

# AFTA DAN KUALITAS LINGKUNGAN HIDUP DI INDONESIA<sup>1</sup>

Michael Gilbert<sup>2</sup>

PT Shopee International Indonesia; sebelumnya penulis berafiliasi di *World-Wide Fund for Nature* (WWF) Indonesia

## ABSTRACT

*The effect of economic integration on environmental quality in the member country is still debatable. Economic intergration is believed to increase economic activity in the country, and if Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis is confirmed, increased national income will accelerate the environmental quality improvement. Indonesia is the member of several economic integrations, including AFTA. This study aims to investigate the effect of AFTA on environmental quality in Indonesia, through investigating Environmental Kuznets Curve (EKC). An Ordinary Least Square (OLS) regression analysis is employed, and CO<sub>2</sub> emission as environmental quality indicator is used as dependent variable (it was planned that this study also used forest cover, and SO<sub>2</sub> emission, as dependent variables; but data limitation problem on those variables has withdrawn the plan). Two independent variables, namely: number of population and economy openness, other than Indonesia's GDP per capita. The result suggests that AFTA does not affect the environmental quality in Indonesia.*

**Keywords:** *Economic Integration, AFTA, environmental quality, Environmental Kuznets Curve*

## ABSTRAK

Pengaruh integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup di negara anggotanya masih menjadi perdebatan. Integrasi ekonomi dipercaya meningkatkan kegiatan ekonomi, dan jika hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) berlaku, maka peningkatan pendapatan nasional dapat mempercepat perbaikan kualitas lingkungan. Indonesia tergabung dalam beberapa integrasi ekonomi, termasuk AFTA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh AFTA terhadap kualitas lingkungan hidup di Indonesia, melalui pengujian hipotesis EKC. Analisis regresi menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) dengan emisi CO<sub>2</sub> sebagai indikator kualitas lingkungan digunakan sebagai variabel terikat (awalnya penelitian ini merencanakan untuk menggunakan luas tutupan hutan dan emisi SO<sub>2</sub> sebagai variabel-variabel terikat lain; tetapi keterbatasan data untuk dua variabel tersebut membatalkan rencana tersebut). Dua variabel, yaitu: jumlah penduduk dan tingkat keterbukaan ekonomi, digunakan sebagai variabel bebas, selain PDB per kapita. Hasil penelitian menyimpulkan, AFTA tidak mempengaruhi kualitas lingkungan hidup Indonesia.

**Kata kunci:** Integrasi Ekonomi, AFTA, kualitas lingkungan hidup, *Environmental Kuznets Curve*

## 1. PENDAHULUAN

Pengaruh integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup masih menjadi perdebatan. Ada pendapat yang menyatakan bahwa integrasi ekonomi memiliki dampak yang positif terhadap kualitas lingkungan. Artinya, integrasi ekonomi akan mendorong perbaikan kualitas lingkungan hidup. Argumen ini biasanya didasarkan pada berlakunya hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Integrasi ekonomi akan mempercepat negara untuk mulai peduli pada kelestarian lingkungan hidup (Gallagher, 2004).

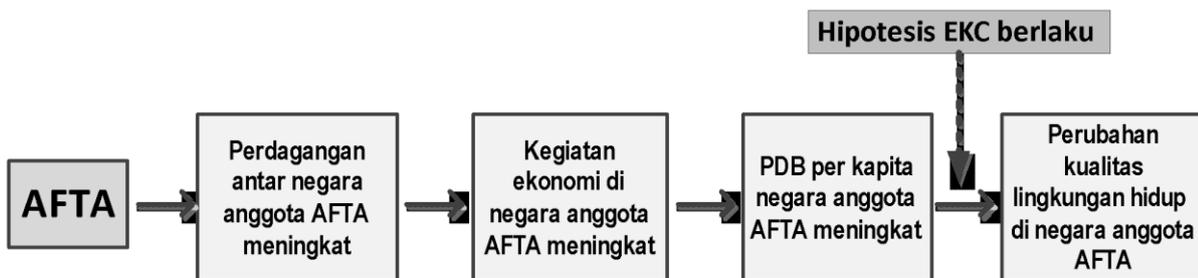
<sup>1</sup> Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Siwi Nugraheni, atas bimbingannya dalam melakukan penelitian ini.

<sup>2</sup> E-mail: 27.michael.gilbert@gmail.com

Di sisi lain banyak pihak yang menganggap bahwa integrasi ekonomi justru akan menurunkan kualitas lingkungan hidup. Argumen tersebut didasarkan pada hipotesis *pollution haven* (PH). Integrasi ekonomi yang menghilangkan hambatan terhadap mobilitas modal antar negara anggota dapat mendorong terjadinya perpindahan polusi melalui *Foreign Direct Investment* (FDI), dari negara dengan peraturan lingkungan yang ketat ke negara anggota lain dengan peraturan lingkungan relatif longgar (Gallagher, 2004). Masih adanya perdebatan mengenai dampak integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup mendorong perlunya penelitian lebih lanjut tentang topik tersebut.

Indonesia tergabung dengan banyak integrasi ekonomi, salah satunya adalah *ASEAN Free Trade Area* (AFTA). Secara umum negara-negara ASEAN membentuk AFTA karena adanya dorongan dari kondisi perekonomian dunia antara awal tahun 1980 sampai pertengahan tahun 1980 dianggap *stagnan*, mendukung kepentingan bisnis di kawasan ASEAN yang mulai terlihat menuju langkah-langkah integrasi ekonomi, serta untuk mempertahankan posisi organisasi ASEAN di kawasan yang dianggap mengalami perubahan dan perkembangan pesat (Bowles, 1997). Dorongan tersebut membuat Indonesia bersama Singapura, Malaysia, Brunei, Thailand, dan Filipina sepakat untuk membentuk integrasi ekonomi yaitu AFTA yang dideklarasikan pada tahun 1992. Di AFTA, negara-negara anggota mengadaptasi skema *common effective preferential tariff* (CEPT) untuk menurunkan tarif perdagangannya agar antar negara anggota menjadi terintegrasi. Peningkatan perdagangan karena adanya AFTA dapat meningkatkan kegiatan ekonomi di negara anggotanya, yang berpotensi mengubah kualitas lingkungan hidup negara-negara tersebut. Peningkatan kegiatan ekonomi dapat mempercepat peningkatan PDB per kapita untuk mencapai posisi titik balik dalam kurva EKC, yang menjadi awal tahap ketika peningkatan pendapatan akan memperbaiki kualitas lingkungan. Alur pemikiran pengaruh AFTA terhadap kualitas lingkungan di negara anggotanya dapat dilihat di Gambar 1.

**Gambar 1. Pengaruh AFTA terhadap Kualitas Lingkungan Hidup Negara Anggotanya**



Sumber: penulis

Bergabungnya Indonesia dengan AFTA memberikan manfaat bagi perekonomian Indonesia. Menurut (Okabe & Urata, 2013), AFTA telah memberikan manfaat lebih besar dalam bentuk *trade creation* untuk negara-negara anggota awal AFTA, termasuk Indonesia. Dalam hal *Foreign Direct Investment* (FDI), penelitian Verico (2015) menyimpulkan bahwa AFTA memberikan dampak positif terhadap arus FDI ke Indonesia. Jadi dapat disimpulkan bahwa AFTA memberikan manfaat bagi perekonomian Indonesia melalui meningkatnya perdagangan dan FDI. Dengan menggunakan kerangka pikir pada Gambar 1, muncul pertanyaan: apakah AFTA memengaruhi kualitas lingkungan hidup di Indonesia? Jika ya, bagaimana pengaruh AFTA terhadap kualitas lingkungan hidup di Indonesia?

## 2. ASEAN FREE TRADE AREA (AFTA)

ASEAN *Free Trade Area* (AFTA) adalah bentuk integrasi ekonomi antara negara-negara anggota ASEAN, yang dideklarasikan pada tahun 1992, dengan anggota awal adalah: Indonesia, Malaysia, Singapura, Filipina, Thailand, dan Brunei Darussalam. Menurut (Bowles, 1997) terdapat tiga faktor pendorong negara-negara ASEAN membentuk AFTA, yaitu: kondisi perekonomian dunia antara awal tahun 1980 sampai pertengahan tahun 1980 yang mengalami stagnansi, mendukung kepentingan bisnis di kawasan ASEAN yang mulai terlihat menuju langkah-langkah integrasi ekonomi, serta untuk mempertahankan posisi organisasi ASEAN sebagai kawasan yang mengalami perubahan dan terus berkembang. Berdasarkan hal tersebut, keenam negara anggota awal AFTA sepakat untuk membentuk *skema Common Effective Preferential Tariff* (CEPT). Secara umum skema CEPT merupakan mekanisme yang digunakan negara-negara anggota AFTA dalam menurunkan hambatan perdagangan antar negara anggota, sedangkan perdagangan antara negara non-anggota integrasi ekonomi tetap ditentukan oleh masing-masing negara. Melalui skema CEPT tarif perdagangan antar negara anggota AFTA menjadi hilang, sehingga AFTA menjadi bentuk integrasi ekonomi di wilayah ASEAN.

