

LAPORAN PENELITIAN

**Studi terhadap Aspek yang Mempengaruhi Pencemaran Udara di
Indonesia dengan Error Correction Model**



**Oleh :
Dr. E. Diah Lufti Wijayanti, SE, MSi**

**FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
2020**

LAPORAN PENELITIAN

**Studi terhadap Aspek yang Mempengaruhi Pencemaran Udara di
Indonesia dengan Error Correction Model**



Oleh :
Dr. E. Diah Lufti Wijayanti, SE, MSi

**FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
2020**



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA

FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS

Alamat : JL. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Sleman Yogyakarta 55283

Telepon : (0274) 487276, 486255, Faximile : (0274) 486255

Laman : [Http://ekonomi.upnyk.ac.id](http://ekonomi.upnyk.ac.id) – Email : feb@upnyk.ac.id

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN**

1. a. Judul Penelitian : Studi terhadap Aspek yang Mempengaruhi Pencemaran Udara di Indonesia dengan Error Correction Model
- b. Bidang Ilmu : Ekonomi
2. Peneliti
 - a. Nama : Dr. E. Diah Lufti Wijayanti, SE, M.Si
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIK : 2 7203 96 0072 1
 - d. Jabatan Struktural : -
 - e. Jabatan Fungsional : Lektor
 - f. Fakultas/Prodi : Ekonomi dan Bisnis/Ekonomi Pembangunan
3. Lokasi Penelitian : Indonesia
4. Lama Penelitian : 2 semester
5. Sumber Dana : Mandiri

Yogyakarta, Juni 2020

Mengetahui
Fakultas Ekonomi dan Bisnis
Dekan

Ketua



(Dr. E. Diah Lufti Wijayanti, SE, MSi)
NIK : 2 7203 96 0072 1

Studi terhadap Aspek yang Mempengaruhi Pencemaran Udara di Indonesia dengan Error Correction Model

Abstrak

Pencemaran udara merupakan salah satu eksternalitas negatif yang keberadaannya patut mendapat perhatian. Pencegahan dan kepedulian terhadap pencemaran udara menyangkut pilihan dalam proses produksi, konsumsi dan alokasi suatu barang. Kepedulian terhadap pencemaran udara sangat penting agar kualitas lingkungan menjadi lebih baik. Pentingnya kepedulian ini karena peningkatan kualitas lingkungan dapat meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat.

Penelitian ini secara khusus membahas persoalan pencemaran udara yang dikaitkan dengan aspek-aspek yang mempengaruhinya. Aspek yang diteliti adalah subsidi bahan bakar minyak, biaya pencegahan pencemaran udara, jumlah kendaraan bermotor dan fasilitas kredit dalam pembelian kendaraan bermotor di Indonesia dalam rentang waktu 2001-2016. Analisis yang digunakan terhadap permasalahan ini menggunakan ECM (*Error Corection Model*). Alasan penggunaan model ECM yang pertama, meminimalkan adanya *spurious regression* yang sering terjadi pada data *time series*. Alasan yang kedua, dengan model ECM dapat mengoreksi adanya ketidakseimbangan pada hubungan jangka panjang maupun jangka pendek. Tujuan penelitian ini selanjutnya dapat dijadikan acuan dalam kerangka pengendalian pencemaran udara.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara teori dan statistik dalam jangka pendek dan jangka panjang aspek yang mempengaruhi pencemaran udara di Indonesia adalah subsidi bahan bakar minyak dan jumlah kendaraan bermotor. Secara teori, biaya pencegahan pencemaran dan rasio kredit kendaraan bermotor signifikan mempengaruhi pencemaran udara.

Keywords: Pencemaran Udara, ECM

Studi terhadap Aspek yang Mempengaruhi Pencemaran Udara di Indonesia dengan Error Correction Model

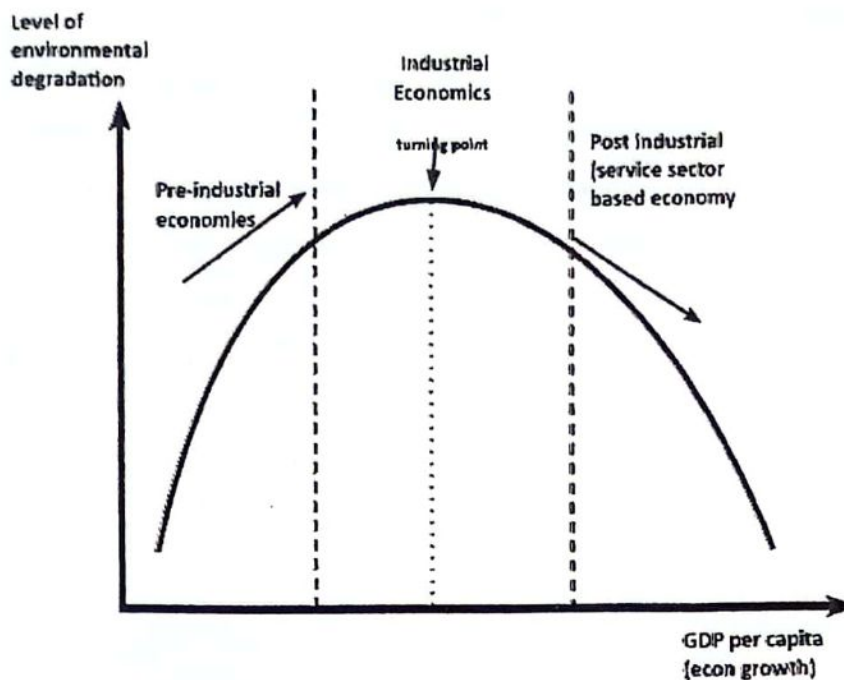
I. Pendahuluan

Pertumbuhan Ekonomi dan pembangunan memberi dampak kepada terjadinya perubahan lingkungan seperti menurunnya kualitas lingkungan alam dan berkurangnya kualitas sumber daya alam sebagai penyangga kebutuhan masyarakat. Pertumbuhan industri yang cukup tinggi disatu sisi memberikan kontribusi positif terhadap ekonomi Indonesia, di sisi lain kemajuan industri menimbulkan masalah lingkungan apabila faktor keserasian dan kenyamanan lingkungan diabaikan. Oleh karena itu pentingnya pengelolaan terhadap program-program ekonomi yang mendukung kualitas lingkungan yang berkelanjutan.

Ditinjau dari definisinya Pencemaran diartikan sebagai masuknya residu yang diakibatkan oleh aktivitas masyarakat ke dalam sistem lingkungan. Residu akan mengakibatkan kerusakan dan selanjutnya berdampak pada kesejahteraan masyarakat. Dalam proses biodegradasi, alam mempunyai kemampuan penyerapan terhadap residu yang terbentuk di udara. Dari perspektif ekonomi, pencemaran diartikan sebagai berkurangnya nilai ekonomi akibat berkurangnya kemampuan lingkungan secara kualitas dan kuantitas untuk menyuplai barang dan jasa, namun bagaimana dampak pencemaran mempengaruhi kesejahteraan masyarakat.

