI (-2)	-0.003455	-0.504883	0.6351
GDPI (-3)	0.016478	1.485483	0.1976
GDPT	0.005900	1.010928	0.3584
GDPT (-1)	0.011709	1.845967	0.1242
GDPT (-2)	-0.000675	-0.120908	0.9085
GDPT (-3)	0.010531	1.848940	0.1237
C	8.179507	3.944029	0.0109
R square = 0.996411		DW statistic = 3.085654	
Adj. R square = 0.986361		F-statistics = 0.000038	

Keterangan: \*\*\*, \*\*, \* signifikan pada 1%, 5%, 10%.

Sumber: Hasil Pengolahan Data, diolah dengan menggunakan *Eviews 10 (2018)*

Tabel 4 memperlihatkan masing-masing variabel mengalami perubahan dinamis dari periode saat ini hingga lag 3. Namun demikian, nilai *R-square* dan *R-square adjusted model* ARDL tersebut relatif tinggi yaitu sekitar 0,99 dan 0,98. Nilai *R-square* sebesar 0.996411, yang artinya bahwa sebanyak 99,6 persen variasi variabel terikat LCO2 mampu dijelaskan oleh masing-masing variabel bebas pada penelitian ini. Hal ini mengindikasikan model penelitian ini cukup baik untuk di analisis.

### **Pengaruh Jangka Panjang dan Jangka Pendek**

Dari hasil estimasi ARDL kita dapat melihat pengaruh jangka panjang dan jangka pendek emisi gas CO<sub>2</sub>, pertumbuhan PDB sektor industri dan pertumbuhan PDB sektor transportasi. Hasil pengaruh jangka panjang dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 5**  
**Pengaruh Jangka Panjang (*Long Run Model*)**

Variabel Dependen : LCO2			
Variabel	Koefisien	t-statistik	Prob.
URPOP	0.056156	42.87796	0.0000***
GDPI	0.002839	0.393463	0.7102
GDPT	0.010612	2.504408	0.0542*
C	3.160126	30.06513	0.0000

Keterangan: \*\*\*, \*\*, \* signifikan pada 1%, 5%, 10%.

Sumber: Hasil Pengolahan Data, diolah dengan menggunakan Eviews 10 (2018)

Estimasi jangka panjang ARDL dari Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa dalam jangka panjang yang menjadi faktor penentu polusi lingkungan (emisi gas CO<sub>2</sub>) adalah urbanisasi (URPOP), hal ini sebab nilai koefisien estimasi urbanisasi paling besar di antara dua variabel lainnya dan juga memiliki pengaruh positif dan signifikan. Selain itu, variabel pertumbuhan PDB dari sektor transportasi (GDPT) juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi gas CO<sub>2</sub> pada tingkat 10 persen. Akan tetapi, hasil estimasi jangka panjang pada variabel pertumbuhan PDB sektor industri menunjukkan tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi gas CO<sub>2</sub> dalam jangka panjang.

Sementara itu dalam analisis pengaruh jangka pendek model ARDL yang dapat dilihat dari estimasi *Error Correction Method* (ECM) pada Tabel 6 menunjukkan bahwa variabel pertumbuhan PDB sektor industri dan pertumbuhan PDB sektor transportasi memiliki pengaruh positif meskipun tidak signifikan secara statistik, kecuali variabel perubahan urbanisasi memiliki nilai negatif signifikan dalam jangka pendek.

**Tabel 6**  
**Pengaruh Jangka Pendek (*Short Run Model*)**  
**Variabel Dependen : D(LCO<sub>2</sub>)**

Variabel	Koefisien	t-statistik	Prob.
D(URPOP)	-0.991383	-5.254765	0.0033***
D(GDPI)	0.005413	1.507174	0.1921
D(GDPT)	0.005900	1.899175	0.1160
CointEq(-1)	-2.588348	-5.916112	0.0020***

Keterangan: \*\*\*, \*\*, \* signifikan pada 1%, 5%, 10%.

Sumber: Hasil Pengolahan Data, diolah dengan menggunakan Eviews 10 (2018)

Hasil representasi model ECM-ARDL ditunjukkan dalam Tabel 6 diperoleh koefisien ECT adalah negatif dan signifikan pada tingkat 1 persen yaitu -2.588348. Hal ini menunjukkan model ECM yang dijalankan cukup valid. Nilai koefisien ECT tersebut mempunyai arti bahwa proses penyesuaian dari penyimpangan jangka pendek cukup lambat. Lebih tepatnya, hanya sekitar 2,5 persen setiap tahunnya kecepatan penyesuaian dari *disequilibrium* periode sebelumnya menuju keseimbangan jangka panjangnya pada periode saat ini.

