



KONSENSUS KEMITRAAN GLOBAL PBB (MDGs & SDGs), HIPOTESIS ENVIRONMENTAL KUZNET CURVE (EKC), DAN DEGRADASI KUALITAS UDARA DI INDONESIA PERIODE 1980 - 2018

Yoga Putra Pratama¹

Departemen IESP Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro
yogaputrapratama@students.undip.ac.id

ABSTRACT

The commitment of countries all over the world to overcome the air quality degradation was agreed upon United Nations Global Networking Consensus of Millenium Development Goals (for 2000-2015) and Sustainable Development Goals (for 2015-2030). The aims of this research were to investigate the impact of Indonesian commitment of United Nations Global Networking Consensus towards the air quality degradation and to prove the existence of U-inverted curve hypothesis (Environmental Kuznet Curve) from 1980 -2018 in Indonesia using the estimation technique of Error Correction Model (ECM) Engelman-Granger in order to reveal the short-term and Ordinary Least Square regression in order to reveal the long-term relationship. The impact of Global Networking Consensus of United Nations that agreed upon the Indonesian Government explained by the using of dummy variable with the aim of distinguish the year before and after this consensus implemented in Indonesia. This research was conduct within 2 models, which had 2 different dependent variables, which are CO₂ emission per capita and CO₂ emission in total.

The result of the study showed that EKC is proved long term, but was not proved in short term when CO₂ emission per capita was being the dependent variable., with the reason of Indonesia is still a developing country which was prioritizes the increasing of income per capita without considering the environmental degradation, but someday Indonesia will pass the turning point and increase the income per capita while the environmental degradation is decrease at once. The dummy variable was significant in short term but not significant in long term since Indonesia is not a country that obliged to reduce CO₂ emissions but has an interest to participate in reducing CO₂ emissions based on the MDGs and SDGs agreement. The population growth has a significant positive effect and energy consumption per capita has positive sign and significant.

Keywords: Environmental Kuznet Curve, MDGs & SDGs, CO₂ emissions, Air quality degradation, Error Correction Model.

PENDAHULUAN

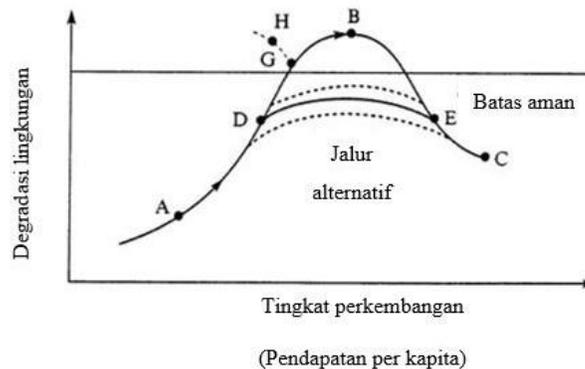
Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu indikator penting untuk melihat keberhasilan pembangunan suatu negara karena pertumbuhan ekonomi menggambarkan kenaikan produktivitas barang dan jasa dari suatu negara (Jonnadi et al., 2012). Selama ini terdapat perdebatan yang berkepanjangan antara pertumbuhan ekonomi dan kerusakan lingkungan. Terdapat korelasi yang kuat antara pendapatan dan kesehatan lingkungan yang menunjukkan hubungan yang positif (Beckerman, 1992).

¹Corresponding author

Pada kenyataannya hampir semua kegiatan ekonomi, membutuhkan teknologi produksi yang secara otomatis menghasilkan polusi. Di dalam sebuah pembangunan yang berkelanjutan terdapat perhatian yang terus meningkat tentang perkembangan ekonomi dunia yang akan menyebabkan kerusakan yang tidak dapat diperbaiki di Bumi.

Pertumbuhan ekonomi menimbulkan eksternalitas yang dirasakan bagi lingkungan sekitar. Salah satu eksternalitas yang terjadi adalah anomali perubahan iklim dan pemanasan global akibat proses industrialisasi yang dilakukan manusia. Pemanasan global merupakan sebuah fenomena bertambahnya gas rumah kaca di atmosfer bumi sebagai konsekuensi dari aktivitas manusia yang memproduksi emisi gas rumah kaca, seperti kendaraan bermotor, CFC (*Chlorofluorocarbon*), dan pembakaran hutan. Aktivitas ekonomi tentu saja ikut ambil bagian di dalam fenomena ini. Pada umumnya, pertumbuhan ekonomi yang pesat akan diiringi dengan kerusakan lingkungan. Salah satunya adalah polusi. Polusi udara adalah salah satu eksternalitas negatif dari yang merupakan konsekuensi dari produksi barang atau jasa.

Gambar 1. *Environmental Kuznet Curve*



Sumber: (Munasinghe, 1999)

Salah satu teori yang mendeskripsikan tentang hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan degradasi lingkungan adalah teori *Environmental Kuznet Curve* (EKC). EKC mengungkapkan bahwa tingkat kerusakan lingkungan akan meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pada titik tertentu, tingkat kerusakan lingkungan akan menurun seiring dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi, grafik ini digambarkan dengan kurva huruf U-terbalik (*U-inverted curve*). Di dalam Gambar 1.1 dapat dijelaskan bahwa, A-D dapat menggambarkan fase pra industri Fase industri dicirikan oleh pendapatan perkapita yang meningkat dibanding fase pra industri, pada fase ini sektor industri telah meningkat, namun belum ramah lingkungan. Tujuan utama pada fase ini adalah meningkatkan pendapatan masyarakat, sehingga masih mengesampingkan keramahan lingkungan. Apabila dibandingkan dengan fase pra-industri, fase ini menghasilkan lebih banyak degradasi lingkungan. Dalam fase industri terdapat dua jalur yang dapat dipilih oleh suatu negara, yaitu jalur industri *mainstream* dan jalur industri alternatif. Jalur alternatif yang artinya suatu negara dapat memelajari negara yang telah masuk ke fase industri, lalu merumuskan kebijakan yang dapat dilakukan untuk dapat mencapai ke fase industri. Dalam gambar, fase ini digambarkan dengan titik D-E.