Penelitian Wijayanti (2018) menyatakan bahwa pencemaran adalah salah satu bagian intrinsik atau bagian yang tidak terpisahkan dari aktivitas ekonomi. Pada batasan tertentu pencemaran akan meningkat sejalan dengan peningkatan aktivitas ekonomi yang ditunjukkan oleh *Environment Kuznet Curve* (EKC).

Figure 1. Environment Kuznet Curve



Pencemaran udara sebagai aksternalitas negatif dari proses produksi dan konsumsi merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi seluruh negara. Penataan terhadap perilaku masyarakat dalam aktivitas ekonomi diperlukan untuk mewujudkan udara yang bersih. Upaya terhadap kualitas udara banyak dilakukan oleh beberapa negara untuk meminimalkan terjadinya pencemaran udara.

Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan peraturan pemerintah yang mengatur ambang batas indeks pencemar udara. Hal ini tertuang pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 41 tahun 1999 tentang standar kualitas udara ambien. Tabel 1 menunjukkan parameter pencemar dan baku mutu yang diperkenankan.

Tabel 1. Standar Baku Mutu Udara Ambien

Parameter	Baku Mutu Yang Diperkenankan
NO ₂ (Nitrogen Dioksida)	0,05 ppm/24 jam
CO (Karbon monoksida)	10 ppm/ 8 jam
SO ₂	0,10 ppm/24 jam
O ₃ (ozon)	0,10 ppm/24 jam
SPM 10 (partikel debu)	100 ppm/24 jam
HC (Hidrokarbon)	0,24 ppm/3 jam

Sumber: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 1999.

Baku mutu yang diatur pemerintah merupakan salah satu sinyal kepedulian terhadap persoalan lingkungan utamanya pencemaran udara.

Pencemaran udara yang terjadi di beberapa negara tidak lepas dari fenomena perilaku masyarakat dalam menjalankan aktivitas ekonomi. Seperti halnya sektor transportasi yang berkontribusi terhadap terjadinya pencemaran udara. Menurut beberapa kajian yang dilakukan oleh Bappenas (2006), Kusminingrum (2008), Sengkey (2011) serta Jati dan Lelono (2013) menganalisis sumber pencemaran udara seperti CO, Pb, PM yang terjadi di beberapa kota di Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumber pencemaran udara dipengaruhi oleh aktivitas di sektor transportasi darat. Sektor transportasi darat menghasilkan emisi gas buang kendaraan bermotor. Ketika Jumlah kendaraan bermotor semakin meningkat maka akan berdampak pada produksi polutan yang semakin meningkat pula.

Tabel 2. Perbandingan Jumlah Kendaraan Bermotor Tahun 2011 dan Tahun 2016

Jenis Kendaraan	Tahun		Pertumbuhan (%)
	2011	2016	
Mobil Penumpang	8.891.041	14.580.666	63,99
Bus	2.250.109	2.486.896	10,52
Mobil Barang	4.687.789	7.063.433	50,68
Sepeda Motor	61.078.188	105.150.082	72,16

Sumber :Badan Pusat Statistik, 2017.

Pada tahun 2011 hingga 2016 semua jenis kendaraan bermotor mengalami kenaikan yang signifikan. Dalam kurun waktu 6 tahun, jumlah sepeda motor mengalami pertumbuhan mencapai 72,16 persen. Hal ini menunjukkan pertumbuhan tertinggi jika dibandingkan dengan pertumbuhan jenis kendaraan lainnya. Fenomena ini ditengarai karena kepemilikan kendaraan pribadi dapat memenuhi kebutuhan masyarakat ketika transportasi publik tidak mampu memenuhi kebutuhan masyarakat.

Jumlah kendaraan pribadi yang semakin meningkat ini sejalan dengan fasilitas kredit yang dilakukan oleh beberapa lembaga pembiayaan di Indonesia. Masyarakat sangat dipermudah dalam transaksi kepemilikan kendaraan dengan melakukan down payment dan mengangsur cicilan per bulan selama tenggang waktu yang disepakati. Pemerintah Indonesia telah mengatur kebijakan terhadap down payment ini dengan mengeluarkan UU nomor 43/PMK 010/2012. Ketentuan diberlakukan pada kendaraan bermotor roda dua dengan minimal DP sebesar 20 % dari harga jual kendaraan, kendaraan bermotor roda empat 20 % dan kendaraan bermotor roda empat non produktif minimal 25 %. Namun kenyataan yang terjadi adalah adanya kecenderungan ketidakpatuhan terhadap peraturan pemerintah. Banyak

lembaga pembiayaan yang tidak menerapkan peraturan tersebut, konsumen dapat membawa pulang kendaraan bermotor dengan DP yang lebih kecil dari aturan yang ada dan bahkan dengan DP 0 %.

Berkaitan dengan fenomena pencemaran udara subsidi terhadap bahan bakar minyak sebagai input atau bahan baku kendaraan bermotor merupakan aspek yang layak diteliti. Hal ini dikarenakan pengenaan subsidi terhadap bahan bakar minyak yang digunakan kendaraan bermotor berpeluang meningkatkan penggunaan gasoline dan selanjutnya berkontribusi terhadap akumulasi pencemaran udara. Penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan, Wismadi dan Adji (2015) realisasi subsidi bahan bakar minyak di Indonesia meningkat tajam pada tahun 2006-2013 rata-rata peningkatan sebesar 18,29 persen per tahun. Adapun besaran subsidi ini menunjukkan porsi sekitar 22-39,7 persen terhadap Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara. Berdasarkan data yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik Indonesia maka sejak tahun 2014 sampai sekarang pemerintah mulai menurunkan subsidi bahan bakar minyak.

Pencemaran udara yang terjadi di Indonesia berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat, hal ini membawa dampak pada social cost masyarakat untuk mencegah ataupun mengobati penyakit yang diderita karena pencemaran udara. Penelitian yang dilakukan dengan menghitung *social cost* yang disebabkan oleh pencemaran udara adalah sebagai berikut¹:

- WHO tahun 2011 menunjukkan bahwa *social cost* di Indonesia akibat pencemaran udara diukur dengan biaya mortalitas, Biaya mortalitas yang dikeluarkan sekitar Rp 227,1 triliun. Biaya mortalitas menunjukkan dead weight loss. Hal ini dapat diasumsikan bahwa dengan mortalitas maka masyarakat meninggal lebih 'dini' dibandingkan dengan tingkat rata-rata harapan hidup masyarakat Indonesia, karena dampak dari pencemaran udara.
- Gunawan (1997), metode yang dilakukan dengan melakukan wawancara yang dilakukan di Kota Bandung dan Surabaya. Hasil menunjukkan bahwa penduduk per kapita mengeluarkan biaya kesehatan rata-rata Rp 30.000/kapita/tahun sebagai akibat dari pencemaran udara.