Sepanjang perjalanannya, AFTA terus mengalami perkembangan. Seperti pada penjelasan sebelumnya, pada awalnya hanya terdapat enam negara yang tergabung dalam AFTA. Pada tahun-tahun berikutnya, negara anggota ASEAN lainnya (Vietnam, Kamboja, Myanmar, dan Laos) ikut bergabung. Skema CEPT untuk negara-negara yang baru bergabung dengan AFTA dibedakan dengan negara-negara anggota awal AFTA. Negara-negara anggota awal AFTA memiliki *due date* untuk menurunkan tarif perdagangan intra-regional hingga 0%-5% di tahun 2002, sedangkan untuk negara-negara yang baru bergabung *due date* untuk menurunkan tarif perdagangan hingga 0%-5% adalah tahun 2006-2010 (Okabe & Urata, 2013). Perkembangan juga terjadi pada skema penurunan tarif. Untuk mendukung terbentuknya Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA), skema penurunan tarif CEPT direvisi dengan membuat skema penurunan tarif yang baru, yaitu *ASEAN Trade in Goods Agreement* (ATIGA). Pada skema ATIGA negara anggota awal memiliki tenggat waktu untuk menurunkan tarif perdagangan intra-regional hingga 0% pada tahun 2010, sedangkan negara CMLV (Kamboja, Myanmar, Laos dan Vietnam) memiliki tenggat waktu hingga 2015 (Okabe & Urata, 2013). Setelah seluruh negara anggota AFTA memenuhi tenggat waktu tersebut, pada tahun 2016 ASEAN memasuki bentuk integrasi ekonomi yang lebih terbuka, yaitu *common market* dengan nama MEA.

## 3. INTEGRASI EKONOMI DAN KUALITAS LINGKUNGAN HIDUP

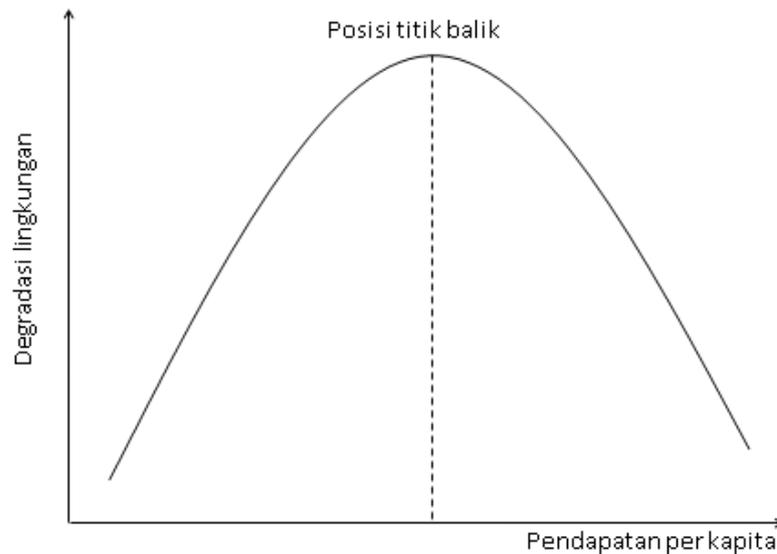
Secara umum dampak integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup berbeda-beda di setiap negara. Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan adanya pengaruh positif dan negatif dari integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup. Penelitian Antweiler, Copeland, & Taylor (2001); Tariq & Rahim (2016); Dean (2002) menunjukkan pengaruh positif dari integrasi ekonomi terhadap lingkungan hidup. Penelitian Gallagher (2004); Shen (2008) menunjukkan integrasi ekonomi dapat berhubungan negatif untuk jenis polutan tertentu, tidak terpengaruh dengan polutan tertentu atau berhubungan positif dengan polutan tertentu. Sementara itu, laporan sintesis United Nations (1999) yang merangkum pengaruh integrasi ekonomi terhadap lingkungan hidup untuk negara Bangladesh, Cili, India, Filipina, Rumania, dan Uganda menunjukkan adanya pengaruh negatif dari integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup untuk negara Bangladesh, India, dan Uganda, sedangkan pengaruh positif dari integrasi ekonomi terlihat di negara Cili. Hasil penelitian Azhar, Khalil, & Ahmed (2007)

menunjukkan integrasi ekonomi memperburuk kualitas lingkungan hidup di Pakistan. Berdasarkan temuan-temuan di atas, dapat disimpulkan bahwa integrasi ekonomi dapat berpengaruh positif atau negatif terhadap kualitas lingkungan hidup, lantas apa yang mendasari pengaruh positif dan negatif dari integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup?

Secara teoritis terdapat beberapa aspek yang mendasari pengaruh positif dan negatif dari integrasi ekonomi. Menurut Copeland & Taylor (2004) keunggulan komparatif suatu negara dan ketetapan peraturan lingkungan hidup suatu negara menjadi alasan pengaruh positif atau negatif integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup. Integrasi ekonomi dapat meningkatkan kegiatan ekonomi suatu negara melalui peningkatan perdagangan atau peningkatan arus *Foreign Direct Investment* (FDI) yang masuk ke negara tersebut. Suatu negara dengan keunggulan komparatif di sektor yang relatif banyak menghasilkan polusi, maka integrasi ekonomi relatif menurunkan kualitas lingkungan hidup di negara tersebut melalui peningkatan kegiatan produksi di negara tersebut. Hasil penelitian Dean (2002) menunjukkan adanya pengaruh positif liberalisasi perdagangan terhadap polusi di Cina, akibat dari peningkatan skala produksi. Sebaliknya, jika keunggulan komparatif negara sebuah negara adalah sektor yang relatif kecil menghasilkan polusi, maka integrasi ekonomi relatif berpengaruh kecil untuk kualitas lingkungan hidup negara tersebut. Penelitian Gallagher (2004) menunjukkan NAFTA yang relatif tidak memengaruhi kualitas lingkungan hidup di Meksiko salah satunya disebabkan oleh keunggulan komparatif Meksiko adalah industri padat karya dengan *unskilled labor*, sehingga menghasilkan polusi yang relatif kecil. Peraturan lingkungan hidup menjadi aspek yang mempengaruhi pengaruh positif atau negatif integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup. Hasil penelitian Dean (2002), selain menunjukkan pengaruh negatif integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup, juga menunjukkan adanya pengaruh integrasi ekonomi tidak langsung dalam bentuk mitigasi. Mitigasi merupakan bentuk kebijakan pemerintah untuk mengurangi polusi melalui sumber polusi, sehingga integrasi ekonomi baik untuk lingkungan hidup. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan peningkatan peraturan lingkungan hidup dapat membuat integrasi ekonomi berpengaruh positif terhadap kualitas lingkungan hidup. Hubungan antara integrasi ekonomi dengan kualitas lingkungan hidup dapat dijelaskan dengan hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC).

Hipotesis EKC menunjukkan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan degradasi lingkungan. Hipotesis EKC muncul dalam penelitian yang dilakukan Grossman & Krueger (1991) yang menguji hubungan antara tingkat polusi dengan pertumbuhan ekonomi di 42 negara. Hasil penelitian Grossman & Krueger (1991) menunjukkan peningkatan pendapatan dapat meningkatkan degradasi lingkungan, namun pada suatu tingkat pendapatan tertentu, akan mencapai titik balik terjadinya penurunan degradasi lingkungan seiring terjadinya peningkatan pendapatan. Dalam bentuk grafik, jika kerusakan lingkungan adalah sumbu tegak (ordinat), dan PDB per kapita adalah sumbu datar (absis), maka EKC akan berbentuk seperti huruf-U-terbalik (lihat Gambar 2.).

Pola EKC yang berbentuk huruf-U-terbalik seperti terlihat pada Gambar 2 di bawah digunakan sebagai landasan atas argumen yang menyatakan bahwa integrasi ekonomi dapat meningkatkan kualitas lingkungan. Integrasi ekonomi akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan dengan demikian akan mempercepat negara mencapai posisi titik balik ketika meningkatnya pendapatan per kapita akan memperbaiki kualitas lingkungan (Gallagher, 2004).

**Gambar 2. Environmental Kuznets Curve (EKC)**

Hubungan antara integrasi ekonomi dengan kualitas lingkungan hidup melalui EKC dapat dijelaskan melalui tiga efek, yaitu: efek skala, efek komposisi dan efek teknik. Efek skala adalah perubahan kualitas lingkungan hidup akibat perubahan skala output, efek komposisi adalah perubahan kualitas lingkungan hidup akibat perubahan komposisi produsen (ramah dan tidak ramah lingkungan), sedangkan efek teknik adalah perubahan kualitas lingkungan hidup akibat perubahan kebijakan pemerintah serta teknik dalam produksi (Gallagher, 2004). Mekanisme bekerjanya ketiga efek tersebut menggunakan asumsi bahwa polusi per output adalah konstan. Integrasi ekonomi dapat meningkatkan kegiatan produksi untuk memenuhi kebutuhan ekspor sehingga dapat dikatakan integrasi ekonomi meningkatkan skala output suatu negara. Proses produksi selalu menghasilkan polusi, karena polusi merupakan koefisien dari kegiatan ekonomi (Nordström & Vaughan, 1999). Integrasi ekonomi yang dapat meningkatkan skala output serta polusi adalah koefisien dari kegiatan ekonomi menunjukkan adanya efek skala menurunkan kualitas lingkungan hidup dari adanya integrasi ekonomi.

Di sisi lain efek skala dapat mendorong perbaikan kualitas lingkungan hidup melalui peningkatan *willingness to pay* output proses produksi yang ramah lingkungan (Nordström & Vaughan, 1999). Peningkatan skala produksi dapat meningkatkan pendapatan masyarakat. Peningkatan pendapatan masyarakat dapat menjadi pendorong peningkatan permintaan kualitas lingkungan hidup yang lebih baik. Peningkatan permintaan kualitas lingkungan hidup yang lebih baik dapat mendorong pemerintah untuk membuat kebijakan atau memperkuat peraturan lingkungan hidup, sehingga dapat meningkatkan kualitas lingkungan hidup.