Konsensus Kemitraan Global PBB adalah sebuah konsep kerjasama dari seluruh negara anggota PBB untuk mewujudkan pembangunan yang merata dan kehidupan yang lebih baik

(United Nations, 2005). Konsep ini dimulai dengan *Millennium Development Goals* (MDGs) pada tahun 2000 hingga 2015. Setelah MDGs berakhir, Konsensus Kemitraan Global PBB dilanjutkan dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs) pada tahun 2015 hingga tahun 2030. Konsep Konsensus Kemitraan Global ini memiliki kesamaan dalam bidang lingkungan yaitu mewujudkan pembangunan yang merata, namun tetap meminimalisir eksternalitas lingkungan.

Salah satu tujuan Konsensus Kemitraan Global PBB adalah mengajak kerjasama antar negara di dunia untuk bersama - sama menjaga kualitas udara dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi secara bersamaan. Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka penelitian ini berjudul “Konsensus Kemitraan Global PBB (MDGs & SDGs), Hipotesis *Environmental Kuznet Curve* (EKC), dan Degradasi Kualitas Udara Di Indonesia Periode 1980 - 2018”.

TINJAUAN PUSTAKA

PERTUMBUHAN EKONOMI

Pada dasarnya, pertumbuhan ekonomi adalah kenaikan jangka panjang dalam kemampuan suatu negara untuk menyediakan semakin banyak jenis barang ekonomi kepada penduduknya dimana kemampuan ini tumbuh sesuai dengan kemajuan teknologi, penyesuaian kelembagaan, dan ideologis yang diperlukan yang tercermin dari daya beli masyarakat yang meningkat (Tarigan & Robinson, 2005). Secara umum, ekonom menggunakan data Produk Domestik Bruto (PDB) sebagai proksi pengukuran pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi dapat diartikan hanya kenaikan PDB atau GNP tanpa memandang apakah kenaikan itu lebih besar atau lebih kecil dibandingkan dengan tingkat pertumbuhan penduduk atau apakah ada perubahan struktural ekonomi (Arsyad, 2002)

EKSTERNALITAS

Setiap hal yang dilakukan oleh suatu individu pasti memiliki suatu konsekuensi, begitu pula ketika suatu negara yang sedang berkembang mengalami industrialisasi dan urbanisasi, pada umumnya dilewati bersama peningkatan pendapatan dan kerusakan lingkungan sebagai konsekuensinya. Dampak yang muncul akibat kegiatan ekonomi suatu negara pasti akan beragam, ada yang negatif atau positif, maupun besar atau kecil. Yuniarti (2009) menjelaskan bahwa eksternalitas muncul apabila seorang individu memiliki dampak terhadap orang lain (atau golongan orang) tanpa adanya kompensasi apapun sehingga menimbulkan inefisiensi alokasi faktor produksi.

PENCEMARAN UDARA

Udara merupakan salah satu unsur terpenting di dalam kehidupan manusia, tetapi di zaman modern seperti sekarang ini, sejalan dengan pembangunan - pembangunan fisik, kegiatan industrialisasi, serta berkembangnya teknologi transportasi yang menggunakan bahan bakar, maka kualitas udara pun mengalami perubahan yang disebabkan oleh pencemaran udara. Pencemaran udara merupakan berubahnya salah satu komposisi udara dari keadaan yang normal; yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas/aerosol) ke dalam udara dalam jumlah tertentu sehingga dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup (Sudrajad, 2005). Dapat pula dikatakan bahwa, seluruh emisi yang dihasilkan oleh kegiatan manusia ke udara disebut pencemaran udara, karena aktivitas ini dapat mengubah komposisi kimia di atmosfer Bumi (Daly & Zannetti, 2007).

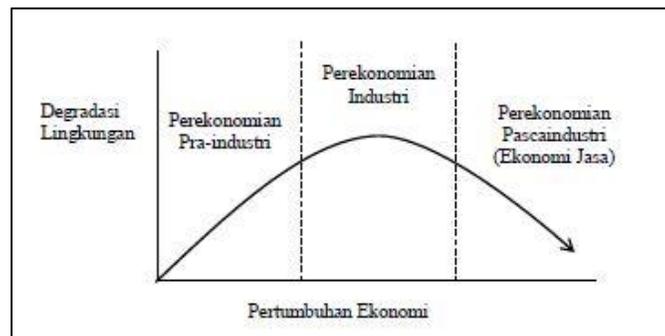
Environmental Kuznet Curve

Hipotesis *Environmental Kuznet Curve* dicetuskan oleh Simon Kuznet, hipotesis ini mengidentifikasi pertumbuhan ekonomi sebagai faktor yang menentukan perubahan distribusi

pendapatan dalam jangka panjang yang dijelaskan melalui kurva yang berbentuk U-terbalik antara pendapatan per kapita dengan ketimpangan pendapatan. Kuznet menjelaskan bahwa ketika pertumbuhan ekonomi suatu negara semakin besar, maka ketimpangan pendapatan juga akan semakin besar, namun setelah mencapai titik maksimum, ketimpangan itu akan menurun diikuti oleh pembangunan ekonomi yang membaik

Grossman dan Krueger memperluas konsep *Environmental Kuznet Curve (EKC)* yang mana mereka menerapkan hipotesis Kuznet untuk menjelaskan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan kualitas lingkungan. Teori U-terbalik dinilai sesuai untuk berbagai polutan pada tingkat pendapatan yang lebih tinggi. Hipotesis EKC menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi yang meningkat akan menyebabkan emisi yang lebih tinggi, tetapi pertumbuhan ekonomi yang lebih lanjut justru akan menurunkan degradasi kualitas udara oleh sebab kemajuan teknologi dan pergeseran ke ekonomi yang berbasis jasa (Grossman & Krueger, 1995).