¹ Kementrian Lingkungan Hidup , 2013.

Berbagai fenomena pencemaran udara dan aspek yang mempengaruhinya sangat penting dilakukan sebuah studi. Hal ini dikarenakan udara sebagai barang publik harus mampu dipergunakan semaksimal mungkin, sehingga perlunya upaya untuk menata kembali aspek yang mempengaruhi pencemaran udara.

II. Permasalahan

Kepedulian terhadap lingkungan dapat dipandang sebagai preferensi yang positif. Preferensi dikatakan positif apabila menciptakan welfare pada masyarakat. Kebijakan terhadap pengendalian pencemaran perlu dicermati oleh regulator lingkungan dengan menganalisis fenomena yang terjadi. Dengan melihat fenomena yang terjadi, maka penelitian ini akan menganalisis aspek-aspek yang mempengaruhi pencemaran udara di Indonesia periode waktu 2001-2016.

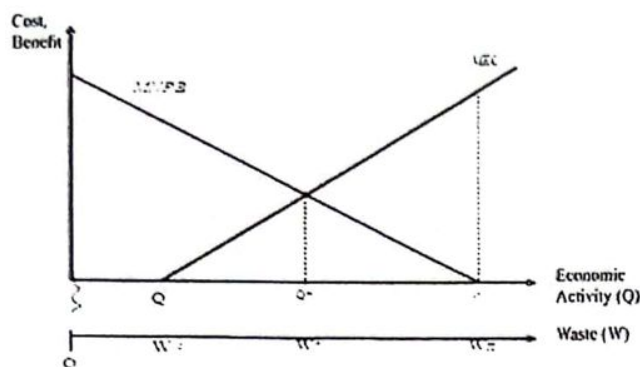
III. Kajian Pustaka

Teori yang dapat digunakan dasar bagi persoalan pencemaran adalah teori eksternalitas. Dalam teori eksternalitas dijelaskan bahwa eksternalitas terjadi jika kegiatan ekonomi baik produksi maupun konsumsi dari satu pihak dapat mempengaruhi utilitas pihak lain, dimana pihak yang menciptakan eksternalitas tidak memberikan kompensasi kepada pihak yang terkena dampak. Terdapat beberapa tipe eksternalitas seperti yang dijelaskan oleh Kulla (1992) dan Fauzi (2010) yaitu eksternalitas teknologi, eksternalitas pecuniary, eksternalitas publik dan eksternalitas privat. Dikatakan eksternalitas teknologi karena menyangkut perubahan produksi dan konsumsi yang dilakukan seseorang terhadap pihak lain; eksternalitas pecuniary adalah eksternalitas yang terjadi karena adanya perubahan harga-harga input dan output dalam kegiatan ekonomi; eksternalitas publik diartikan sebagai eksternalitas yang terjadi karena pemanfaatan barang publik oleh satu pihak dapat mengurangi kenyamanan pihak lain; sedangkan eksternalitas privat adalah kegiatan pihak tertentu hanya berakibat pada beberapa individu dan bahkan tidak menimbulkan spill over pihak lain. Teori Eksternalitas dikemukakan oleh Coase dan Hamilton yang masing-masing mempunyai sudut pandang yang berbeda.

Coase (1962), menganalisis mengenai eksternalitas terhadap penggunaan barang publik. Coase menjelaskan bahwa tidak ada satu orangpun yang dapat membatasi penggunaan barang publik. Who has "property rights" to the environment ?. Peningkatan aktivitas produksi dan konsumsi berkorelasi dengan kerusakan, dimana kerusakan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses produksi maupun konsumsi. Dengan adanya

kerusakan/pencemaran maka Coase mempertanyakan siapa yang harus bertanggung jawab terhadap pencemaran yang terjadi. Pencemaran harus dikendalikan pada batas tertentu dengan melihat marginal benefit (MB) dan marginal damage (MD) yang dialami masyarakat. Menurutnya pencemaran yang dapat ditolerir secara sosial dapat terjadi ketika $MB = MD$.

Figure 2. Optimal Pollution



Coase menegaskan bahwa masyarakat akan mengeluarkan social cost untuk menghindari pencemaran, dimana besarnya social cost akan diperhitungkan dalam penciptaan pencemaran yang secara sosial dapat diterima masyarakat.

Pendekatan Hamiltonian juga dapat dijadikan landasan utamanya ketika membahas pencemaran yang bersifat stok atau disebut pencemaran stok. Dalam pendekatan Hamiltonian yang diperkenalkan oleh Keller (1971), maka pencemaran dapat dilihat sebagai pencemaran yang terjadi antar waktu dengan proses biodegradasi tertentu dan melibatkan penggunaan discount rate karena berhubungan dengan konsumsi masa sekarang dan masa yang akan datang. Sehingga pencemaran dipandang dari sisi net present value benefit.

Penelitian terdahulu tentang pencemaran udara diantaranya adalah Harford (1976), Beavis (1979) serta Gunawan (1997), yang menganalisis tentang social cost yang dikeluarkan masyarakat ketika terjadi pencemaran. Menurutnya masyarakat akan beresiko untuk mengeluarkan sejumlah biaya sebagai akibat aktivitas produksi dan konsumsi yang dilakukan pelaku ekonomi. Masyarakat disini dapat diartikan sebagai konsumen maupun produsen. Menurutnya social cost harus diimplementasikan dalam biaya lingkungan dengan tujuan pengurangan pencemaran.

Crooper dan Oates (1992) menggunakan instrumen pajak sebagai sarana untuk mengatasi persoalan pencemaran. Pajak pigouvian yang diperkenalkan oleh Pigou menjadi

salah satu solusi untuk menurunkan pencemaran yang terjadi. Pajak dapat ditetapkan oleh otoritas lingkungan dalam hal ini pemerintah dengan menambahkan *external cost* pada *polluters*, sehingga internalisasi pajak dilakukan pada biaya produksi. Dengan demikian *polluters* akan memperhitungkan penetapan kuantitas outputnya karena adanya pajak.