Efek komposisi ditunjukkan dari perubahan komposisi produsen (ramah dan tidak ramah lingkungan). Integrasi ekonomi mendorong peningkatan spesialisasi produksi di sektor yang memiliki keunggulan komparatif, sehingga akan meningkatkan produsen dalam sektor tersebut. Berdasarkan hal tersebut, maka efek komposisi dapat berdampak buruk pada suatu negara dengan keunggulan komparatif pada sektor yang relatif menghasilkan polusi dalam jumlah besar. Pernyataan tersebut didasari oleh beralihnya produsen menuju sektor yang cenderung tidak ramah lingkungan, sehingga komposisi produsen di negara tersebut lebih banyak memproduksi output dari sektor yang relatif tidak ramah lingkungan. Efek komposisi dapat memberikan dampak baik jika pemerintah membuat kebijakan atau memperkuat aturan mengenai perbaikan lingkungan hidup. Kondisi tersebut dapat mendorong perubahan

keunggulan komparatif suatu negara, mengingat salah satu aspek yang mempengaruhi keunggulan komparatif adalah peraturan pemerintah untuk lingkungan hidup. Perubahan keunggulan komparatif tersebut dapat mengubah komposisi perusahaan menjadi mayoritas perusahaan yang ramah terhadap lingkungan. Untuk memenuhi sektor yang tidak ramah lingkungan, pemerintah dapat mengimpor produk-produk tersebut.

Efek yang ketiga adalah efek teknik. Seperti pada penjelasan sebelumnya efek teknik adalah perubahan kualitas lingkungan hidup akibat dari perubahan kebijakan maupun teknik dalam proses produksi. Perubahan kebijakan mengenai lingkungan hidup dapat terjadi karena desakan untuk spesialisasi maupun karena permintaan masyarakat terhadap kualitas lingkungan hidup yang lebih baik. Berdasarkan hal tersebut, integrasi ekonomi dapat mendorong negara dengan keunggulan komparatif di sektor yang relatif kotor, dapat mendorong pemerintah untuk membuat kebijakan yang cenderung merugikan lingkungan hidup dengan alasan mendukung sektor unggulan, sehingga berdampak pada penurunan kualitas lingkungan hidup. Di sisi lain, tingginya permintaan terhadap kualitas lingkungan hidup yang lebih baik dapat mendorong pemerintah untuk membuat kebijakan yang memperhatikan kualitas lingkungan hidup lingkungan hidup, termasuk kebijakan dalam proses produksi. Berdasarkan hal tersebut adanya integrasi ekonomi dapat meningkatkan kualitas lingkungan melalui efek teknik.

Salah satu riset yang menguji hubungan antara integrasi ekonomi dengan kualitas lingkungan melalui EKC dilakukan oleh Gallagher (2004). Dalam penelitiannya, Gallagher (2004) mencoba menemukan pengaruh *North America Free Trade Agreement* (NAFTA) terhadap kualitas lingkungan hidup di Meksiko. Penelitian tersebut menggunakan indikator kualitas lingkungan erosi tanah, sampah padat perkotaan, polusi air, CO<sub>2</sub>, dan kriteria polusi udara di Meksiko (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO dan TSP) di Meksiko dari tahun 1985 sampai 2000. Hasil penelitian Gallagher (2004) menyimpulkan bahwa, hanya indikator kualitas lingkungan CO<sub>2</sub> yang menunjukkan pola EKC. Hal tersebut karena status Meksiko sebagai produsen minyak bumi yang mengalami penurunan penggunaan minyak bumi sepanjang tahun 1985-2000 (Gallagher, 2004). Penggunaan minyak bumi menghasilkan CO<sub>2</sub>, sehingga penurunan penggunaan minyak bumi menurunkan emisi CO<sub>2</sub> sepanjang tahun 1985-2000 di Meksiko (Gallagher, 2004).

Peneliti lain yang menguji hipotesis EKC dalam menganalisis pengaruh integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup adalah (McCarney & Adamowicz, 2005). Keduanya menguji pengaruh liberalisasi perdagangan terhadap kualitas lingkungan hidup. Penelitian tersebut menggunakan indikator kualitas lingkungan CO<sub>2</sub> dan emisi polutan organik (BOD) di air. Pengujian CO<sub>2</sub> menggunakan data dari 143 negara dalam periode tahun 1970-2000, untuk BOD menggunakan data dari 119 negara dengan periode 1980-1995. Hasil penelitian menunjukkan EKC berlaku untuk indikator kualitas lingkungan BOD dan indikator kualitas lingkungan CO<sub>2</sub> (McCarney & Adamowicz, 2005).

Naidoo & Adamowicz (2001) juga melakukan analisis untuk menemukan hubungan antara Pendapatan Nasional Bruto (PNB) dengan keragaman hayati sebagai indikator kualitas lingkungan. Penelitian tersebut menggunakan data lebih dari 100 negara dengan indikator makhluk hidup yang diprediksi terancam punah dibagi ke dalam tujuh kelompok, yaitu: tumbuhan, hewan mamalia, burung, hewan amfibi, reptil, ikan dan hewan invertebrata. Penelitian Naidoo & Adamowicz (2001) mengestimasi ketujuh kelompok tersebut secara terpisah. Hasil pengujian EKC menunjukkan hanya pada kelompok burung ditemukan bentuk huruf-U-terbalik. Pola EKC yang ditemukan hanya pada spesies burung, menurut Naidoo & Adamowicz (2001) karena elastisitas pendapatan, kelembagaan dan karakteristik biologis.

Kelembagaan merupakan bentuk perlindungan terhadap habitat tertentu, sedangkan karakteristik biologis merupakan habitat tertentu dari suatu kelompok makhluk hidup.

Hal lain yang juga dapat disimpulkan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang menganalisis hipotesis EKC adalah kualitas lingkungan tidak hanya dipengaruhi oleh pendapatan nasional per kapita, tetapi juga oleh faktor-faktor lain. Penelitian Gallagher (2004) menunjukkan bahwa aspek yang memengaruhi kualitas lingkungan hidup adalah harga output, sementara pada penelitian Naidoo & Adamowicz (2001) menunjukkan bahwa kualitas lingkungan hidup juga dipengaruhi oleh bentuk lembaga serta karakteristik alami indikator kualitas lingkungan hidup tertentu.

#### 4. METODE PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh AFTA terhadap kualitas lingkungan hidup di Indonesia. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) sebagai landasan. Seperti pada penelitian Gallagher (2004), dan McCarney & Adamowicz (2005), pengujian hipotesis EKC dilakukan untuk mengetahui pengaruh AFTA terhadap kualitas lingkungan hidup di Indonesia lewat pertumbuhan ekonomi Indonesia. Pengukuran kualitas lingkungan hidup menggunakan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Awalnya peneliti merencanakan akan menggunakan tiga jenis kerusakan lingkungan, yaitu: emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), perubahan luas tutupan hutan, dan emisi sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>). Luas tutupan hutan digunakan karena selama kurun waktu 10 tahun, luas hutan di Indonesia menurun hingga tersisa hanya 56%, dengan laju deforestasi sekitar satu juta hektar per tahun pada tahun 1990 (Sunderlin & Resosudarmo, 1996). Data luas tutupan hutan dari World Bank (2016a) menunjukkan bahwa pada periode tahun 1991-2014, luas tutupan hutan di Indonesia terus mengalami penurunan, tetapi dengan kecepatan penurunan yang berbeda antara periode satu dan periode lainnya. Penurunan paling tinggi terjadi pada tahun 2002. Hal tersebut diduga berkaitan erat dengan kondisi politik di Indonesia. Setelah reformasi di Indonesia tahun 1998 muncul peluang-peluang bagi masyarakat dalam menyuarakan haknya, termasuk mengenai masalah kehutanan. Bentuk aspirasi masyarakat tersebut menjadi undang-undang, yaitu Undang-Undang Nomor 41 tahun 1999 tentang Kehutanan. Pada tahun 2001, Megawati yang waktu itu menjabat sebagai Presiden Republik Indonesia membuat kebijakan mengenai sertifikasi penebangan berkelanjutan untuk perusahaan-perusahaan penebang sebagai upaya mengurangi laju kegiatan penebangan lahan hutan (Down to Earth, 2002). Peraturan dan kebijakan pemerintah Indonesia dapat menjadi alasan laju penurunan luas tutupan hutan menjadi melambat. Pada tahun 2006 hutan di Indonesia kembali mengalami percepatan dalam penurunan luas tutupan hutan. Kenyataan bahwa hutan merupakan sektor yang memiliki potensi yang besar dalam perekonomian Indonesia, membuat eksploitasi hutan kembali meningkat tetapi tidak seburuk masa sebelum reformasi. Emisi sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) juga merupakan salah satu bentuk emisi GRK di mana Indonesia juga menjadi salah satu negara kontributor terbesar di dunia. Emisi SO<sub>2</sub> berasal dari penggunaan minyak tanah, batubara, smelter, biomassa, dan bahan bakar fosil (Smith, Van Aardanne, Klimont, Andres, Volke, & Delgado, 2011) Data dari artikel Smith *et al.* (2011), menunjukkan bahwa untuk periode tahun 1980-2005, emisi SO<sub>2</sub> di Indonesia memperlihatkan peningkatan. Hal itu tidak lepas dari perkembangan sektor pertambangan batubara di Indonesia. Batubara merupakan salah satu sumber emisi SO<sub>2</sub> yang utama, baik dari sisi konsumsi maupun proses pertambangan batubara. Dari sisi penggunaan, batubara belum banyak digunakan di Indonesia, tetapi dari sisi produksi, Indonesia merupakan salah satu produsen batubara terbesar di dunia. Kegiatan penambangan batubara memunculkan partikel-partikel debu dan limbah padat batubara. Penghangatan limbah batubara menghasilkan emisi SO<sub>2</sub> dalam jumlah besar (Ghose & Majee, 2000). Dari sisi konsumsi, pembakaran batubara juga menghasilkan emisi SO<sub>2</sub>. Berdasarkan hal tersebut tren positif produksi dan konsumsi batubara di Indonesia secara akan terus meningkatkan emisi SO<sub>2</sub> di Indonesia.