Gambar. 2 Tahapan dan Hubungan antara Pertumbuhan Ekonomi dan Kualitas Lingkungan



Sumber: (Panayotou, 1994)

Model EKC pada Gambar 2.1 menjelaskan tentang hubungan antara perubahan struktur ekonomi dengan pertumbuhan ekonomi. Penjelasan dari kurva U-terbalik Kuznet ini adalah bahwa tahapan pertumbuhan ekonomi dimulai dengan ekonomi berbasis pertanian (pra-industri), lalu ketika pertumbuhan ekonomi bertambah, maka perekonomian akan bertransformasi menjadi perekonomian berbasis industri, dan kemudian akan berubah menjadi perekonomian pasca-industri (ekonomi jasa). Kerusakan lingkungan dari transformasi ekonomi perdesaan menuju ke perkotaan disebabkan oleh produksi masal (industrialisasi) dan pertumbuhan konsumsi. Kerusakan lingkungan kemudian menurun seiring dengan perubahan struktur ekonomi dari industri berat berbasis energi menjadi industri dan jasa berbasis teknologi (Panayotou, 1994). Pada tahap awal industrialisasi, polusi bertambah dengan cepat karena orang lebih berfokus kepada pekerjaan dan pendapatan dibandingkan dengan udara dan air bersih.

Konsensus Kemitraan Global PBB

Usaha dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang merata untuk seluruh negara di dunia, PBB sebagai organisasi yang beranggotakan hampir seluruh negara di dunia membentuk konsensus pembangunan yang melibatkan kerjasama dari seluruh negara di dunia, baik itu negara berkembang, maupun negara maju. Konsensus kemitraan global PBB dimulai pada tahun 2000 melalui peluncuran *Millennial Development Goals (MDGs)* yang disetujui oleh 189 negara

anggota PBB. Pelaksanaan MDGs telah berakhir pada tahun 2015, namun pembangunan dan kesejahteraan manusia di berbagai belahan dunia memang belum maksimal, sehingga PBB merumuskan konsensus kemitraan global yang baru melalui *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang dimulai pada tahun 2015 dan berakhir pada tahun 2030 (United Nations, 2015)

Millennium Development Goals (MDGs) merupakan paradigma pembangunan global untuk kesejahteraan dunia. Konsep ini disepakati oleh 189 negara anggota Perserikatan Bangsa - Bangsa (PBB) pada Konferensi Tingkat Tinggi di New York pada 6 - 8 September 2000. Secara ringkas, arah pembangunan yang disepakati secara global meliputi: (1) menghapuskan kemiskinan dan kelaparan berat; (2) mewujudkan pendidikan dasar untuk semua orang; (3) mempromosikan kesetaraan jenis kelamin dan pemberdayaan perempuan; (4) menurunkan tingkat kematian anak; (5) meningkatkan kesehatan ibu hamil dan menyusui; (6) melawan penyebaran HIV/AIDS dan penyakit kronis lainnya; (7) menjamin keberlangsungan lingkungan, dan (8) mengembangkan kemitraan global untuk pembangunan. Indonesia telah membuat laporan MDGs sebagai salah satu acuan penting terhadap penyusunan Dokumen Perencanaan Pembangunan Nasional. Oleh sebab itu, komitmen Indonesia untuk mencapai target - target dalam MDGs harus sesuai dengan komitmen negara untuk meningkatkan kesejahteraan rakyatnya serta memberikan kontribusi kepada peningkatan kesejahteraan masyarakat dunia. (Juhardi, 2011). Upaya pengurangan emisi gas rumah kaca telah disepakati secara internasional melalui Protokol Kyoto dan Indonesia telah meratifikasi protokol tersebut melalui Undang - Undang nomor 17 tahun 2004

Tabel 1
Indikator Target MDGs dalam menjamin Kelestarian Lingkungan

No	Tujuan MDGs	Target
1.	Jumlah emisi karbondioksida (CO ₂)	Berkurang 26% pada 2015
2.	Rasio luas kawasan tertutup pepohonan berdasarkan hasil pemotretan citra satelit dan survei foto udara terhadap luas daratan	Meningkat
3.	Jumlah konsumsi energi primer (per kapita)	Menurun dari kondisi BAU 6,99
4.	Intensitas energi	Menurun
5.	Elastisitas energi	Menurun
6.	Jumlah konsumsi bahan perusak ozon (BPO)	0 CFCs dengan
7.	dalam metrik ton	mengurangi HCFCs
	Proporsi tangkapan ikan yang berada dalam batasan biologis yang aman	Tidak melebihi batas
8.	Rasio luas kawasan lindung untuk menjaga kelestarian keanekaragaman hayati terhadap total luas kawasan hutan	Meningkat
9.	Rasio kawasan lindung perarian terhadap total luas perairan teritorial	Meningkat