Dengan demikian dari kedua tabel (5 dan 6) dapat ditarik kesimpulan bahwa urbanisasi berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi gas CO<sub>2</sub> pada jangka pendek dan sebaliknya pada jangka panjang berpengaruh positif dan signifikan. Hasil analisis tersebut sesuai teori dan hipotesis yang dibangun bahwa urbanisasi mempunyai hubungan positif, ketika urbanisasi meningkat maka emisi gas CO<sub>2</sub> ikut meningkat sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mehrizi et al. (2012)

bahwa karena peningkatan populasi perkotaan maka penggunaan infrastruktur, transportasi dan energi akan meningkat serta transisi dari pertanian ke industri juga akan meningkatkan polusi lingkungan. Penelitian terdahulu seperti Lu & Huang (2011), Poku (2016), Zhang et al. (2017) juga membuktikan urbanisasi dapat mendorong bertambahnya polusi lingkungan.

Selanjutnya hasil analisis pertumbuhan PDB sektor transportasi terhadap emisi gas CO<sub>2</sub> di Indonesia menunjukkan pengaruh yang positif namun tidak signifikan dalam jangka pendek. Hasil analisis ini disebabkan karena pada awal pembangunan ekonomi biasanya melakukan pembangunan infrastruktur yang dibutuhkan untuk mendukung kelancaran transportasi itu sendiri, sehingga pengaruhnya terhadap polusi masih minim karena transportasi belum banyak digunakan. Sedangkan dalam jangka panjang pertumbuhan PDB sektor transportasi berpengaruh positif dan signifikan pada tingkat signifikansi 10 persen, artinya ketika pertumbuhan PDB sektor transportasi mengalami peningkatan akan menyebabkan emisi gas CO<sub>2</sub> meningkat. Hasil analisis tersebut sejalan dengan teori dan hipotesis yang dibangun bahwa pertumbuhan PDB sektor transportasi berhubungan positif dengan emisi gas CO<sub>2</sub>. Menurut Jones (2004) dalam penelitian Agung dkk. (2017) kota merupakan titik sentral produksi yang artinya seluruh kegiatan produksi akan berpusat di daerah perkotaan. Peningkatan konsentrasi di perkotaan ini mendorong kebutuhan transportasi semakin meningkat maka penggunaan bahan bakar fosil juga akan meningkat yang kemudian menyebabkan bertambahnya polusi lingkungan. Temuan ini konsisten dengan penelitian Gupito & Kodoatie (2013) bahwa PDRB per kapita sektor transportasi berhubungan positif, juga sejalan dengan temuan Novara (2015) yang menyatakan pertumbuhan PDB sektor transportasi tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas CO<sub>2</sub> di Indonesia.

Disisi lain, variabel pertumbuhan sektor industri berpengaruh positif dan tidak signifikan baik dalam jangka pendek dan jangka panjang. Pengaruh tidak signifikan tersebut diduga karena kontribusi gas buang yang dihasilkan cerobong asap industri maupun limbahnya jumlahnya tidak sebanding gas buang kendaraan bermotor dari sektor transportasi yang sering digunakan dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Perkembangan jumlah kendaraan umumnya lebih cepat bila dibandingkan pertumbuhan industri sebab untuk membangun suatu industri dan/atau kegiatan usaha diperlukan perizinan masalah dampak lingkungan (AMDAL) dalam rangka perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Meskipun demikian pertumbuhan PDB sektor industri bisa menyebabkan peningkatan emisi gas CO<sub>2</sub>, hal ini dibuktikan dari hubungannya sejalan dengan teori dan hipotesis yang dibangun bahwa pertumbuhan PDB sektor industri berpengaruh positif pada emisi gas CO<sub>2</sub>. Hasil ini konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh Hutabarat (2010), yang meneliti PDB sektor industri dan kualitas lingkungan dari emisi CO<sub>2</sub> dan sulfur di 5 negara ASEAN. Salah satu kesimpulannya menyatakan pada tahap awal, emisi sulfur dan CO<sub>2</sub> mengalami peningkatan

seiring dengan pembangunan ekonomi. Setelah melewati titik balik pertama, pertumbuhan ekonomi menyebabkan tingkat emisi sulfur dan CO<sub>2</sub> menurun. Namun kondisi ini tidak berlangsung lama sebab pembangunan kembali memperburuk kualitas lingkungan.

### Hasil Uji Diagnosis (*Diagnostic Test*)

Uji diagnosis sangat penting untuk menunjukkan hasil regresi yang baik dan hubungan yang signifikan. Uji ini terkait dengan asumsi model regresi linier klasik seperti normalitas, autokorelasi dan heteroskedastisitas.