Pengujian hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) menggunakan analisis regresi, dengan variabel terikat emisi karbon dioksida ( $CO_2$ ); serta, PDB per kapita, indeks keterbukaan ekonomi, dan jumlah penduduk sebagai variabel independen. *Unit of analysis* penelitian ini adalah perekonomian Indonesia tahun 1980 sampai tahun 2014. Model regresi ditunjukkan oleh persamaan (1); dan selanjutnya *ordinary least square* (OLS) digunakan untuk melakukan estimasi terhadap koefisien regresi dari masing-masing persamaan.

$$CO_{2t} = \beta_0 - \beta_1 X_{1t} + \beta_2 (X_{1t})^2 + \beta_3 X_{2t} + \beta_4 X_{3t} + \varepsilon_t \dots\dots\dots (1)$$

keterangan :

$CO_{2t}$	= Emisi karbon dioksida di Indonesia pada tahun t
$X_{1t}$	= PDB riil per kapita Indonesia pada tahun t
$X_{2t}$	= Indeks keterbukaan perekonomian Indonesia pada tahun t
$X_{3t}$	= Jumlah penduduk Indonesia pada tahun t
$\beta_0$ ,	= Konstanta
$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ ,	= Koefisien regresi
$\varepsilon_t$	= <i>error term</i>

Seperti diketahui, hipotesis EKC menggambarkan hubungan antara kerusakan lingkungan hidup dan pendapatan per kapita. Dalam penelitian ini variabel independen yang digunakan tidak hanya PDB riil per kapita (sebagai indikator pendapatan per kapita), tetapi juga indeks keterbukaan perekonomian dan jumlah penduduk.

Indeks keterbukaan perekonomian digunakan untuk menguji hubungan AFTA dengan ketiga indikator kerusakan lingkungan. Hubungan antara indeks keterbukaan perekonomian dengan ketiga indikator kualitas lingkungan diharapkan positif. Hal tersebut didasari konsep bahwa integrasi ekonomi dapat mendorong kegiatan ekonomi, dan polusi adalah koefisien dari kegiatan ekonomi. Variabel PDB riil per kapita kuadrat digunakan untuk menguji hipotesis EKC. Hubungan antara PDB riil per kapita dengan ketiga jenis kerusakan lingkungan diharapkan negatif, sehingga membentuk pola huruf-U-terbalik atau hipotesis EKC terbukti. Selain PDB per kapita dan indeks keterbukaan perekonomian, penelitian ini menggunakan jumlah penduduk sebagai salah satu variabel independen. Variabel jumlah penduduk digunakan sebagai variabel kontrol. Lebih dari itu pertumbuhan penduduk juga menjadi salah satu penyebab utama dari penurunan luas tutupan hutan (Sunderlin & Resosudarmo, 1996). Berdasarkan hal tersebut, jumlah penduduk diharapkan berpengaruh positif terhadap emisi  $CO_2$  dan emisi  $SO_2$ , sedangkan untuk TH, jumlah penduduk diharapkan memiliki hubungan negatif.

Jika hasil estimasi sesuai dengan harapan, artinya hipotesis EKC terbukti, maka integrasi ekonomi, dalam hal ini AFTA, dapat diharapkan memberi manfaat untuk peningkatan kualitas lingkungan hidup Indonesia. Hubungan positif antara indeks keterbukaan dengan setiap jenis kerusakan lingkungan memang menunjukkan bahwa integrasi ekonomi menurunkan kualitas lingkungan hidup, tetapi jika hipotesis EKC terbukti, maka peningkatan PDB riil per kapita selanjutnya dapat diharapkan akan menurunkan degradasi lingkungan (meningkatkan kualitas lingkungan) di Indonesia. Hal tersebut sesuai dengan argumen pihak yang mendukung pengaruh positif dari integrasi ekonomi.

## 5. DATA

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapat dari *World Bank*, Badan Pusat Statistik (BPS), dan penelitian-penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Data yang

digunakan adalah data *time series* tahunan, dari tahun 1980 sampai 2014, namun analisis regresi dan korelasi menggunakan data dengan periode waktu yang berbeda-beda, sesuai dengan ketersediaan data. Di bawah ini deskripsi tentang variabel, sumber data, serta analisis singkat atas data yang digunakan dalam penelitian. Tabel 1. memuat ringkasan tentang variabel dan sumber datanya.

**Tabel 1. Variabel dan Sumber Data**

Variabel	Sumber Data
Emisi CO <sub>2</sub>	<i>World Bank</i>
PDB riil Indonesia	Badan Pusat Statistik (BPS) ; <i>World Bank</i>
Indeks keterbukaan perekonomian Indonesia	Badan Pusat Statistik
Jumlah penduduk Indonesia	<i>World Bank</i>

Sumber: World Bank (2016a), World Bank (2016b), World Bank (2016d), Badan Pusat Statistik (1981, 1982, 1984, 1986, 1988, 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2015, 2016)

### 5.1. Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan salah satu variabel untuk mengukur kualitas lingkungan hidup di Indonesia. Emisi CO<sub>2</sub> relevan untuk Indonesia karena negara ini berada di urutan ketiga terbesar sebagai penghasil emisi gas rumah kaca (GRK) (Measey, 2010). Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar padat, cair, dan gas termasuk yang digunakan oleh industri-industri, dan diperoleh dari *World Bank* (2016a), untuk periode tahun 1980 sampai 2011.

Emisi CO<sub>2</sub> Indonesia pada tahun 1980 sampai 2011 memiliki tren yang positif. Emisi CO<sub>2</sub> Indonesia sebagian besar berasal dari tindakan manusia. Measey (2010) menyatakan bahwa CO<sub>2</sub> di Indonesia sebagian besar disebabkan oleh kebakaran hutan. Selain kebakaran hutan sektor transportasi perkotaan (kendaraan bermotor) juga menghasilkan CO<sub>2</sub> dalam jumlah yang besar. Kebakaran hutan yang terus terjadi di Indonesia serta meningkatnya jumlah kendaraan bermotor membuat CO<sub>2</sub> di Indonesia terus mengalami peningkatan. Pada tahun 1997-1998 Indonesia mengalami kebakaran hutan hebat akibat kekeringan karena *El Nino*. Dampak dari hal tersebut terhadap CO<sub>2</sub> dapat terlihat dari emisi CO<sub>2</sub> yang mengalami puncaknya pada tahun 1997.

### 5.2. PDB Riil per Kapita Indonesia

Data ini merupakan hasil olahan data PDB riil dan jumlah penduduk, yaitu membagi PDB riil dengan jumlah penduduk. Kedua data tersebut didapat dari *World Bank* dengan periode tahun 1980-2014. Nilai PDB riil per kapita Indonesia pada tahun 1984-2014 memiliki kecenderungan meningkat. Penurunan tajam terjadi pada saat krisis ekonomi melanda, yaitu pada tahun 1997-1998. Rata-rata pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 1980 sampai 1997 adalah ±7% per tahun. Setelah krisis finansial Asia tahun 1997-1998, pertumbuhan ekonomi Indonesia turun. Tahun 1999 pertumbuhan ekonomi Indonesia berada pada angka ±0,3%. Pada masa-masa pemulihan, pertumbuhan ekonomi Indonesia meningkat sebatas rata-rata ±4,6%. Perubahan pertumbuhan ekonomi Indonesia, tetap membuat PDB riil perkapita Indonesia meningkat mengingat pertumbuhan tetap berada di angka positif.

### 5.3. Indeks Keterbukaan Perekonomian Indonesia

Data ini digunakan sebagai representasi integrasi ekonomi. Data ini merupakan hasil pengolahan data total perdagangan Indonesia dengan lima negara ASEAN (Malaysia, Singapura, Filipina, Brunei Darussalam, dan Thailand) dengan data PDB riil Indonesia. Untuk mendapatkan data indeks keterbukaan perekonomian digunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\text{Total nilai perdagangan Indonesia dengan lima negara ASEAN}}{\text{PDB Riil Indonesia}}$$

Penggunaan lima negara ASEAN tersebut karena sulitnya menemukan data empat negara ASEAN lainnya. Selain itu, pemilihan lima negara ASEAN tersebut juga didasari anggapan bahwa kelima negara tersebut adalah negara-negara yang lebih dahulu tergabung dalam AFTA. Menurut penelitian Okabe & Urata (2013) *trade creation* dari AFTA lebih besar dirasakan oleh negara-negara anggota awal AFTA. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini menggunakan data perdagangan Indonesia dengan lima negara ASEAN. Data total perdagangan didapatkan dari Badan Pusat Statistik, sedangkan data PDB riil perkapita didapatkan dari *World Bank*. Periode tahun data indeks keterbukaan perekonomian adalah 1980-2014.

Indeks keterbukaan perekonomian Indonesia merupakan hasil pengolahan data total perdagangan Indonesia dengan lima negara ASEAN (Singapura, Filipina, Brunei, Thailand, dan Malaysia) dibagi dengan PDB riil Indonesia. Semakin tinggi nilai indeks keterbukaan perekonomian Indonesia menunjukkan ratio perdagangan Indonesia dengan kelima negara ASEAN terhadap PDB riil Indonesia semakin besar, artinya perekonomian Indonesia semakin terbuka terhadap perdagangan luar negeri. Data tahun 1980-2014 menunjukkan bahwa indeks keterbukaan perekonomian Indonesia bersifat fluktuatif namun menunjukkan tren yang positif.