Sumber: (United Nations, 2015)

Belum tercapainya beberapa target di dalam MDGs mengakibatkan PBB merumuskan *Sustainable Development Goals* (SDGs) sebagai lanjutan dari MDGs. Dalam Konferensi Tingkat

Tinggi PBB di Rio De Janeiro, Brazil pada Juni 2012, dirumuskanlah SDGs. SDGs adalah seperangkat tujuan, sasaran, dan indikator pembangunan yang berkelanjutan dan bersifat universal. SDGs terdiri atas 17 tujuan dan 169 target. 17 tujuan dalam SDGs adalah sebagai berikut:

Kemiskinan, Pangan, Kesehatan, Pendidikan, Wanita, Air, Energi, Ekonomi, Infrastruktur, Ketidaksetaraan Permukiman, Konsumsi, Iklim, Ekosistem, Kelembagaan, dan Keberlanjutan.

Perbedaan yang spesifik di antara SDGs dan MDGs adalah untuk mewujudkan tujuan-tujuan di dalam SDGs, harus terdapat kolaborasi di antara satu tujuan dengan tujuan yang lain seperti contoh-contoh kita tidak dapat menikmati perkembangan industri, inovasi, dan infrastruktur (SDGs nomor 9) tanpa membangun pendidikan yang berkualitas (SDGs nomor 4) yang akan dinikmati oleh generasi penerus. Hubungan antara satu tujuan dengan tujuan lain inilah yang menjadi penekanan pada SDGs (United Nations, 2015)

Tabel 2
Indikator dan Target SDGs dalam Menjamin Kelestarian Lingkungan

No	Target	Indikator
1.	Memperkuat ketahanan dan kapasitas adaptif pada bencana yang berkaitan dengan iklim.	Menurunnya korban jiwa akibat bencana alam.
2.	Mengintegrasikan ukuran perubahan iklim ke dalam kebijakan dan perencanaan negara.	Meningkatnya jumlah negara yang menandatangani persetujuan multilateral yang berkaitan dengan perubahan iklim
3.	Memperbaiki pendidikan, kesadaran, dan kapasitas baik manusia maupun institusi terhadap mitigasi perubahan iklim, adaptasi, pengurangan dampak, dan peringatan dini.	Meningkatkan jumlah negara yang mengintegrasikan mitigasi, adaptasi, dan peringatan primer, sekunder, maupun tersier terhadap perubahan iklim.
4.	Menerapkan konvensi kerangka kerja PBB dalam perubahan iklim.	Memobilisasi negara-negara untuk mengalokasikan sejumlah dana dari APBN untuk <i>Green Climate Fund</i> .

Sumber: (United Nations, 2015)

METODE PENELITIAN

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan di dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data variabel independen berupa emisi CO₂ per kapita dan emisi CO₂ total Indonesia yang diperoleh data Data Bank Dunia. Data variabel independen di dalam penelitian ini adalah PDB per kapita atas dasar harga konstan Indonesia, pertumbuhan populasi Indonesia, dan konsumsi energi total Indonesia. *Dummy* variabel di dalam penelitian ini adalah Konsensus Kemitraan Global PBB yang terdiri dari

MDGs dan SDGs, sebelum tahun 2000 *dummy* variabel bernilai 0, sementara tahun 2000 dan sesudahnya bernilai 1. Data yang digunakan adalah data *time series* dari tahun 1980 - 2018.

Definisi Operasional Variabel

1. Emisi CO₂ (CO₂)

Emisi CO₂ yang digunakan di dalam penelitian ini hanya emisi CO₂ yang asalnya dari aktivitas ekonomi masyarakat, seperti pembakaran bahan bakar fosil yang digunakan untuk proses produksi dan *flaring gas*. Emisi CO₂ yang digunakan di dalam penelitian ini tidak termasuk faktor *Land Use, Land Use Change and Forestry* (LULUCF). Emisi CO₂ yang digunakan di dalam penelitian ini terdapat 2 jenis yaitu emisi CO₂ per kapita dan total Emisi CO₂ per kapita diperoleh melalui membagi emisi total dengan jumlah populasi di Indonesia, sementara emisi CO₂ total diperoleh tanpa membaginya dengan jumlah populasi di Indonesia.

2. Produk Domestik Bruto per Kapita (Y)

PDB merupakan alat ukur yang menggambarkan kondisi perekonomian suatu negara. PDB per kapita diperoleh dengan pembagian PDB tahunan Indonesia dengan populasi tengah tahun Indonesia. PDB yang digunakan di dalam penelitian ini adalah PDB riil, yaitu produk nasional yang dihitung menurut harga konstan.

3. Produk Domestik Bruto per Kapita Kuadrat (Y²)

PDB kuadrat merupakan variabel tetap di dalam penelitian yang menganalisis keberadaan *Environmental Kuznet Curve*. Y² didefinisikan sebagai titik optimum dalam PDB yang berdampak bagi kerusakan lingkungan yang di dalam penelitian ini diwakili oleh emisi CO₂ (Hermawan, et al., 2016).

4. Pertumbuhan Penduduk (POP)

Pertumbuhan penduduk adalah perubahan jumlah orang yang tinggal dalam suatu negara secara tahunan dalam satuan persen Perhitungan berdasarkan populasi secara *de facto* tanpa melihat kewarganegaraan atau status hukum.