IV. Metode Penelitian

a. Variable Limits

1. Subsidi, subsidi diukur dengan jumlah subsidi terhadap bahan bakar minyak yang secara riil dikeluarkan pemerintah setiap tahunnya. Adapun satuan yang digunakan miliar rupiah.
2. Jumlah Kendaraan Bermotor, jumlah kendaraan bermotor diukur dari jumlah unit kendaraan bermotor roda dua dan roda empat yang menggunakan bahan bakar jenis gasoline.
3. Air Pollution
Air pollution is measured by Carbon Monoxide (CO) in units of $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
4. Social Cost, social cost diukur dengan biaya penanggulangan pencemaran udara untuk penyakit ISPA. Alasan penggunaan biaya penanggulangan penyakit ISPA karena penyakit ini diasumsikan sebagai dampak dari pencemaran udara.
5. Kredit, Kredit diukur dengan rasio transaksi kredit dengan total pembelian kendaraan bermotor. Adapun satuan yang digunakan adalah persen.

b. Scope of Research and Data Sources

Penelitian ini dilakukan di Indonesia, data penelitian didasarkan pada data sekunder yang dipublikasi oleh berbagai instansi diantaranya dari Badan Pusat Statistik, Kementerian Lingkungan hidup, Kementerian Kesehatan, kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Adapun periode penelitian menggunakan data tahunan dari tahun 1985 sampai 2015.

c. Analysis Techniques

Analisis pada penelitian ini digunakan Error Correction Model untuk menganalisis perilaku variabel dalam jangka pendek dan jangka panjang. Adapun persamaan fungsinya ditunjukkan oleh persamaan

$$Y_t = f(S_t, SC_t, KB_t, C_t) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- Y_t = pencemaran udara

- S_t = Subsidi
- SC_t = Social Cost
- KB_t = Jumlah Kendaraan Bermotor
- C_t = Kredit

model empirik penggunaan pencemaran udara ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$Y_t = c_0 + c_1 S_t + c_2 SC_t + c_3 KB_t + c_4 C_t + \mu_1 \dots \dots \dots (2)$$

Persamaan (2) mencerminkan perilaku dari jangka panjang. Hubungan keseimbangan jangka panjang dilakukan dengan mengestimasi regresi seluruh variabel yang terkointegrasi. Setiap variabel yang telah terkointegrasi dikatakan terdapat hubungan jangka panjang atau hubungan keseimbangan antar variabel.

Model Empirik jangka pendek dengan Error Correction Model

Jika Y_t berada pada titik keseimbangan terhadap S_t , SC_t , KB_t dan C_t maka keseimbangan terpenuhi. Namun keseimbangan dalam sistem ekonomi jarang sekali terjadi sehingga model ECM menggunakan EC_t . Nilai EC_t disebut sebagai *disequilibrium error*.

Hubungan ketidak seimbangan dengan memasukkan unsur kelambanan Y_t , S_t , SC_t , KB_t dan C_t adalah sebagai berikut :

$$Y_t = c_0 + c_1 S_t + c_2 S_{t-1} + c_3 SC_t + c_4 SC_{t-1} + c_5 KB_t + c_6 KB_{t-1} + c_7 C_t + c_8 C_{t-1} + \omega Y_{t-1} - Y_{t-1} + \mu_3, \dots \dots \dots (3)$$

Data tidak stasioner pada tingkat level perlu dilakukan manipulasi dengan cara mengurangi setiap sisi dengan variabel dependen.

$$Y_t - Y_{t-1} = c_0 + c_1 S_t + c_2 S_{t-1} + c_3 SC_t + c_4 SC_{t-1} + c_5 KB_t + c_6 KB_{t-1} + c_7 C_t + c_8 C_{t-1} - (1-\omega) Y_{t-1} + \mu_3 \dots \dots \dots (4)$$

penambahan dan pengurangan di sisi kanan menghasilkan persamaan

$$\Delta Y_t = c_0 + c_1 \Delta S_t + (c_1+c_2) S_{t-1} + c_3 \Delta SC_t + (c_3+c_4) SC_{t-1} + c_5 \Delta KB_t + (c_5+c_6) KB_{t-1} + c_7 \Delta C_t + (c_7+c_8) C_{t-1} - \lambda Y_{t-1} + \mu_3 \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

Δ menunjukkan perbedaan pertama

λ menunjukkan $1-\omega$

Parameterisasi persamaan (5) menghasilkan

$$\Delta Y_t = c_0 + c_1 \Delta S_t + (c_1+c_2) S_{t-1} + c_3 \Delta SC_t + (c_3+c_4) SC_{t-1} + c_5 \Delta KB_t + (c_5+c_6) KB_{t-1} + c_7 \Delta C_t + (c_7+c_8) C_{t-1} - \lambda (Y_{t-1} - \varphi_0 - \varphi_1 S_{t-1} - \varphi_2 SC_{t-1} - \varphi_3 KB_{t-1} - \varphi_4 C_{t-1}) + \mu_3 \dots \dots \dots (6)$$

keterangan: $\varphi_0 = b_0 / \lambda$
 $\varphi_1 = (c_1 + c_2) / \lambda$
 $\varphi_2 = (c_3 + c_4) / \lambda$
 $\varphi_3 = (c_5 + c_6) / \lambda$

parameterisasi ulang terhadap persamaan (6) menghasilkan persamaan

$$\Delta Y_t = c_1 \Delta S_t + c_3 \Delta SC_t + c_5 \Delta KB_t + c_7 \Delta C_t - \lambda (Y_{t-1} - \varphi_0 - \varphi_1 S_{t-1} - \varphi_2 SC_{t-1} - \varphi_3 KB_{t-1} - \varphi_4 C_{t-1}) + \mu_3 \dots \dots \dots (7)$$

$\lambda (Y_{t-1} - \varphi_0 - \varphi_1 S_{t-1} - \varphi_2 SC_{t-1} - \varphi_3 KB_{t-1} - \varphi_4 C_{t-1})$ pada persamaan (7) dapat diinterpretasikan sebagai kesalahan keseimbangan dari periode waktu sebelumnya t-1. Persamaan (7) menjelaskan bahwa perubahan Mt masa sekarang dipengaruhi oleh perubahan St (Subsidi), perubahan SC (Social Cost), perubahan jumlah KB (kendaraan bermotor), perubahan C (rasio kredit) dan kesalahan ketidakseimbangan (*error correction component*) periode sebelumnya. Kesalahan ketidakseimbangan yang dimaksud adalah variabel gangguan periode sebelumnya.

Keterangan:

$\varphi_0 = c_0 / \lambda$

λ menunjukkan parameter penyesuaian

c menunjukkan parameter pengaruh jangka pendek

φ menunjukkan parameter pengaruh jangka panjang

Model koreksi kesalahan pencemaran udara Engle - Granger adalah sebagai berikut :

$$\Delta Y_t = c_1 DS_t + c_3 DSC_t + c_5 DKB_t + c_7 DC_t - \lambda (ECT) + \mu_3 \dots \dots \dots (8)$$

Persamaan ECM dapat ditulis :

$$\Delta Y_t = \omega_0 + \omega_1 DS_t + \omega_2 DSC_t + \omega_3 DKB_t + \omega_4 DC_t + \omega_5 ECT + \mu_{31} \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan :

ECT = $(Y_{t-1} - \varphi_0 - \varphi_1 S_{t-1} - \varphi_2 SC_{t-1} - \varphi_3 KB_{t-1} - \varphi_4 C_{t-1})$

ω_1 = koefisien jangka pendek Subsidi

ω_2 = koefisien jangka pendek Social Cost

ω_3 = koefisien jangka pendek Kendaraan Bermotor

ω_4 = koefisien jangka pendek Kredit

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ = menunjukkan koefisien jangka panjang

ω_4 = koefisien koreksi ketidakseimbangan dalam bentuk nilai absolut menjelaskan waktu yang diperlukan untuk mendapatkan nilai keseimbangan.