**Tabel 7**  
**Hasil Uji Diagnosis**

Pengujian	Nilai statistik	<i>p-value</i>
Normalitas ( <i>Jarque-Bera test</i> )	0.961045	0.618460
Autokorelasi ( <i>LM Lagrange Multiplier</i> )	9.727481	0.0946
Heteroskedastisitas ( <i>Breusch Godfrey test</i> )	1.163021	0.4687

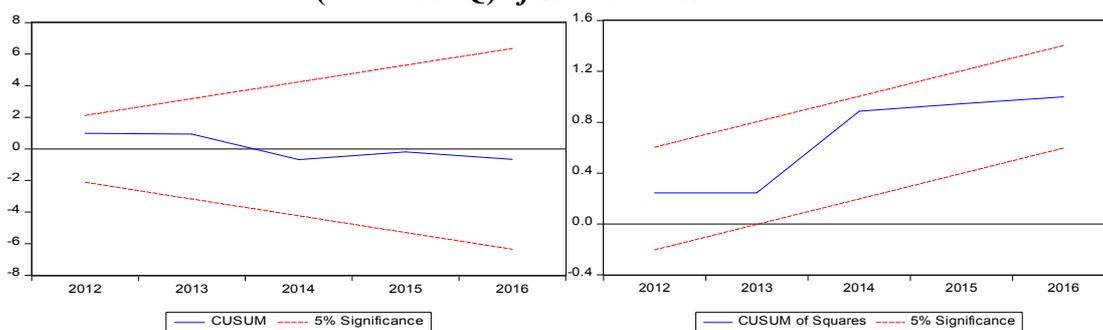
*Sumber: Hasil Pengolahan Data, diolah dengan menggunakan Eviews 10 (2018)*

Hasil uji diagnosis pada Tabel 7 memperlihatkan bahwa model penelitian ini melewati semua tiga pengujian asumsi klasik. Dengan demikian data terdistribusi secara normal, tidak terkorelasi secara serial, dan residual bersifat homoskedastisitas.

### Hasil Uji Stabilitas (*Stability Test*)

Uji stabilitas berguna untuk memeriksa stabilitas parameter jangka panjang serta penyesuaian jangka pendek dalam ECM-ARDL. Jika plot statistik CUSUM dan CUSUMSQ terletak di dalam batas-batas kritis pada tingkat signifikansi 5 persen maka hipotesis nol semua koefisien dalam regresi adalah stabil.

**Gambar 1**  
**Hasil Cumulative Sum (CUSUM) of Recursive Residuals dan Cumulative Sum of Squares (CUSUMSQ) of Recursive Residuals**



Gambar 1 menunjukkan bahwa plot CUSUM dan CUSUMSQ statistik berada dalam batas kritis 5 persen yang menyiratkan kestabilan koefisien jangka pendek dan koefisien jangka panjang dalam *Error Correction Method* (ECM)-ARDL. Kestabilan model juga ditunjukkan dalam penelitian Hossain (2012) dan Ali et al. (2016).

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat hubungan jangka pendek dan jangka panjang di antara variabel penelitian.
2. Dalam jangka panjang, variabel urbanisasi dan pertumbuhan PDB transportasi secara positif dan signifikan berpengaruh pada polusi lingkungan di Indonesia. Pertumbuhan PDB sektor industri juga berpengaruh positif namun tidak signifikan baik dalam jangka panjang dan jangka pendek.

### **Saran**

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijelaskan, maka penulis mengemukakan beberapa saran sebagai berikut :

1. Pemerintah perlu melakukan pemerataan pembangunan di seluruh wilayah hingga pedesaan dan menggiatkan program transmigrasi agar dapat mengurangi jumlah penduduk yang datang ke kota serta menambah ruang terbuka hijau publik di lingkungan perkotaan.
2. Untuk sektor industri lebih diperhatikan bagi pengusaha industri yang limbahnya mencemari lingkungan agar sekiranya limbah tersebut dapat di daur ulang kembali. Dan pemerintah perlu membatasi pembangunan pabrik di sekitar pemukiman masyarakat dengan membuat kawasan khusus industri di wilayah tertentu.
3. Diharapkan kepada pemerintah untuk membuat kebijakan terkait lalu lintas untuk mengurangi kemacetan akibat banyaknya kendaraan bermotor seperti menambah ruas jalan di perkotaan dan mengaktifkan kembali fungsi moda transportasi publik. Kemudian bagi masyarakat dianjurkan menggunakan kendaraan dengan bahan bakar yang lebih irit seperti Pertamina atau Pertalite guna mengurangi polusi lingkungan.
4. Sudah saatnya pembangunan ekonomi Indonesia menerapkan kebijakan *green economy* dengan mengutamakan inovasi dan produksi yang ramah lingkungan pada setiap kegiatan ekonomi, hal

ini untuk menghindari penggunaan sumber daya secara berlebihan dan mendukung upaya Pemerintah dalam menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK).