5. Konsumsi Energi Total per Kapita (ENERG)

Konsumsi energi yang digunakan di dalam penelitian ini adalah jumlah konsumsi energi dari semua sektor (transportasi, industri, dan rumah) di Indonesia secara tahunan dan semua sumber energi (PLTA, PLTG, PLTS, dan Solar). Konsumsi energi total per kapita diperoleh melalui membagi konsumsi energi total dengan jumlah populasi yang ada di Indonesia.

6. Konsensus Kemitraan Global PBB (D)

Penelitian ini menggunakan variabel *dummy* waktu untuk melihat untuk mengetahui perbedaan degradasi lingkungan sebelum dan sesudah penerapan Konsensus Kemitraan Global PBB di Indonesia. Khusus untuk isu lingkungan, target - target dan indikator antara MDGs dan SDGs masih sama, akibat target MDGs dalam lingkungan belum seluruhnya tercapai, sehingga dilanjutkan di dalam SDGs (United Nations, 2015), sehingga MDGs dan SDGs masih dianggap sama. Penerapan Konsensus Kemitraan Global PBB di Indonesia dimulai pada tahun 2000, maka di dalam penelitian ini periode tahun 2000 - 2018 diberi angka 1, tahun 1980 - 1999 diberi angka 0.

Metode Analisis

1. Spesifikasi Model Empirik

Model jangka pendek digunakan untuk mengetahui bagaimana dampak perubahan variabel PDB per kapita, populasi, dan konsumsi energi terhadap perubahan emisi CO₂. Sementara model jangka panjang digunakan untuk mengetahui bagaimana dampak

variabel PDB per kapita, populasi, konsumsi energi, dan Konsensus Kemitraan Global PBB terhadap emisi CO₂. Model jangka panjang juga digunakan untuk mengetahui apakah hipotesis EKC berlaku di Indonesia atau tidak. Model yang akan dianalisis di dalam penelitian ini adalah

$$CO_{2t} = \alpha + \beta_1 Y_t + \beta_2 POP_t + \beta_3 ENERG_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Hipotesis *Environmental Kuznet Curve* yang digunakan oleh Grossman dan Krueger (1991) menunjukkan hubungan yang *non-linear* antara emisi CO₂ dan pertumbuhan ekonomi. Dengan demikian, untuk dapat menguji validitas hipotesis *Environmental Kuznet Curve* harus ditambahkan variabel PDB² (kuadrat) dalam Persamaan 3.1 di atas sebagai variabel penjelas. Dengan demikian, spesifikasi model empiris yang digunakan dalam penelitian ini menjadi:

$$CO_{2t} = \alpha + \beta_1 D + \beta_2 Y_t + \beta_3 Y_t^2 + \beta_4 POP_t + \beta_5 ENERG_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Di mana,

α	:Intersep
D	:Konsensus Kemitraan Global PBB (SDGs dan MDGs)
CO ₂	:Emisi Karbondioksida
Y	:PDB per kapita
POP	:Pertumbuhan populasi
ENERG	:Konsumsi energi total
t	:Waktu
$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$: Koefisien regresi
ε_t	: Error

2. Estimasi Model Penelitian

Penelitian ini menggunakan *Error Correction Model* atau model koreksi kesalahan karena ECM sebuah model yang digunakan untuk melihat pengaruh jangka panjang dan jangka pendek dari masing - masing variabel independen terhadap variabel dependen. Model *Error Correction Model* yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metode Engle-Granger *Error Correction Model* (EG-ECM). EG-ECM mengasumsikan adanya keseimbangan (*equilibrium*) dalam jangka panjang antara variabel - variabel ekonomi (Gujarati, 2004). Dalam jangka pendek, apabila pada suatu periode terdapat ketidakseimbangan (*disequilibrium*), maka pada periode berikutnya dalam rentang waktu tertentu akan terjadi proses koreksi kesalahan, sehingga kembali pada posisi keseimbangan. Persamaan ECM yang terbentuk di dalam penelitian ini adalah

$$\Delta CO_{2t} = a_0 + b_1 \Delta Y + b_2 \Delta Y^2 + b_3 \Delta POP + b_4 \Delta ENERG + b_5 Y_{t-1} + b_6 Y_{t-1}^2 + b_7 POP_{t-1} + b_8 ENERG_{t-1} + ECT_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

Dimana,

$$ECT_t = (CO_{2t} - a_0 - b_1 Y_t + b_2 Y_t^2 + b_3 POP_t + b_4 ENERG_t) \quad (4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum mengestimasi hubungan jangka panjang dan jangka pendek dari suatu model, model tersebut harus lolos uji - uji prasyarat terlebih dahulu yaitu uji stasionaritas, uji derajat integrasi tingkat satu, dan uji kointegrasi. Setelah lolos uji stasionaritas dan uji integrasi derajat

satu, maka hal yang harus dilakukan selanjutnya adalah uji kointegrasi yang bertujuan untuk mengetahui apakah residual terintegrasi atau tidak, apabila variabel terintegrasi maka terdapat hubungan yang stabil dalam jangka panjang (Gujarati, 2004)

Hasil Uji Prasyarat

Tabel 3
Hasil Uji Stasionaritas

VARIABEL	INTERCEPT	TREND AND INTERCEPT	NONE
CO2CAP	+	+	+
CO2TOT	+	+	+
Y	+	+	+
POP	+	+	***
ENERG	+	+	+

Keterangan: *, **, dan *** stasioner pada tingkat signifikansi 10%, 5%, dan 1% berturut-turut.