Hubungan pengaruh secara parsial antara variabel independen dengan variabel dependen akan dijelaskan dengan uji t statistik. Berkaitan dengan hal tersebut, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

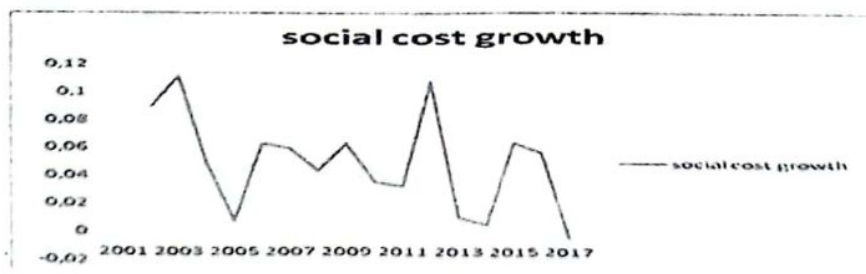
1. $H_0 : B_1 = 0$, H_0 diterima
 $H_a : B_1 > 0$, H_0 ditolak, Subsidi mempengaruhi pencemaran udara.
2. $H_0 : B_1 = 0$, H_0 diterima
 $H_a : B_1 < 0$, H_0 ditolak, Social Cost mempengaruhi pencemaran udara.
3. $H_0 : B_1 = 0$, H_0 diterima
 $H_a : B_1 > 0$, H_0 ditolak, Jumlah Kendaraan Bermotor mempengaruhi pencemaran udara.
4. $H_0 : B_1 = 0$, H_0 diterima
 $H_a : B_1 > 0$, H_0 ditolak, Kredit mempengaruhi pencemaran udara.

Terhadap hasil Estimasi dalam Jangka Pendek dan Jangka Panjang dilakukan uji Asumsi Klasik. Uji Asumsi klasik dilakukan supaya persamaan regresi sedapat mungkin bersifat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*). Uji Asumsi Klasik yang dilakukan adalah : Multikolinearitas, Heterokedastisitas, Autokorelasi, Normalitas.

V. Hasil dan Pembahasan

Sebelum membahas hasil estimasi model pencemaran udara terlebih dahulu dibahas karakteristik variabel yang digunakan. Gambar 3 menunjukkan pertumbuhan *social cost* yang merupakan biaya penanggulangan pencemaran udara.

Figure 3. Social Cost Growth

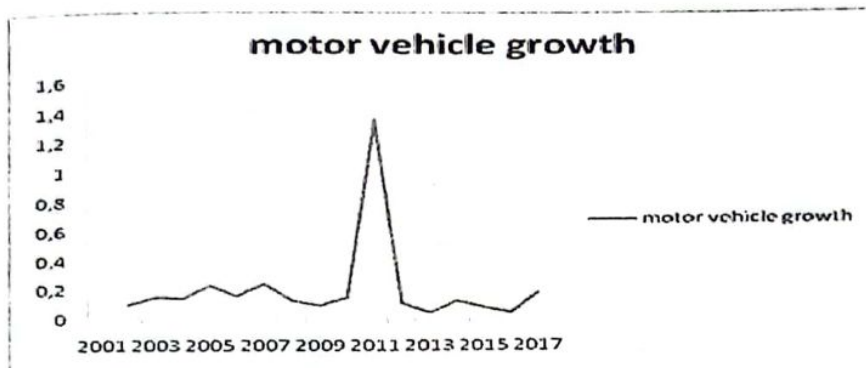


Sumber : Kementerian Kesehatan, berbagai tahun data diolah.

Pertumbuhan *social cost* dari tahun 2001 sampai tahun 2017 mengalami fluktuasi. Pertumbuhan terendah terjadi pada tahun 2007 yaitu dengan nilai pertumbuhan 0,003%. Selanjutnya pertumbuhan *social cost* tertinggi terjadi pada tahun 2003 yaitu mencapai 11 % dan pada tahun 2012.

Pertumbuhan *social cost* ini seiring dengan peningkatan peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Kondisi ini dapat dilihat pada gambar 4.

Figure 4. Motor Vehicle Growth

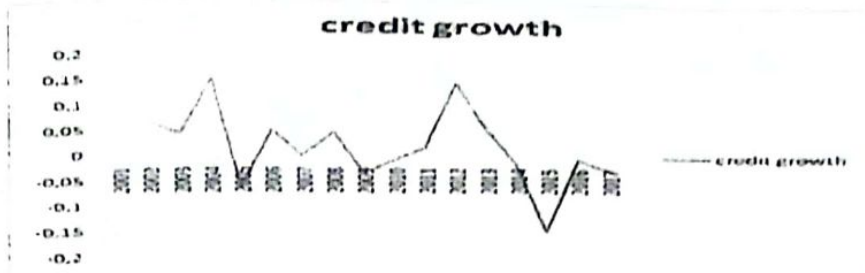


Sumber : Badan Pusat Statistik, beberapa tahun.

Kendaraan Bermotor dari tahun ke tahun mengalami pertumbuhan yang berfluktuasi. Pada Gambar 4 dapat ditunjukkan bahwa pertumbuhan terendah terjadi pada tahun 2013 dan tahun 2016 yaitu sebesar 4 %. Sedangkan pertumbuhan tertinggi terjadi pada tahun 2011 yang mencapai 135 %. Kondisi ini menunjukkan bahwa kendaraan bermotor sebagai sarana transportasi sangat dibutuhkan oleh masyarakat dalam aktivitas ekonomi. Hal ini disebabkan karena dengan kendaraan pribadi masyarakat dapat secara cepat menjangkau destinasi yang dituju. Meskipun pola perilaku kepemilikan kendaraan pribadi ini merupakan salah satu sebab kemacetan namun dari tahun ke tahun pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor selalu meningkat.

Meningkatnya jumlah kendaraan pribadi ditengarai karena adanya fasilitas dari lembaga pembiayaan dalam pembelian kendaraan bermotor. Lembaga finansial memberikan kredit kepada para pembeli kendaraan bermotor dengan jangka waktu dan down payment tertentu untuk menarik minat pembeli.

Figure 5. Credit Growth

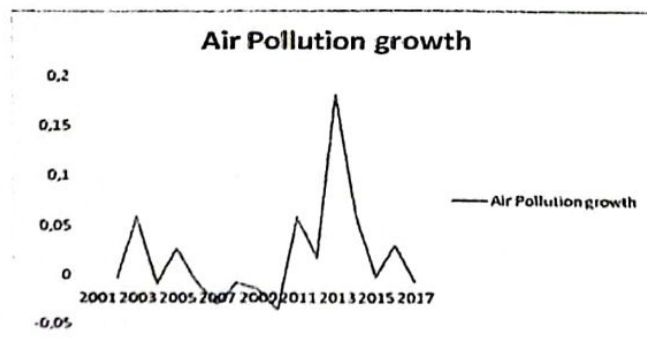


Sumber : Kementerian Keuangan, beberapa tahun.