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Prima., Djoni Hartono & Agni A. Awirya. (2017). Pengaruh Urbanisasi Terhadap Konsumsi Energi dan Emisi CO<sub>2</sub> : Analisis Provinsi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*. Vol. 1, No. 2 : 9-17.
- Ali, Hamisu Sadi., AS Abdul Rahim & M. Bashir Ribadu. (2017). Urbanization And Carbon Dioxide Emissions in Singapore : Evidence from the ARDL Approach. *Enviromental Science and Pollution Research*. Vol. 24, Issue 2 : 1967-1974.
- Ariesa, Yuni. (2016). Analisis Pengaruh Proses Pembangunan Terhadap Degradasi Lingkungan di Indonesia. *Jurnal Manajemen Prima Fakultas Ekonomi Universitas Prima Indonesia*. Vol. VI, No. 1.
- Gupito, Katrin Retno & Johanna M. Kodoatie. (2013). Keterkaitan PDRB Per Kapita dari Sektor Industri, Transportasi, Pertanian dan Kehutanan Terhadap Kualitas Lingkungan Diukur dari Emisi CO<sub>2</sub> di Jawa Tengah. *Diponegoro Journal of Economics*. Vol. 2, No.1 : 1-7.
- Gujarati, Damodar. (2003). *Ekonometrika Dasar Edisi Pertama*. Jakarta : Erlangga.
- Hossain, Sharif. (2012). An Econometric Analysis for CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Foreign Trade and Urbanization of Japan. *Low Carbon Economy*. 3: 92-105.
- Hutabarat, L. (2010). *Pengaruh PDB Sektor Industri terhadap Kualitas Lingkungan Ditinjau dari Emisi Sulfur dan CO<sub>2</sub> di Lima Negara Anggota ASEAN Periode 1980-2000*. Skripsi. Universitas Diponegoro.
- Ischak. (2001). Urbanisasi dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Humaniora*. Vol. XIII, No. 3: 275-283.
- Keho, Yaya. (2015). An Econometric Study of the Long-Run Determinants of CO<sub>2</sub> Emissions in Cote d'Ivoire. *Journal of Finance and Economics*. Vol. 3, Issue 2 : 11-21.
- Lu, Yuanqing & Fang Huang. (2011). The Impact of Urbanization on Co<sub>2</sub> Emissions for Energy in China. *International Conference of Information Technology, Computer Engineering and Management Sciences* : 150-152.
- Mehrizi, Masoud Abouie, S. M. Atashi & Marzie Elahi. (2012). The Effect of Variables Population Growth, Urbanization and Economic Growth on CO<sub>2</sub> Emissions In Iran. *African Journal of Business Management*. Vol.6 (28) : 8414-8419.

- Mikayilov, J. et al. (2017). Does Urbanization Boost Pollution from Transport?. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 65(5) : 1709–1718.
- Novara, Nadia. (2015). *Pengaruh Pertumbuhan PDB Sektoral Terhadap Emisi CO2 di Indonesia*. Skripsi. Universitas Syiah Kuala.
- Panayotou, Theodore (2003). *Economics Growth and the Environmental*. Harvard University and Syprus International Intitute of Management.
- Pesaran, H. M., Y. Shin, & R.J. Smith. (2001). Bounds Testing Approaches to The Analysis of Level Relationships. *J. Appl. Econ.*, 16(3) : 289-326.
- Poku, Frank Adusah. (2016). Carbon Dioxide Emissions, Urbanization and Population : Empirical Evidence in Sub Saharan Africa. *Energy Economic Letters*. 3(1): 1-16.
- Salomo, Ronny. (2007). Peranan Perdagangan Internasional Sebagai Salah Satu Sumber Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. Departemen Perdagangan R.I Program Pascasarjana Ilmu Ekonomi.
- Shahbaz, Muhammad, et al. (2015). How Urbanization Affects CO2 Emissions in Malaysia? The Application of STIRPAT Model. *MPRA Paper No. 6822*.
- Suparmoko, M. (2008). *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Suatu Pendekatan Teoritis*. Edisi Empat Revisi. Yogyakarta : BPFE.
- Todaro, Michael P. (2003). *Pembangunan Ekonomi Di Dunia Ketiga*. Jilid 2. Alih Bahasa Haris Munandar. Jakarta : Erlangga.
- Was'an, Guruh H. (2012). *Dampak Pertumbuhan Ekonomi di Sektor Pertanian dan Industri Terhadap Degradasi Lingkungan*. Skripsi. Bogor : Institute Pertanian Bogor.
- Zhang, Xinlin., Yuan Zhao, Xin Xu & Changjian Wang. (2017). Urbanization Effect on Energy-Related Carbon Emissions in Jiangsu Province from the Perspective of Resident Consumption. *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 26, No. 4 : 1875-1884.
- Zuhri, M. Syaikhuddin. (2014). Pengaruh Faktor-faktor Demografi Terhadap Emisi Udara di Indonesia. *JIEP*. Vol. 14, No. 2 : 13-37.