Tabel 4
Hasil Uji Integrasi Derajat Satu

VARIABEL	INTERCEPT	TREND AND INTERCEPT	NONE
D(CO2CAP)	***	***	***
D(CO2TOT)	***	***	***
D(Y)	**	***	**
D(POP)	***	***	***
D(ENERG)	***	**	***

Keterangan: *, **, dan *** stasioner pada tingkat signifikansi 10%, 5%, dan 1% berturut-turut.

Tabel 5
Hasil Uji Kointegrasi dengan Variabel CO2 Per Kapita

Augmented Dickey-Fuller test-statistic	-5.008058*
--	------------

Keterangan: *, **, dan *** stasioner pada tingkat signifikansi 10%, 5%, dan 1% berturut-turut.

Tabel 6
Hasil Uji Kointegrasi dengan Variabel CO2 Total

Augmented Dickey-Fuller test-statistic	-5.008058*
--	------------

Keterangan: *, **, dan *** stasioner pada tingkat signifikansi 10%, 5%, dan 1% berturut-turut.

Hasil pengujian menunjukkan nilai probabilitas kedua model berturut-turut sebesar 0.0002 dan 0.0003 yang mana nilainya kurang dari nilai signifikansi 0.05, artinya bahwa persamaan yang diujikan memiliki hubungan keseimbangan dalam jangka panjang. Data yang digunakan di dalam penelitian ini sudah stasioner dan memiliki hubungan jangka panjang, sehingga langkah selanjutnya adalah mengestimasi hubungan jangka panjang menggunakan *Ordinary Least Square* (OLS) terhindar dari *spurious regression* (Paraskevopoulos, 2009).

Hasil Estimasi Model

a. Jangka Pendek

Model dasar EKC yang diterapkan dalam model dinamis ECM Engle-Granger untuk melihat hubungan jangka pendek variabel PDB per kapita, pertumbuhan populasi, dan konsumsi energi per kapita terhadap emisi CO₂. Penelitian ini menggunakan 2 variabel independen yang sebenarnya serupa, tetapi memiliki cara pengukuran berbeda, yaitu emisi CO₂ per kapita dan emisi CO₂ total. Tujuan dari penggunaan metode pengukuran emisi CO₂ yang berbeda ini adalah untuk mengetahui perbedaan antara hubungan emisi CO₂ dari perilaku individu (menggunakan variabel dependen emisi CO₂ per kapita) dengan emisi CO₂ dari perilaku kolektif (menggunakan variabel dependen emisi CO₂ total) terhadap variabel - variabel dependennya dalam jangka panjang dan jangka pendek.

Tabel 7
Hasil Estimasi Model dengan Variabel Dependen: Emisi CO₂ per Kapita

Variabel Independen	Koefisien	T-statistik
C	0.587087	0.012370
D	0.012504	0.175339
Y	0.000109	0.037760
Y2	1.09E-07	0.139282
POP	0.998320	0.634394
ENERG	1.540166	3.230397*
ECT(-1)	-0.658800	-2.843430*
Y(-1)	-0.052834	-0.004189
Y2(-1)	0.003037	0.003625
POP(-1)	-0.058987	-0.337394
ENERG(-1)	-0.070333	-0.337394
Koefisien Parameter		Nilai
R-Squared		0.510334
Adjusted R-Squared		0.328976
F-Statistic		2.813960
Durbin-Watson stat		2.038580

Keterangan: *dan ** signifikan level 1% dan 5%

Berdasarkan hasil pengujian ECM memperlihatkan nilai t-statistik ECT sebesar -2.843430 dan koefisien ECT sebesar -0.658800 yang mengindikasikan bahwa model memiliki keseimbangan jangka panjang, karena hubungan jangka panjang akan valid apabila tanda koefisien koreksi kesalahan bertanda signifikan dan nilai t-statistik negatif (Gujarati, 2004). Nilai koefisien ECT yang menunjukkan angka 0.658800 memiliki makna bahwa perbedaan antara emisi CO₂ dengan nilai keseimbangannya sebesar 0.658800 yang akan disesuaikan dalam waktu 1 tahun. Nilai koefisien yang negatif menunjukkan bahwa model estimasi memiliki *error*, sehingga dapat diestimasi menggunakan ECM-Engle-Granger (Hafidh, 2012).

Tabel 8
Hasil Estimasi Model dengan Variabel Dependen: Emisi CO2 Total

Variabel Independen	Koefisien	T-statistik
C	0.875871	0.566919
D	0.000139	0.001916
Y	-18.67160	-0.520281
Y2	1.307529	0.539887
POP	1.754489	1.015160
ENERG	1.473648	3.188312*
ECT(-1)	-0.657824	-2.967210*
Y(-1)	-0.052834	-0.004189
Y2(-1)	1.59E-07	0.498594
POP(-1)	-0.032865	-0.118735
ENERG(-1)	-0.053581	-0.242757

Koefisien Parameter	Nilai
R-Squared	0.498516
Adjusted R-Squared	0.286350
F-Statistic	2.349649
Durbin-Watson stat	0.035922

Keterangan: * dan ** signifikan level 1% dan 5%.

Hasil estimasi menunjukkan angka *Adjusted R-Squared* sebesar 0.328976 yang memiliki arti bahwa kontribusi seluruh variabel independen terhadap variabel dependen adalah sebesar 32.8% sisanya sebesar 67.2% dijelaskan oleh variabel lain di luar model. Probabilitas F-statistik sebesar 0.015762 yang signifikan pada taraf signifikansi 5%, mengindikasikan bahwa secara bersama-sama terdapat pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependen terhadap variabel independen.