Gambar 5 menunjukkan fluktuasi pertumbuhan transaksi kredit pada kendaraan bermotor. Dimana pertumbuhan tertinggi terjadi pada tahun 2004 dan tahun 2012 yaitu sekitar 15 %. Sedangkan pertumbuhan transaksi kredit pada kendaraan bermotor terendah pada tahun 2015 yaitu sekitar -15 %.

Peningkatan penggunaan kendaraan bermotor berpotensi meningkatkan kandungan pencemaran udara yaitu zat Karbon Monoksida (CO) sebagai salah satu polutan di udara. Pertumbuhan zat karbon monoksida dari tahun ke tahun tidak terlepas dari perilaku masyarakat di sektor transportasi. Pada sektor transportasi darat penggunaan motor gasoline, kendaraan bermotor dan sistem teknologi kendaraan bermotor merupakan salah satu faktor penyebab terakumulasinya pencemaran udara. Gambar 6 menunjukkan pertumbuhan CO di Indonesia selama kurun waktu penelitian

Figure 6. Air Pollution Growth



Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, berbagai tahun.

Selama kurun waktu penelitian diketahui bahwa pertumbuhan polusi udara terendah terjadi pada tahun 2010 yaitu sebesar -4 % dimana pada tahun tersebut polusi udara yang terjadi sebesar $37,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini dapat diartikan bahwa pada tahun tersebut tidak terjadi penambahan polusi udara. Artinya bahwa kondisi ini adalah kondisi yang diinginkan karena tingkat polusi yang terakumulasi di udara berkurang.

Hasil Estimasi Jangka Pendek

Estimasi terhadap permasalahan pencemaran udara dilakukan dengan Error Correction Model. Adapun hasil olah data ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Estimasi Jangka Pendek

Dependent Variable: D(LNCO)
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.053380	0.027971	1.908380	0.0854
D(LNSUBSIDI)	0.034936	0.034240	1.320317	0.3316
D(LNKB)	0.009307	0.071833	0.129565	0.8995
D(LNSC)	-0.826643	0.550560	-1.501458	0.1641
D(KREDIT)	1.71E-05	3.68E-05	0.463854	0.6527
ECT(-1)	-0.477923	0.217922	-2.193089	0.0531
R-squared	0.411054			

Table 4. Hasil Estimasi Jangka Panjang

Dependent Variable: LNCO
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.400671	0.885125	1.582456	0.1395
LNSUBSIDI	0.101176	0.065588	1.542592	0.1489
LNKB	0.207929	0.114935	1.809099	0.0955
LNSC	-0.502758	0.506449	-0.992712	0.3404
KREDIT	5.98E-05	6.73E-05	0.889033	0.3915
R-squared	0.657420			

Interpretasi Hasil Estimasi Jangka Pendek :

- Subsidi secara teori dan statistik signifikan mempengaruhi pencemaran udara. Hal ini ditunjukkan oleh nilai statistik dengan uji t tes yang signifikan pada α 10 %. Secara teori hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien yang positif, yang berarti secara teori jika ada peningkatan subsidi bahan bakar minyak maka pencemaran udara akan meningkat sebesar 0,035 %.
- Biaya pencegahan (SC) secara teori dan statistik signifikan mempengaruhi pencemaran udara. Kondisi ini ditunjukkan oleh nilai statistik dengan uji t tes yang signifikan pada α 10 %. Begitu juga secara teori dikatakan signifikan karena ketika biaya pencegahan pencemaran udara meningkat maka akan membawa dampak pada penurunan pencemaran udara yaitu sebesar 0,826 %.
- Jumlah kendaraan bermotor dan fasilitas kredit dalam jangka pendek tidak signifikan mempengaruhi pencemaran udara, namun secara teori menunjukkan arah hubungan yang signifikan.
- Error Corection Term (ECT) signifikan, yang bernilai -0,477, dimana ECT menunjukkan bahwa waktu penyesuaian yang dibutuhkan untuk penyesuaian dalam jangka pendek ke jangka panjang.

Interpretasi Hasil Estimasi Jangka Panjang :

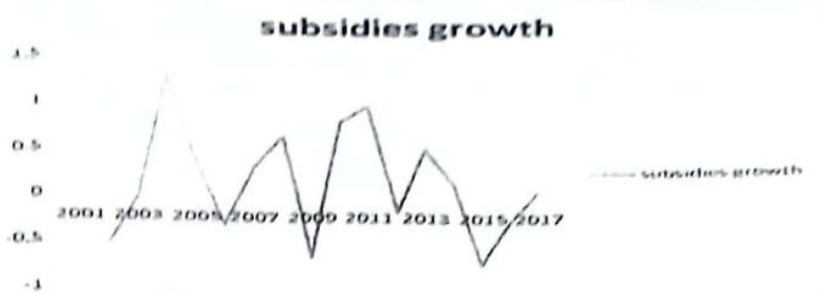
- Subsidi secara teori dan statistik signifikan mempengaruhi pencemaran udara. Hal ini ditunjukkan oleh nilai statistik dengan uji t tes yang signifikan pada α 10 %. Secara teori hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien yang positif, yang berarti secara teori jika ada peningkatan subsidi bahan bakar minyak maka pencemaran udara akan meningkat sebesar 0,1 %.
- Jumlah kendaraan bermotor secara teori dan statistik signifikan mempengaruhi pencemaran udara. Hal ini ditunjukkan dengan nilai uji t yang signifikan pada α 10 %. Dalam jangka panjang kenaikan jumlah kendaraan bermotor akan mengakibatkan meningkatnya pencemaran udara sebesar 0,21 %.
- Biaya pencegahan pencemaran dan fasilitas kredit dalam jangka panjang tidak signifikan mempengaruhi pencemaran udara, namun secara teori menunjukkan arah hubungan yang signifikan.

Uji terhadap asumsi klasik jangka panjang dan jangka pendek :

- Dalam jangka pendek dan jangka panjang model persamaan yang digunakan terbebas dari masalah multikolinieritas. Yang artinya bahwa tidak ada hubungan antar variabel independen (S, SC, KB dan C).
- Hasil uji menunjukkan nilai Observasi R^2 memiliki probabilitas lebih besar dari $\alpha = 5\%$, sehingga dapat disimpulkan bahwa model persamaan tidak terdapat heteroskedastisitas atau dapat dikatakan bahwa varian variabel gangguan dari model bersifat konstan.
- Berdasarkan hasil uji Breusch-Godfrey diperoleh bahwa nilai Observasi R^2 memiliki probabilitas lebih besar dari $\alpha = 1\%$, sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam model persamaan tidak terdapat masalah autokorelasi atau dapat dikatakan bahwa tidak ada korelasi antara satu variabel gangguan dengan variabel gangguan lain.
- Berdasarkan uji Breusch-Godfrey nilai Observasi R^2 memiliki probabilitas lebih besar dari $\alpha = 1\%$, sehingga dapat disimpulkan bahwa model persamaan tidak terdapat autokorelasi atau dapat dikatakan tidak ada korelasi antara satu variabel gangguan dengan variabel gangguan lain.
- Uji Normalitas pada persamaan jangka pendek ditunjukkan hasil estimasi Jarque-Bera. Berdasarkan hasil uji diperoleh bahwa nilai probabilitas lebih lebih besar dari $\alpha=5\%$, dapat dikatakan residual hasil persamaan dalam berdistribusi normal.
- Hal ini dapat dikatakan bahwa residual hasil persamaan mogas dalam jangka pendek berdistribusi normal.