### 5.4. Jumlah Penduduk Indonesia

Jumlah penduduk yang dimaksud adalah total penduduk Indonesia tanpa dipengaruhi oleh status hukum atau kependudukan (metode sensus *de facto*) (*World Bank*, 2016d). Artinya data jumlah kependudukan ini tidak hanya mencatat penduduk yang tercatat secara hukum di Indonesia (memiliki KTP). Data ini didapat dari *World Bank* dengan periode tahun 1980-2014.

## 6. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Untuk menjawab pertanyaan penelitian apakah AFTA berpengaruh terhadap kualitas lingkungan di Indonesia, maka dilakukan uji hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Dalam pengujian hipotesis EKC, yang digunakan hanya satu jenis degradasi lingkungan, yaitu emisi CO<sub>2</sub>. Sebelumnya dikatakan akan menggunakan tiga jenis degradasi lingkungan, namun karena jumlah observasi luas tutupan hutan dan emisi SO<sub>2</sub> kurang dari 30, maka diputuskan kedua jenis degradasi lingkungan tersebut tidak digunakan. Sebelum melakukan pengujian hipotesis EKC perlu dilakukan beberapa penyesuaian terhadap data-data yang akan digunakan, karena satuan dari masing-masing yang berbeda. Untuk itu seluruh data akan diubah kedalam bentuk logaritma natural (ln). Estimasi koefisien dalam analisis regresi untuk menguji hipotesis EKC perlu didahului dengan pengujian stasioneritas data dan pengujian asumsi klasik. Pengujian stasioneritas data diperlukan agar hasil persamaan regresi tidak menghasilkan *spurious regression*.

Pengujian stasioneritas dalam penelitian ini menggunakan *uni root test* dengan metode *Augmented Dickey Fuller Test* (Uji ADF) terhadap variabel dependen maupun independen. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai ADF *t*-statistic dengan nilai statistik Mc Kinnon 1996 *one sided p-value* pada tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) 1%, 5%, dan 10%. Hasil uji ADF akan menunjukkan data yang stasioner jika nilai ADF *t*-statistic lebih besar dari nilai statistik pada tabel Mc Kinnon 1996 *one sided p-value*.

Pada Tabel 2 dapat terlihat hasil uji stasioneritas menggunakan uji ADF pada tingkat level. Dari hasil uji ADF pada tingkat level dapat diketahui hanya data variabel lnpopulasi (-6.144679) yang stasioner pada tingkat  $\alpha$  terendah 1%.

**Tabel 2. Hasil Uji ADF Pada Tingkat Level**

Variabel	ADF T-Statistics	McKinnon 1996 one sided P Value			Remarks
		1%	5%	10%	
ln CO <sub>2</sub>	-2.891066	-4.28458	-3.562882	-3.215267	NOT STATIONARY
lnX <sub>1</sub>	-1.320421	-4.28458	-3.562882	-3.215267	NOT STATIONARY
lnX <sub>1</sub> <sup>2</sup>	-0.971288	-4.28458	-3.562882	-3.215267	NOT STATIONARY
lnX <sub>2</sub>	-2.758032	-4.28458	-3.562882	-3.215267	NOT STATIONARY
lnX <sub>3</sub>	-6.144679	<b>-4.374307</b>	<b>-3.603202</b>	<b>-3.238054</b>	STATIONARY

Karena hanya data variabel lnpopulasi yang stasioner, maka uji ADF pada diferensiasi tingkat pertama perlu dilakukan untuk data variabel ln CO<sub>2</sub>, lnX<sub>1</sub>, lnX<sub>1</sub><sup>2</sup>, lnX<sub>2</sub>, dan lnX<sub>3</sub>. Dari hasil uji ADF pada diferensiasi tingkat pertama (lihat Tabel 3) dapat terlihat bahwa seluruh data variabel ln CO<sub>2</sub>, lnX<sub>1</sub>, lnX<sub>1</sub><sup>2</sup>, lnX<sub>2</sub>, dan lnX<sub>3</sub> stasioner pada tingkat  $\alpha$  terendah (1%). Berdasarkan hal tersebut, seluruh data yang digunakan dalam penelitian ini stasioner pada tingkat level dan diferensiasi tingkat pertama.

**Tabel 3. Hasil Uji ADF Pada Diferensiasi Tingkat Pertama**

Variabel	ADF T-Statistics	McKinnon 1996 one sided P Value			Remarks
		1%	5%	10%	
ln CO <sub>2</sub>	-5.912065	<b>-4.296729</b>	<b>-3.568379</b>	<b>-3.218382</b>	STATIONARY
lnX <sub>1</sub>	-5.887907	<b>-4.296729</b>	<b>-3.568379</b>	<b>-3.218382</b>	STATIONARY
lnX <sub>1</sub> <sup>2</sup>	-5.78085	<b>-4.296729</b>	<b>-3.568379</b>	<b>-3.218382</b>	STATIONARY
lnX <sub>2</sub>	-6.241743	<b>-4.296729</b>	<b>-3.568379</b>	<b>-3.218382</b>	STATIONARY

Pengujian asumsi klasik diperlukan agar menghasilkan koefisien model regresi hasil estimasi yang *Best Linier Unbiased Estimator* (BLUE) (Gujarati, 2004). Secara umum uji asumsi klasik meliputi: uji heteroskedastisitas, uji autokorelasi dan uji multikolinearitas. Pengujian asumsi klasik pertama yang akan dilakukan adalah pengujian asumsi heterokedastisitas. Pengujian heterokedastisitas dapat dilakukan dengan menggunakan *white-test*, dengan cara membandingkan nilai *probabilty chi-square* hasil *white-test* dengan nilai kritis *chi-square* pada tingkat signifikansi yang ditentukan. Nilai *probabilty chi-square* hasil estimasi untuk masing-masing persamaan regresi tersebut ditunjukkan oleh Tabel 4. Berdasarkan nilai *probabilty chi-square* dapat diketahui bahwa hasil estimasi CO<sub>2</sub> (0,7616) yang nilai *probabilty chi-square* di atas nilai kritis *chi-square* pada tingkat signifikansi paling besar yaitu 10% (0,1). Berdasarkan hasil pengujian *white-test* dapat disimpulkan hasil estimasi CO<sub>2</sub> tidak mengalami masalah heteroskedastisitas.

**Tabel 4. Hasil Estimasi Model Persamaan Awal**

Variabel Independen	Variabel Dependen: ln CO <sub>2</sub>	
	Koefisien	<i>p-value</i>
lnX <sub>1</sub>	1,3729	(0,0123)
lnX <sub>1</sub> <sup>2</sup>	-0,0816	(0,0296)
lnX <sub>2</sub>	0,01489	(0,7024)
lnX <sub>3</sub>	2,63158	(0,000)
Observasi	32	
R-Squared	0,986567	
Prob. Chi-Square White-test	0,7616	
D-W stat	1,208294	

Uji asumsi klasik kedua yang dilakukan adalah uji autokorelasi. Untuk dapat mengetahui apakah hasil estimasi mengalami autokorelasi atau tidak, dapat dilakukan dengan melakukan uji Durbin-Watson (D-W). Pengujian D-W dilakukan dengan membandingkan nilai D-W hitung dengan nilai D-W pada tabel dengan tingkat signifikansi tertentu. Jika nilai D-W hitung lebih kecil dari nilai DL pada tabel D-W, maka hasil tersebut mengalami masalah autokorelasi positif. Nilai D-W hitung yang berada diantara nilai DL dan DU, menunjukkan adanya keragu-raguan mengenai hubungan residual pada tahun (t) dengan residual pada tahun (t-1). Selanjutnya, jika nilai D-W hitung berada diantara nilai DU dengan nilai 4-DU, maka hasil estimasi tersebut tidak mengalami masalah autokorelasi atau memenuhi asumsi klasik. Nilai D-W hitung yang berada di antara nilai 4-DU dengan 4-DL maka masih terdapat keraguan mengenai adanya autokorelasi dalam hasil estimasi. Jika nilai D-W hitung lebih besar dari 4-DL maka hasil estimasi mengalami masalah autokorelasi negatif. Berdasarkan keterangan tersebut maka dapat dilakukan uji D-W untuk mengetahui apakah hasil estimasi awal mengalami masalah autokorelasi.

Pada Tabel 4 diketahui nilai D-W hitung estimasi dan pada Tabel 5 diketahui nilai D-W tabel persamaan regresi yang diestimasi. Seperti pada penjelasan sebelumnya, untuk dapat mengetahui bahwa sebuah model memiliki masalah autokorelasi dapat dilihat dengan membandingkan nilai D-W hitung dengan nilai tabel. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diketahui bahwa hasil estimasi CO<sub>2</sub> tidak lolos dari uji autokorelasi dengan nilai D-W hitung sebesar 1,208294 berada di antara nilai DL dan DU.

**Tabel 5. Pengujian Durbin-Watson**

	DL	DU	4-DU	4-DL
CO <sub>2</sub>	0,978	1,509	2,491	3,022

Uji asumsi klasik terakhir yang dilakukan adalah uji multikolinearitas. Pengujian multikolinearitas dilakukan dengan memerhatikan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF), yang didapat dari hasil perhitungan dengan rumus:

$$VIF = \frac{1}{(1-r^2)}$$

Nilai VIF di bawah 10 menandakan bahwa tidak terjadi multikolinearitas dalam persamaan regresi, namun jika nilai VIF diatas 10 maka terjadi multikolinearitas dalam persamaan regresi.

Tabel 6. menunjukkan nilai VIF pada setiap variabel independen. Pada Tabel 6, terlihat bahwa semua nilai VIF dari masing-masing variabel independen bernilai di bawah 10. Hal

tersebut menunjukkan bahwa persamaan regresi diatas tidak memiliki masalah multikolinearitas.