Seluruh variabel independen di dalam penelitian selain variabel konsumsi energi secara parsial memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap variabel emisi CO₂ per kapita, hal yang sama akan terjadi apabila variabel dependen yang digunakan adalah emisi CO₂ total. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan jumlah konsumsi energi secara individu dan kolektif akan berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan emisi CO₂ per kapita. Variabel konsumsi energi per kapita jangka pendek signifikan disebabkan oleh pola konsumsi energi per kapita masyarakat yang masih bergantung pada bahan bakar fosil yang menghasilkan emisi CO₂ paling banyak dibandingkan dengan sumber lain (Sugiyono, 2009).

Hipotesis EKC yang tidak terbukti dalam jangka pendek adalah hal yang masuk akal, karena emisi karbondioksida merupakan bentuk polusi secara global yang dapat meningkat atau menurun dengan perkiraan memakan waktu yang lama. Seluruh indikator polusi tidak diikuti pola U-terbalik seperti hipotesisnya. Polusi lokal seperti SO₂ mengikuti pola N (Park & Lee, 2011), tetapi berbeda dengan polusi global seperti CO₂ yang mengikuti pola U-terbalik (Paraskevopoulos, 2009).

b. Jangka Panjang

Tabel 9
Hasil Uji Estimasi Jangka Panjang Menggunakan
Variabel Dependen CO2 Per Total

Variabel	Koefisien	t-statistik
C	4.500581	5.147155*
Y	0.000492	0.974630
Y2	-1.34E-07	-1.094948
POP	1.426758	8.869573*
ENERG	0.801553	3.857263*
D	-0.107078	-1.997174***

Keterangan: *, **, *** menunjukkan signifikan berturut - turut pada tingkat signifikansi 1%, 5%, dan 10%

Tabel 10
Hasil Uji Estimasi Jangka Panjang Menggunakan
Variabel Emisi CO2 per Kapita

Variabel	Koefisien	t-statistik
C	-46.05778	-2.311758**
Y	12.55618	2.362251**
Y2	-0.846204	-2.404749**
POP	0.852570	7.754875*
ENERG	1.209631	4.226239*
D	-0.118836	-2.185564**

Keterangan: *, **, *** menunjukkan signifikan berturut - turut pada tingkat signifikansi 1%, 5%, dan 10%

Terbukti atau tidaknya hipotesis EKC di suatu wilayah, dapat diindikasikan melalui koefisien PDB per kapita (Y) dan PDB per kapita kuadrat (Y2). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel PDB per kapita (Y) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi CO₂ total (CO₂). Variabel PDB per kapita memiliki koefisien 12.55618 (positif) dan signifikan, sedangkan variabel PDB per kapita kuadrat (Y2) memiliki koefisien -0.846204 (negatif) yang mengindikasikan bahwa hipotesis EKC terbukti dalam jangka panjang. Koefisien Y positif signifikan dan Y2 negatif signifikan, mengindikasikan bahwa meningkatnya kerusakan lingkungan (dalam penelitian ini diwakili oleh emisi CO₂) sebagai akibat dari pembangunan ekonomi, pada suatu saat pembangunan ekonomi di Indonesia akan terus berjalan, namun kerusakan lingkungan tidak meningkat malah justru menurun

Hasil yang cukup berbeda akan diperoleh ketika variabel dependennya diubah menjadi emisi CO₂ total. Variabel Y dan Y2 akan menunjukkan hasil yang tidak signifikan, yang artinya hipotesis EKC tidak terjadi di Indonesia untuk jangka panjang. Hal ini mengindikasikan bahwa perilaku emisi CO₂ individu Indonesia sebenarnya dalam jangka panjang akan membuat Indonesia mengalami hipotesis EKC, namun apabila dilakukan secara kolektif, hipotesis EKC tidak akan terjadi di Indonesia. Hal ini mengartikan bahwa terdapat individu yang menghasilkan emisi CO₂ yang sangat besar. Sebagai contoh, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Haryanto & Martawardaya (2016) emisi CO₂ yang dihasilkan oleh pabrik semen mencapai angka 2.2 miliar

ton atau menyumbang sekitar 8% dari emisi CO₂ total di dunia. Hal ini tentu mengindikasikan bahwa emisi CO₂ secara kolektif membuat Indonesia tidak mengalami hipotesis EKC, yang disebabkan tidak meratanya pola emisi CO₂ antara satu individu dengan individu lainnya.

Hubungan Konsensus Kemitraan Global PBB dengan Emisi CO₂

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa MDGs dan SDGs terbukti dalam jangka panjang menurunkan emisi CO₂, karena variabel emisi CO₂ yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan variabel CO₂ per kapita yang artinya mewakili pola emisi CO₂ individu Indonesia, sedangkan berdasarkan data dari www.carbonbrief.org emisi CO₂ di Indonesia lebih banyak dihasilkan oleh industri. Selain itu pengukuran emisi CO₂ di dalam penelitian ini di luar faktor LULUCF (*Land Use Land Use Change Forestry*). Sebagai perbandingan, penelitian ini juga mengestimasi menggunakan emisi CO₂ secara total, yang hasilnya menunjukkan MDGs dan SDGs berpengaruh dengan taraf signifikansi 10% di Indonesia secara jangka panjang.