Fenomena lainnya yang dapat dijadikan argumen sebagai aspek yang mempengaruhi polusi udara adalah subsidi yang dilakukan oleh pemerintah terhadap bahan bakar minyak. Diketahui bahwa bahan bakar minyak merupakan salah satu variabel makro ekonomi yang dapat mempengaruhi semua sektor dalam melakukan aktivitasnya. Kebijakan subsidi bahan bakar minyak yang dilakukan pemerintah Indonesia dari tahun ke tahun mengalami penurunan. Berhubungan dengan pencemaran udara, subsidi merupakan intervensi pemerintah untuk mengatur harga bahan bakar minyak yang dibutuhkan masyarakat. Asumsi yang digunakan adalah jika subsidi terhadap bahan bakar minyak dinaikkan maka akan berakibat pada harga bahan bakar minyak yang relatif lebih murah dari yang seharusnya. Dengan demikian daya beli masyarakat akan cenderung meningkat terhadap permintaan motor gasoline.

Figure 6. Subsidies Growth



Sumber : Kementerian Keuangan, beberapa tahun.

Gambar 6 menunjukkan bahwa penurunan subsidi terendah terjadi pada tahun 2015. Dimana pertumbuhan subsidi berkurang sangat signifikan atau sebesar -75 %. Sedangkan pertumbuhan subsidi terbesar terjadi pada tahun 2004 yaitu sebesar

VI. Kesimpulan

Pencemaran udara sebagai eksternalitas negatif layak mendapat perhatian serius. Hal ini karena pencemaran udara akan mengakibatkan aktivitas para pelaku ekonomi menjadi kurang efisien. Hal ini berkaitan dengan aspek produksi ataupun konsumsi dari suatu barang yang menghasilkan pencemaran. Sehingga penggunaan sumber daya harus dievaluasi supaya dapat mengurangi pencemaran yang terjadi. Hasil estimasi menunjukkan bahwa subsidi bahan bakar minyak, jumlah kendaraan bermotor dan biaya pencegahan pencemaran signifikan mempengaruhi terjadinya pencemaran. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap besaran subsidi terhadap bahan bakar minyak yang dikeluarkan oleh pemerintah. aspek lain yang perlu mendapatkan perhatian adalah jumlah kendaraan bermotor. Berdasarkan hasil ditunjukkan bahwa dalam jangka panjang jumlah kendaraan yang semakin meningkat tidak hanya menyebabkan kemacetan di jalan raya namun yang perlu diwaspadai adalah kontribusinya terhadap pencemaran udara. Oleh karena itu fasilitas layanan publik terhadap sistem transportasi harus ditingkatkan. Selanjutnya upaya pencegahan terhadap pencemaran udara dapat dilaksanakan baik itu oleh masyarakat ataupun pemerintah. masyarakat harus pandai dalam mengelola perilaku untuk tidak boros dalam penggunaan bahan bakar minyak untuk kendaraan bermotor sedangkan pemerintah berkewajiban berinovasi dalam penyediaan layanan publik dan teknologi kendaraan bermotor yang ramah lingkungan.

REFERENSI:

- Asian Development Bank, 2010, Peta Jalan (*road map*) untuk Bahan Bakar yang Lebih Bersih dan Kendaraan di Asia (TA 6144REG: Manajemen Kualitas Udara Yang Lebih Baik di Asia), Manila, Phillipines.
- Agus Widarjono, 2013, *Ekonomoterika Teori dan Aplikasinya*, Ekonosia, Yogyakarta.
- Arian K., M. Hothamp, G.Gibson. et.al., 2014, *Handbook on External Cost Transport*, London, UK.
- Badan Pusat Statistik, 1986-2016, PDB Sektor Transportasi Darat Indonesia.
- Badan Pusat Statistik, 1986-2016, Statistik Jumlah Kendaraan Bermotor Indonesia.
- Badan Pusat Statistik, 2012, Data Sistem Transportasi Indonesia.
- Badan Pusat Statistik, 2013, Statistik Transportasi Darat, Jakarta.
- Bank Indonesia, 2012, Perkembangan Subsidi BBM, Statistik Ekonomi dan Moneter.
- Bappenas, 2006, Pencemaran Udara dan Antisipasi Dampak, Jakarta.
- Baumol, W.J., and Oates, W.E., 1988. *The Theory of Environmental Policy*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Beavis, Brian, 1979, "Optimal Pollution in the presence of Adjustment Cost", *Journal of Environmental Economics and Management*, 6, 1-10.
- Bertraud, A. and Richardson, W., 2004, *Transit and Density: Atlanta, The United States and Western Europe*, in *Urban Sprawl in Western Europe and The United States*, Urban Planning and Environment, Ashgate
- BMKG, 2002, Buku Informasi Perubahan Iklim dan Kualitas Udara, Jakarta.
- Bjornstad D. and Kahn J. (1996). *The contingent valuation of environmental resource: Methodological issues and research needs*. Edward Elgar, London UK.
- Budianto, W, 2008, Analisis Hubungan Kualitas Udara Ambien Dengan Kejadian Penyakit ISPA di Kecamatan Bandung Wetan Tahun 2007, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Burrows, P, 1980, *Theory of Pollution Control*, Cambridge, MIT Press.
- Coase, R, 1962, *The Problem of Social Cost*, *Journal of Law and Economics*, No.1: 1-44.