**Tabel 6. Uji Multikolinearitas dengan VIF**

Variabel Independen	r <sup>2</sup>	VIF
lnX1	0,6718	3,046923
lnX2	0,4743	1,902226
lnX3	0,7395	3,838772

Berdasarkan hasil uji asumsi klasik, perlu dilakukan koreksi hasil estimasi. Pada hasil estimasi CO<sub>2</sub>, hasil uji asumsi klasik menunjukkan bahwa hasil estimasi tersebut mengalami masalah autokorelasi. Berdasarkan hal tersebut maka ditambahkan variabel *auto regression* (AR1) sebagai variabel independen untuk meningkatkan angka D-W hitung hasil estimasi CO<sub>2</sub>. Langkah ini membuat hasil estimasi CO<sub>2</sub> lolos dari uji autokorelasi. Setelah koreksi dilakukan, persamaan regresi yang digunakan ditunjukkan pada persamaan (6). Hasil estimasi terhadap koefisien regresi pada model tersebut di atas disajikan dalam Tabel 7.

$$\ln\text{CO}_{2t} = \beta_0 - \beta_1 \ln\text{X}_{1t} + \beta_2 \ln(\text{X}_{1t})^2 + \beta_3 \ln\text{X}_{2t} + \beta_4 \ln\text{X}_{3t} + \text{AR}(1) + \varepsilon_t \dots\dots (6)$$

keterangan :

- lnCO<sub>2t</sub> : Logaritma natural emisi karbon dioksida Indonesia pada tahun t
- lnX<sub>1t</sub> : Logaritma natural PDB riil per kapita Indonesia pada tahun t
- lnX<sub>2t</sub> : Logaritma natural indeks keterbukaan perekonomian Indonesia pada tahun t
- lnX<sub>3t</sub> : Logaritma natural jumlah penduduk Indonesia pada tahun t
- AR(1) : *Auto Regression*

**Tabel 7. Koefisien Regresi dan *p-value* Hasil Regresi Persamaan (6)**

Variabel Independen	Variabel Dependen: lnCO <sub>2</sub>	
	Koefisien	<i>p-value</i>
lnX <sub>1</sub>	1.148397	(0,0763)**
lnX <sub>1</sub> <sup>2</sup>	-0.0658	(0.1447)
lnX <sub>2</sub>	-0,022226	(0,6816)
lnX <sub>3</sub>	2.806673	(0,0000)*
AR(1)	0,40962	
Observasi	31	
R-Squared	0,987815	
Prob. Chi-Square White-test	0.2352	
D-W stat	1,667055	

Keterangan: angka dalam kurung menunjukkan *p-value*; \* signifikan pada  $\alpha = 1\%$ ; \*\* signifikan pada  $\alpha = 5\%$ ; \*\*\* signifikan pada  $\alpha = 10\%$ ;

Berdasarkan analisis regresi pada model persamaan yang terakhir, dapat disimpulkan bahwa AFTA tidak mempengaruhi ketiga jenis kerusakan lingkungan (emisi CO<sub>2</sub>) di Indonesia. Hal tersebut dapat dilihat dari *p-value* variabel lnX<sub>2</sub> (indeks keterbukaan perekonomian) pada setiap hasil estimasi, yang mana *p-value* variabel lnX<sub>2</sub> tidak lebih kecil dari nilai kritis tingkat signifikansi ( $\alpha = 0,1$ ; 0,05; dan 0,01). Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa AFTA tidak memengaruhi kualitas lingkungan hidup di Indonesia dari sisi peningkatan perdagangan.

Salah satu penjelasan mengenai mengapa hasil estimasi menunjukkan pengaruh AFTA terhadap kualitas lingkungan hidup Indonesia tidak signifikan adalah melalui penciptaan dagang

akibat AFTA. Menurut Okabe & Urata (2013) penciptaan perdagangan (*trade creation*) akibat AFTA tidak terjadi pada seluruh komoditas perdagangan antar negara-negara anggotanya. Tabel 8 memperlihatkan komoditas perdagangan negara ASEAN yang mengalami penciptaan perdagangan (*trade creation*) adalah sektor-sektor agrobisnis dan sektor dengan kegiatan perakitan. Penciptaan perdagangan tidak signifikan untuk komoditas-komoditas yang relatif menghasilkan polusi serta membuka hutan dalam jumlah besar. Berdasarkan hal tersebut maka terdapat indikasi bahwa penciptaan perdagangan akibat AFTA yang signifikan pada komoditas tertentu menyebabkan hasil estimasi menunjukkan AFTA tidak signifikan dalam memengaruhi indikator kualitas lingkungan hidup.

**Tabel 8. Komoditas dan Penciptaan Perdagangan karena AFTA**

Nama Komoditas dan Penciptaan Perdagangan karena AFTA	
Signifikan	Tidak Signifikan
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Produk agrikultur</li> <li>● Produk minuman dan produk tembakau</li> <li>● Material karet mentah</li> <li>● Fiber tekstil</li> <li>● Material hewan dan Sayur-sayuran</li> <li>● Minyak hewan dan nabati</li> <li>● Produk-produk Kimia</li> <li>● Material pengolahan</li> <li>● Mesin-mesin listrik</li> <li>● Peralatan transportasi</li> <li>● Barang pabrikan lainnya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kayu, pulp dan kertas</li> <li>● Bahan bakar mineral</li> <li>● Batu bara dan kimia mentah</li> <li>● Produk farmasi dan kesehatan</li> <li>● Pupuk dan bahan peledak</li> </ul>

Sumber: Okabe & Urata (2013)

Kemungkinan lain yang membuat hasil estimasi menunjukkan AFTA tidak signifikan memengaruhi kualitas lingkungan hidup adalah keunggulan komparatif Indonesia. Menurut Copeland & Taylor (2004), pengaruh integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup dipengaruhi oleh keunggulan komparatif suatu negara serta kekuatan peraturan lingkungan hidup negara suatu negara. Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah serta mengingat Indonesia merupakan negara berkembang, maka mayoritas *human capital* tenaga kerja di Indonesia termasuk rendah. Pernyataan tersebut dapat dibuktikan dengan mayoritas penduduk Indonesia bekerja di sektor pertanian, peternakan, perkebunan, kehutanan, perburuan, dan perikanan (Badan Pusat Statistik, 2016). Sektor-sektor tersebut merupakan sektor padat karya. Menurut Gallagher (2004) sektor padat karya relatif menghasilkan polusi yang lebih rendah dibandingkan sektor-sektor padat modal. Berdasarkan hal tersebut terdapat kemungkinan bahwa hasil estimasi AFTA yang tidak signifikan dalam memengaruhi kualitas lingkungan hidup Indonesia disebabkan oleh keunggulan komparatif Indonesia adalah sektor padat karya. Peningkatan kegiatan produksi di sektor padat karya tidak signifikan dalam meningkatkan ketiga jenis kerusakan lingkungan.

Selain menunjukkan bahwa AFTA tidak signifikan memengaruhi indikator kualitas lingkungan hidup Indonesia, hasil estimasi juga menunjukkan bahwa EKC untuk CO<sub>2</sub> terbukti. Dalam Tabel 6 pernyataan tersebut ditunjukkan oleh *p-value* variabel  $\ln X_1^2$  (PDB rill per kapita) yang lebih kecil dibandingkan nilai  $\alpha$  (0,05), sehingga pola menyerupai huruf U-terbalik terbukti pada hasil estimasi CO<sub>2</sub>. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kualitas lingkungan hidup seiring dengan peningkatan PDB Perkapita Indonesia. Peningkatan tersebut dapat didorong oleh permintaan masyarakat akan perbaikan kualitas lingkungan yang lebih baik. Hasil estimasi juga menunjukkan indikator kualitas lingkungan hidup emisi CO<sub>2</sub> signifikan dipengaruhi oleh jumlah penduduk, yang dibuktikan dengan cara yang sama seperti variabel  $\ln X_2$  dan  $X_1^2$ . Berdasarkan hal tersebut, hipotesis EKC terbukti di Indonesia.

Pada Tabel 6 juga dapat diketahui berapa persen variabel-variabel independen dapat menjelaskan variabel dependen, yang ditunjukkan oleh nilai R-squares, yang mana menunjukkan nilai R-squares hasil estimasi lebih tinggi dari 0,5. Hal tersebut menunjukkan bahwa 0,987 (98,7) variabel-variabel independen mampu menjelaskan variabel dependen dan sisanya dijelaskan oleh faktor-faktor lain. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variabel-variabel PDB riil per kapita, indeks keterbukaan perekonomian dan populasi penduduk mampu menjelaskan indikator kualitas lingkungan hidup sebesar 98,7% sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel-variabel lain.

Hasil estimasi EKC terhadap indikator kualitas lingkungan hidup dapat dijelaskan oleh beberapa hal. Menurut Measey (2010) sumber utama emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia adalah kebakaran hutan. Kebakaran hutan yang terjadi di Indonesia bukan hanya meningkatkan CO<sub>2</sub> melalui asap kebakaran, tetapi terdapat *opportunity cost* dari hilangnya pohon. Hutan memiliki *non-timber forest product*, salah satunya adalah jasa lingkungan sebagai penyerap CO<sub>2</sub> (carbon sequestration). Kebakaran hutan secara tidak langsung akan meningkatkan CO<sub>2</sub> melalui pengurangan penyerapan CO<sub>2</sub>. Meskipun demikian, dorongan dari masyarakat Indonesia dan masyarakat dunia agar pemerintah Indonesia menindak lanjuti kasus kebakaran hutan dan mengupayakan pencegahan kebakaran hutan, dapat menjadi faktor yang mendorong adanya perbaikan indikator kualitas lingkungan hidup (dalam hal ini adalah penurunan tingkat CO<sub>2</sub>). Hal tersebut ditanggapi pemerintah Indonesia dengan mengadopsi berbagai inisiatif terkait pembangunan berkelanjutan seperti Kyoto Protocol, REDD, REDD+, dll kedalam kebijakan, undang-undang, dan rancangan pembangunan, sehingga pola EKC dapat terbentuk.