Hubungan Pertumbuhan Populasi Penduduk dengan Emisi CO₂

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi penduduk memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi CO₂ per kapita dan emisi CO₂ total dalam jangka panjang. Koefisien variabel POP sebesar 0.852570 yang berarti kenaikan 1% pertumbuhan populasi penduduk akan meningkatkan 0.852570 metrik kg emisi CO₂ per kapita. Penduduk Indonesia diproyeksikan akan meningkat rata-rata 0,91% per tahun sehingga total penduduk Indonesia tahun 2030 mencapai sekitar 280,84 juta jiwa (Badan Pusat Statistik, 2010). Faktanya pola konsumsi energi yang boros dan ketergantungan penduduk Indonesia pada energi fosil dalam melaksanakan kegiatan ekonomi semakin memicu kenaikan emisi CO₂.

Hubungan Konsumsi Energi Total per Kapita dengan Emisi CO₂

Koefisien variabel konsumsi per kapita bernilai positif dan signifikan terhadap emisi CO₂ per kapita maupun total. Konsumsi energi per kapita yang berpengaruh signifikan terhadap emisi CO₂ adalah hal yang rasional, alasan pertama karena konsumsi energi Indonesia sejauh ini masih didominasi untuk sektor transportasi (sebesar 40%) yang mayoritas masih memanfaatkan energi fosil, sementara industri mengonsumsi energi sebesar 36% yang berasal dari energi fosil (Abdurrahman et al., 2019). Selain itu minimnya pemanfaatan energi terbarukan (saat ini baru sebesar 14% dari konsumsi energi total) dalam pembangkit tenaga listrik masih menjadi pemicu tingginya emisi CO₂, padahal emisi energi terbarukan cenderung lebih bersih dan ramah lingkungan dibandingkan energi fosil

SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh di dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa

1. Apabila menggunakan emisi CO₂ total sebagai variabel dependen, hipotesis *Environmental Kuznet Curve* (EKC) di Indonesia tidak terbukti dalam jangka panjang maupun jangka pendek.
2. Apabila menggunakan emisi CO₂ per kapita sebagai variabel dependen hipotesis *Environmental Kuznet Curve* (EKC) tidak terbukti dalam jangka pendek, namun terbukti dalam jangka panjang.
3. Tidak terdapat perbedaan pengaruh sebelum atau sesudah disepakatinya Konsensus Kemitraan Global PBB (SDGs dan MDGs) dalam upaya mengurangi emisi CO₂ di Indonesia dalam jangka panjang apabila menggunakan variabel dependen emisi CO₂ total, namun terdapat perbedaan pengaruh Konsensus Kemitraan Global PBB (SDGs dan MDGs) dalam upaya mengurangi

emisi CO₂ di Indonesia apabila menggunakan variabel dependen emisi CO₂ per kapita dalam jangka panjang.

SARAN

Penggunaan variabel emisi CO₂ dengan memasukkan emisi dari proses alam seperti kehutanan untuk menggambarkan emisi CO₂ secara lebih riil.

REFERENSI

- Abdurrahman, S., Pertiwi, M., & Walujanto. (2019). Indonesia Energy Outlook. In *Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Arsyad, L. (2002). Pengantar Perencanaan Dan Pembangunan Ekonomi Daerah. In *Bpfe*. Badan Pusat Statistik. (2010). Penduduk Lanjut Usia. *Susenas*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Beckerman, W. (1992). Economic growth and the environment: Whose growth? whose environment? *World Development*. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90038-W](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90038-W)
- Daly, A., & Zannetti, P. (2007). An Introduction to Air Pollution – Definitions , Classifications , and History. *Science And Technology*.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic Growth and The Environment. *Quarterly Journal of Economics*. <https://doi.org/10.2307/2118443>
- Gujarati, D. N. (2004). Basic Econometrics 4th Edition. In *Tata McGraw-Hill*. <https://doi.org/10.1126/science.1186874>
- Hafidh, A. A. (2012). Analisis Purchasing Power Parity Indonesia Menggunakan Pendekatan Error Correction Model. *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*. <https://doi.org/10.21831/jep.v2i2.639>
- Haryanto, J. T., & Martawardaya, B. (2016). Kodifikasi dan Efektivitas Kebijakan Fiskal untuk Menurunkan Emisi Gas Rumah Kaca pada Industri Semen, Baja dan Pulp. *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*. <https://doi.org/10.22146/jsp.13040>
- Jonnadi, A., Amar, S., & Aimon, H. (2012). Analisis Pertumbuhan Ekonomi dan Kemiskinan di Indonesia. *Jurnal Kajian Ekonomi*.
- Munasinghe, M. (1999). Is Environmental Degradation An Inevitable Consequence of Economic Growth: Tunneling Through The Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00062-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00062-7)
- Panayotou, T. (1994). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. *Pacific and Asian Journal of Energy*.
- Paraskevopoulos, D. (2009). An Empirical Analysis of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis Over Two Centuries : Evidence from the UK and US. *University of Macedonia, Department of Economics*.
- Park, S., & Lee, Y. (2011). Regional Model of EKC for Air Pollution: Evidence from the Republic of Korea. *Energy Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.028>
- Sudrajad, A. (2005). Pencemaran Udara, Suatu Pendahuluan. *Inovasi*.
- Sugiyono, A. (2009). Pengembangan Bahan Bakar Nabati untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global. In *Bppt*.
- Tarigan, & Robinson. (2005). Ekonomi Regional Teori dan Aplikasi. In *BPFE*.
- United Nations. (2005). The Millenium Development Goals Report 2005. *United Nations*. <https://doi.org/10.1177/1757975909358250>



United Nations. (2015). *About the Sustainable Development Goals - United Nations Sustainable Development*. Sustainable Development Goals.

Yuniarti, D. (2009). Eksternalitas Lingkungan. *Fakultas Ekonomi Universitas Ahmad Dahlan*.