Di sisi lain, kebakaran hutan di Indonesia bukan hanya disebabkan oleh kegiatan ekonomi, tetapi juga terdapat faktor demografi. *The World Bank* (1994: p.51), seperti dikutip oleh Sunderlin & Resosudarmo (1996) menunjukkan bahwa 67% dari deforestasi di Indonesia disebabkan oleh kebijakan pemerintah (transmigrasi). Kebijakan transmigrasi dapat membuat daerah tujuan transmigrasi dibuka hutannya untuk menyediakan tempat tinggal penduduk yang datang. Pada tabel 6 juga dapat dilihat hasil estimasi menunjukkan jumlah penduduk signifikan meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>. Mengingat bahwa hutan memiliki *non-timber forest product* sebagai penyerap CO<sub>2</sub>, maka faktor jumlah penduduk dapat menyebabkan peningkatan CO<sub>2</sub>.

## 7. SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh AFTA terhadap kualitas lingkungan hidup di Indonesia. Hipotesis EKC digunakan dalam menganalisis pengaruh AFTA terhadap kualitas lingkungan hidup di Indonesia. Berdasarkan hasil pengolahan data, dapat disimpulkan bahwa AFTA tidak signifikan dalam mempengaruhi kualitas lingkungan hidup di Indonesia. Hal tersebut dapat disebabkan oleh mayoritas sektor perdagangan di AFTA merupakan sektor yang relatif berbasis pertanian dan perakitan. Selain komoditas perdagangan, kemungkinan bahwa keunggulan komparatif Indonesia adalah sektor padat karya yang membuat peningkatan kegiatan ekonomi cenderung tidak signifikan dalam menurunkan kualitas lingkungan. Berdasarkan hal tersebut maka AFTA tidak signifikan dalam mempengaruhi kualitas lingkungan hidup di Indonesia.

Pada pengujian hipotesis EKC tidak ditemukan hubungan yang signifikan pada jenis degradasi lingkungan CO<sub>2</sub>. Sumber dari CO<sub>2</sub> yang berasal dari aspek kehutanan menjadi kemungkinan penyebab EKC tidak signifikan pada jenis indikator kualitas tersebut. Berdasarkan

hal tersebut, hasil estimasi menunjukkan hipotesis EKC tidak terbukti untuk emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia.

Meskipun hasil estimasi pada penelitian ini menunjukkan bahwa AFTA tidak memengaruhi kualitas lingkungan hidup, tetapi penelitian ini banyak memiliki kekurangan. Keterbatasan data untuk melakukan uji hipotesis EKC di dua jenis degradasi lingkungan yang lainnya (perubahan luas tutupan hutan dan emisi sulfur dioksida), sehingga indikator kualitas lingkungan hidup pada penelitian ini belum dapat menunjukkan pengaruh AFTA pada kualitas lingkungan hidup di Indonesia secara umum.

Topik mengenai pengaruh integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup di Indonesia masih menarik untuk diteliti. Dalam pengujian hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC), penelitian ini hanya menggunakan satu macam indikator kualitas lingkungan, yaitu emisi CO<sub>2</sub>. Penggunaan jenis indikator kualitas lingkungan yang lain perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari AFTA terhadap kualitas lingkungan hidup di Indonesia secara lebih menyeluruh. Pengujian terhadap hipotesis *Polution Haven* (PH) dapat dilakukan sebagai pembandingan dari hipotesis EKC.

Penggunaan bentuk integrasi ekonomi yang lain juga masih dapat dilakukan. Indonesia tergabung di lebih dari satu bentuk integrasi ekonomi. Pengujian bentuk integrasi-integrasi ekonomi yang lain dengan kualitas lingkungan hidup di Indonesia masih perlu dilakukan. Penelitian-penelitian selanjutnya mengenai pengaruh integrasi ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup di Indonesia diharapkan dapat menjadi landasan kebijakan agar pembangunan ekonomi di Indonesia adalah pembangunan ekonomi yang tetap memperhatikan kelestarian lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antweiler, W., Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2001). Is free trade good for the environment? *The American Economic Review*, 91(4), 877-908.
- Azhar, U., Khalil, S., & Ahmed, H. (2007). Environmental effects of trade liberalisation: a case study of Pakistan. *The Pakistan Development Review*, 46(4), 645-655.
- Badan Pusat Statistik. (1981). *Statistik Indonesia 1981*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (1982). *Statistik Indonesia 1982*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (1984). *Statistik Indonesia 1984*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (1986). *Statistik Indonesia 1986*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (1988). *Statistik Indonesia 1988*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (1990). *Statistik Indonesia 1990*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (1992). *Statistik Indonesia 1992*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (1994). *Statistik Indonesia 1994*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (1996). *Statistik Indonesia 1996*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (1998). *Statistik Indonesia 1998*. Badan Pusat Statistik.

- Badan Pusat Statistik. (2000). *Statistik Indonesia 2000*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2002). *Statistik Indonesia 2002*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2004). *Statistik Indonesia 2004*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2006). *Statistik Indonesia 2006*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2008). *Statistik Indonesia 2008*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2010). *Statistik Indonesia 2010*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2012). *Statistik Indonesia 2012*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2014). *Statistik Indonesia 2014*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Statistik Indonesia 2015*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Penduduk 15 tahun ke atas yang bekerja menurut lapangan pekerjaan utama 1986 - 2016*. Badan Pusat Statistik.
- Bowles, P. (1997). ASEAN, AFTA, dan the "new regionalism". *Pacific Affairs*, 70(2), 219-233.
- Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2004). Trade, growth, and the environment. *Journal of Economic Literature*, 42(1), 7-71.
- Dean, J. M. (2002). Does trade liberalization harm the environment? a new test. *The Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'Economique*, 35(4), 819-842.
- Down to Earth. (2002). *Forests, people, and right (special report)*. Down to Earth.
- Gallagher, K. P. (2004). Economic integration and the environment in Mexico: lessons for future trade agreements. *Working Group on Development and Environment in the Americas. Discussion Paper*, 6, 1-20.
- Ghose, M. K., & Majee, S. R. (2000). Source of air pollution due to coal mining and their impacts in Jharia coalfield. *Environment International*, 26(1-2), 81-85.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement. *Natural Bureau of Economic Research Working Paper no. 3914*, 1-39.
- Gujarati, D.N. (2004). *Basic Econometric*, (4th Ed.). The McGraw-Hill Companies. NewYork.
- McCarney, G., & Adamowicz, W. L. (2005). The effects of trade liberalization on the environment: an empirical study. *Annual Meeting, July 6-8, 2005*. San Fransisco, CA 34157: Canadian Agricultural Economics Society.
- Measey, M. (2010). Indonesia: a vulnerable country in the face of climate change. *Global Majority E-Journal*, 1(1), 31-45.
- Naidoo, R., & Adamowicz, V. L. (2001). Effect of economic prosperity on numbers of threatened species. *Conservation Biology*, 15(4), 1021-1029.
- Nordström, H., & Vaughan, S. (1999). *Special studies 4: Trade and environment*. Diunduh dari WTO Publication: [https://www.wto.org/english/res\\_e/publications\\_e/special\\_studies4\\_e.htm](https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/special_studies4_e.htm)
- Okabe, M., & Urata, S. (2013). The impact of AFTA on Intra-AFTA trade. *ERIA Discussion Paper Series No. 2013-05*, 1-43.

- Shen, J. (2008). Trade liberalization and environmental degradation in China. *Applied Economics*, 40, 997-1004.
- Smith, S. J., Van Aardanne, J., Klimont, Z., Andres, R. J., Volke, A., & Delgado, A. S. (2011). Anthropogenic sulfur dioxide emissions: 1850–2005. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11(3).
- Sunderlin, W., & Resosudarmo, I. A. (1996). Rates and causes of deforestation in Indonesia: towards a resolution of the ambiguities. *Occasional Paper No. 9*, 1-19.
- Tariq, B., & Rahim, R. A. (2016). The environmental effects of intra-industry trade in the SAARC region. *International Journal of Business and Society*, 17(1), 113-130.
- United Nations. (1999). *Trade liberalisation and the environment: lessons learned from Bangladesh, Chile, India, Philippines, Romania and Uganda*. United Nations.
- Verico, K. (2015). Open-ended impact of AFTA on FDI inflows: evidence from macro-level data of Indonesia, Malaysia, Thailand and firm-level data of Indonesia. *Journal of Economic Cooperation and Development*, 36(2), 91-124.
- World Bank. (2016a). *CO2 emissions (kt)*. Diunduh dari <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT?view=chart>
- World Bank. (2016b). *GDP (current US\$)*. Diunduh dari <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?view=chart>
- World Bank. (2016c). *Forest area (sq. km)*. Diunduh dari <http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.K2>
- World Bank. (2016d). *Population, total*. Diunduh dari <http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?view=chart>

**LAMPIRAN**

• Hasil Uji Stasioneritas Variabel CO <sub>2</sub>					• Hasil Uji Stasioneritas Variabel PDB Per Kapita				
Null Hypothesis: D(LNCO2) has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=7)					Null Hypothesis: D(LNPDBPERKAPITA) has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=7)				
			t-Statistic	Prob.*				t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-5.912065	0.0002	Augmented Dickey-Fuller test statistic			-5.887907	0.0002
Test critical values:					Test critical values:				
1% level			-4.296729		1% level			-4.296729	
5% level			-3.568379		5% level			-3.568379	
10% level			-3.218382		10% level			-3.218382	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values. Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LNCO2,2) Method: Least Squares Date: 08/13/18 Time: 12:58 Sample (adjusted): 1982 2011 Included observations: 30 after adjustments					*MacKinnon (1996) one-sided p-values. Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LNPDBPERKAPITA,2) Method: Least Squares Date: 08/13/18 Time: 13:05 Sample (adjusted): 1982 2011 Included observations: 30 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LNCO2(-1))	-1.220853	0.206502	-5.912065	0.0000	D(LNPDBPERKAPITA(-1))	-1.109299	0.188403	-5.887907	0.0000
C	0.052756	0.037251	1.416238	0.1681	C	-0.058577	0.078533	-0.745897	0.4622
@TREND(1980)	0.000976	0.001902	0.513188	0.6120	@TREND(1980)	0.007547	0.004335	1.740790	0.0931
R-squared	0.567684	Mean dependent var		0.006666	R-squared	0.562764	Mean dependent var		0.000263
Adjusted R-squared	0.535661	S.D. dependent var		0.132233	Adjusted R-squared	0.530377	S.D. dependent var		0.290554
S.E. of regression	0.090106	Akaike info criterion		-1.881010	S.E. of regression	0.199114	Akaike info criterion		-0.295237
Sum squared resid	0.219218	Schwarz criterion		-1.740890	Sum squared resid	1.070455	Schwarz criterion		-0.155117
Log likelihood	31.21515	Hannan-Quinn criter.		-1.836185	Log likelihood	7.428553	Hannan-Quinn criter.		-0.250411
F-statistic	17.72719	Durbin-Watson stat		1.950855	F-statistic	17.37580	Durbin-Watson stat		2.061286
Prob(F-statistic)	0.000012				Prob(F-statistic)	0.000014			

• Hasil Uji Stasioneritas Variabel Indeks Keterbukaan					• Hasil Uji Stasioneritas Variabel PDB Per Kapita <sup>2</sup>						
Null Hypothesis: D(LNINDEKSKETERBUKAAN) has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=7)					Null Hypothesis: D(LNPDBPERKAPITA2) has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=7)						
			t-Statistic	Prob.*				t-Statistic	Prob.*		
Augmented Dickey-Fuller test statistic					Augmented Dickey-Fuller test statistic						
Test critical values:					Test critical values:						
	1% level		-4.296729			1% level		-4.296729			
	5% level		-3.568379			5% level		-3.568379			
	10% level		-3.218382			10% level		-3.218382			
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.					*MacKinnon (1996) one-sided p-values.						
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LNINDEKSKETERBUKAAN,2) Method: Least Squares Date: 08/13/18 Time: 13:08 Sample (adjusted): 1982 2011 Included observations: 30 after adjustments					Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LNPDBPERKAPITA2,2) Method: Least Squares Date: 08/13/18 Time: 13:12 Sample (adjusted): 1982 2011 Included observations: 30 after adjustments						
	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.		Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	D(LNINDEKSKETERBUKAAN(-1))	-1.180578	0.189142	-6.241743	0.0000		D(LNPDBPERKAPITA2(-1))	-1.091003	0.188727	-5.780850	0.0000
	C	-0.010711	0.099175	-0.108006	0.9148		C	-0.906558	1.044115	-0.868255	0.3929
	@TREND(1980)	0.001987	0.005335	0.372494	0.7124		@TREND(1980)	0.112316	0.058079	1.933865	0.0637
	R-squared	0.590721	Mean dependent var	0.002951			R-squared	0.553862	Mean dependent var	0.021687	
	Adjusted R-squared	0.560404	S.D. dependent var	0.380336			Adjusted R-squared	0.520815	S.D. dependent var	3.816404	
	S.E. of regression	0.252170	Akaike info criterion	0.177216			S.E. of regression	2.641838	Akaike info criterion	4.875466	
	Sum squared resid	1.716927	Schwarz criterion	0.317335			Sum squared resid	188.4413	Schwarz criterion	5.015586	
	Log likelihood	0.341767	Hannan-Quinn criter.	0.222041			Log likelihood	-70.13199	Hannan-Quinn criter.	4.920292	
	F-statistic	19.48480	Durbin-Watson stat	2.048232			F-statistic	16.75969	Durbin-Watson stat	2.052632	
	Prob(F-statistic)	0.000006					Prob(F-statistic)	0.000019			

• Hasil Uji Stasioneritas Variabel Jumlah Penduduk Indonesia					• Hasil Uji Estimasi Ordinary Least Square						
Null Hypothesis: LNPOPULASI has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 6 (Automatic based on SIC, MAXLAG=7)					Dependent Variable: LNCO2 Method: Least Squares Date: 08/13/18 Time: 13:26 Sample: 1980 2011 Included observations: 32						
		t-Statistic	Prob.*				Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.144679	0.0002				LNINDEKSKETERBUKAAN	0.014891	0.038564	0.386127	0.7024
Test critical values:	1% level	-4.374307					LNPDBPERKAPITA	1.372911	0.511468	2.684257	0.0123
	5% level	-3.603202					LNPDBPERKAPITA2	-0.081619	0.035541	-2.296493	0.0296
	10% level	-3.238054					LNPOPULASI	2.631583	0.157509	16.70747	0.0000
*MacKinnon (1996) one-sided p-values. Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LNPOPULASI) Method: Least Squares Date: 08/13/18 Time: 13:14 Sample (adjusted): 1987 2011 Included observations: 25 after adjustments							C	-43.45455	2.895636	-15.00691	0.0000
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	R-squared	0.986567	Mean dependent var	12.27668			
LNPOPULASI(-1)	-0.015154	0.002466	-6.144679	0.0000	Adjusted R-squared	0.984577	S.D. dependent var	0.514508			
D(LNPOPULASI(-1))	1.808785	0.187046	9.670276	0.0000	S.E. of regression	0.063897	Akaike info criterion	-2.520496			
D(LNPOPULASI(-2))	-1.396151	0.424468	-3.289175	0.0046	Sum squared resid	0.110235	Schwarz criterion	-2.291475			
D(LNPOPULASI(-3))	0.384449	0.533670	0.720387	0.4817	Log likelihood	45.32794	Hannan-Quinn criter.	-2.444582			
D(LNPOPULASI(-4))	0.413675	0.510923	0.809663	0.4300	F-statistic	495.7408	Durbin-Watson stat	1.208294			
D(LNPOPULASI(-5))	-0.711035	0.353446	-2.011719	0.0614	Prob(F-statistic)	0.000000					
D(LNPOPULASI(-6))	0.385743	0.127473	3.026077	0.0080							
C	0.287513	0.046786	6.145311	0.0000							
@TREND(1980)	0.000210	3.38E-05	6.214953	0.0000							
R-squared	0.999984	Mean dependent var	0.014965								
Adjusted R-squared	0.999976	S.D. dependent var	0.002076								
S.E. of regression	1.01E-05	Akaike info criterion	-19.90109								
Sum squared resid	1.62E-09	Schwarz criterion	-19.46229								
Log likelihood	257.7636	Hannan-Quinn criter.	-19.77939								
F-statistic	127538.4	Durbin-Watson stat	1.976418								
Prob(F-statistic)	0.000000										

• Hasil Uji Heteroskedastisitas				
Heteroskedasticity Test: White				
F-statistic	1.611561	Prob. F(18,12)	0.2012	
Obs*R-squared	21.92862	Prob. Chi-Square(18)	0.2352	
Scaled explained SS	19.41392	Prob. Chi-Square(18)	0.3668	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 08/17/18 Time: 12:02				
Sample: 1981 2011				
Included observations: 31				
Collinear test regressors dropped from specification				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-24.75244	34.32247	-0.721173	0.4846
GRADF_01	20.84704	30.71489	0.678728	0.5102
GRADF_01^2	-5.820307	7.573139	-0.768546	0.4570
GRADF_01*GRADF_02	0.821820	1.081346	0.759998	0.4619
GRADF_01*GRADF_03	-0.041238	0.880933	-0.046812	0.9634
GRADF_01*GRADF_04	0.286158	0.218504	1.309622	0.2148
GRADF_01*GRADF_06	3.023300	3.261003	0.927108	0.3721
GRADF_02	-1.254911	2.051884	-0.611590	0.5522
GRADF_02^2	-0.028729	0.038133	-0.753375	0.4657
GRADF_02*GRADF_03	0.003513	0.064158	0.054757	0.9572
GRADF_02*GRADF_04	-0.040704	0.035078	-1.160377	0.2685
GRADF_02*GRADF_06	-0.213299	0.221781	-0.961754	0.3552
GRADF_03	-0.440281	2.039258	-0.215903	0.8327
GRADF_03^2	-0.019894	0.022294	-0.892346	0.3898
GRADF_03*GRADF_04	0.039813	0.151446	0.262886	0.7971
GRADF_03*GRADF_06	0.113072	0.211238	0.535284	0.6022
GRADF_04*GRADF_06	-0.175188	0.722520	-0.242468	0.8125
GRADF_05*GRADF_06	-7.023505	17.55980	-0.399976	0.6962
GRADF_06^2	-0.426769	0.292914	-1.456977	0.1708
R-squared	0.707375	Mean dependent var	0.002955	
Adjusted R-squared	0.268437	S.D. dependent var	0.004956	
S.E. of regression	0.004239	Akaike info criterion	-7.812380	
Sum squared resid	0.000216	Schwarz criterion	-6.933485	
Log likelihood	140.0919	Hannan-Quinn criter.	-7.525882	
F-statistic	1.611561	Durbin-Watson stat	2.133360	
Prob(F-statistic)	0.201236			