- Cobb, C.E. and John B. Jr ,1994, *The Green National Product ; a proposal index of sustainable economic welfare*. University Press of America.
- Cohen M.A. (2010). *Deterring Oil Spills: Who Should Pay and How Much?*, Washington DC.
- Conrad, J.M and Clark, C. W., 1987. *Natural Resource Economics, Notes and Problem*.Cambridge University Press. New York.
- Cropper, M.L. and Oates, W.E. (1992). Environmental Economics: a survey, *Journal of Economic Literature*, Vol. XXX, pp. 675-740.
- Dales, J., 1968, *Pollution and Prices*, University of Toronto Press, Toronto.
- Davis, R., 1963, "Recreation Planning as an Economic Problem", *Natural Resource Journal* 239-249.
- Dinas Perhubungan, 2016, Statistik Transportasi Darat Indonesia.
- Dixon, J.A, R.A Carpenter, L.A. Fallon, P.B. Sherman, and S. Manipomoke., 1998, *Economic Analysis of the Environmental Impact of Development Project*. Third ed. Earthscan, London.
- Donn M. Johnson, 1997, *The Economics of Stock Pollutants: A Graphical Exposition*, *Journal of Economic Education*.
- Dorfman, Robert, 1969, *An Economic Interpretation of Optimal Control Theory*, *The American Economic Review*, vol. 59, Dec. 1969. P. 817-831.
- Fauzi, Akmad, 1993. "A survey on the Dynamic Analysis of Externalities."Unpublished paper.Department of Economics.Simon Fraser University, British Columbia, Canada.
- Field, B. C. , 1994. *Environmental Economics*. New York: McGraw-Hill.
- Field, B. C. and Nancy D. Olewiller, 1995. *Environmental economics*. Firste Canadian Edition, McGraw-Hill, Toronto.
- Friedman. David, 1990, *Price Theory An intermediate Text*, South-Western Publishing Co.
- GAIKINDO, 1985-2016, Row Data Statistik Jumlah Kendaraan Bermotor Indonesia.
- GAIKINDO, 1985-2016, Transaksi Penjualan Kendaraan Bermotor Indonesia.
- Giuseppe.B, Richard D., Charles G., 2006, *The Economics of Consumer Credit*, MIT Press, Cambridge, Massachusett, London.

- Gomez-Lobo, Andreas., 2000. "Sustainable Development And Natural Resource Accounting In A Small Open Economy : A Methodological Clarification." *Estudios de Economia*. Vol. 28-No. 2 : 203-216.
- Gujarati, D.N, 2009, *Basic Econometrics*, 5ed, New York, McGraw-Hill.
- Gunawan, dkk, 1997, Analisis Kerugian Akibat Polusi Udara dan Kebisingan Lalu Lintas, Puslitbang Jalan, p 30-31, Bandung.
- Guritno, M, 2010, *Ekonomi Publik*, BPFE, UGM.
- Hahn, R. And R.Noll, 1990, *Environmental Market in the Year 2000*, *Journal on Risk and Uncertainty* (3); 351-367.
- Halkos G. (2000). Determining optimal air quality standards: Quantities or prices?, MPRA Paper 42849, University Library of Munich, Germany.
- Halkos G. and Kitsos C.P. (2005). Optimal Pollution Level: A theoretical identification. *Applied Economics*, 37, 1475-1483.
- Halkos G.E. and Matsiori S. (2012). Determinants of willingness to pay for coastal zone quality improvement, *The Journal of Socio-Economics*, 41(4), 391-399.
- Hahn, R.W. & Noll, R.G. (1983). Barriers to implementing tradeable air pollution permits: problems of regulatory interactions, *Yale Journal of Regulation*, Vol. 1, pp. 63-91.
- Harford, Jon D, 1976, *Adjustment Cost and Optimal Waste treatment*, *Journal of Environmental Economics and Management*, 3, 215-225.
- Harris J.M., 2000, *Basic Principles of Sustainable Development*. *Global Development and Environment Institute*, Tuft University, Medford, MA., USA.
- Hartwick, J.M. and Nancy. D. Oliver, 1998, *The Economic of Natural Resource Use*, Addison-Wesley Educational Publishers Inc., Reading, Massachusetts.
- Heru Cahyad dan Ponidi, 2002, Pengefektifan Usaha Medis Dalam Membatasi Epidem dengan Kontrol Bang-Bang, *Jurnal Matematika dan Komputer* vol. 5 No. 2, 47-56, Agustus 2002.
- Hideman, AJ, 1999, *Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption*, Project Report.
- Hussen, A., 2004. *Principles of Environmental Economics*. Routledge: London.
- Ibrahim Hasyim, 2005, *Siklus Krisis di Sekitar Energi*, Proklamasi Publishing.
- IMF, 2013, *World Economic Outlook Database 2012*.

- Indah, Dwijoko, (2002), *Contingent Valuation Methods in Air Quality Valuation in Yogyakarta, Indonesia*, Manusia dan Lingkungan, Vol.IX, No.2, 61-68
- Indra Maipita, 2010, *Reducing Poverty Through Subsidies: Simulation of Fuel Subsidy Diversion to Non-Food Crops*
- Ismiyati, Devi.M, Dealida.S, 2014, Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor, *Jurnal Manajemen Transportasi dan Logistik*, vol. 01 No. 03.
- Jason D., Kara, M, 2008, *Quantifying the External Cost of Vehicle Use : Evidence from America's Top Selling Light-Duty Models* *Transportation Research*, 13 D (8): 491-504.
- Jati, Lelono, 2013, Deteksi dan Monitoring Polusi Udara Berbasis Array Sensor Gas, *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation System*.
- Jhonson, D.M, 1999, *The Economics os Stock Pollutants: A Graphical Exposition*, *Journal of Economic education*, 56.
- Keller, Emmet., M. Spence., and R. Zeckhauser. 1971. "The Optimal Control of Pollution." *Journal of Economic Theory* (4) : 19-34.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya mineral, 2012, *Handbook of Energy and Economic Statistic of Indonesia*.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya mineral, Data Tahunan 1985-2016, *Row Data Pemetaan Kebutuhan Energi di Indonesia*, Jakarta.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya mineral, 2015, *Implementasi Kebijakan Ekonomi dan Energi Nasional*, Jakarta.
- Kementerian Kesehatan, Data Tahunan, 1985-2016, *Row Data Anggaran ISPA*.
- Kementerian Kesehatan, 2010, *Kajian ISPA di Indonesia*, Jakarta.
- Kementerian Keuangan, 1984-2015, *Row Data Prosentase Kredit Kendaraan Bermotor*, Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup, Data Tahunan, 1985-2016, *Row Data Polutan Polusi Udara*.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2013, *Evaluasi Kualitas Udara Tahun 2012*, Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2013, *Program Langit Biru*, Jakarta.
- Kementerian Perhubungan, 1984-2015, *Row Data Indeks Harga Komposit Kendaraan Bermotor*, Jakarta.
- Korzhenvych, A, et. Al, 2014, *Handbook on External Cost of Transport*, London.

- Krugman, Paul, and Wells, Robin. 2005, *Microeconomics*. Worth Publishers, New York.
- Kula, Erhun, 1992, *Economic of Natural Resource and The Environment*, Chapman & Hall, London.
- Kusminingrum, N, 2008, Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Pulau Jawa dan Bali, Jakarta.
- Ledyard, J., 1987, "Market failure", *Allocation, Information and Markets*, W.W. Norton, New York.
- Mankiw, N. Gregory, 2004. *Principles of Macroeconomics*. Third Edition, Thomson South Western.
- Mars Indonesia, 2014, Studi kredit Kendaraan Bermotor di Indonesia, Jakarta.
- Mishan, E., 1974, *What Is the Optimal Level of Pollution?*, Journal of Political Economy, Chicago Press.
- Mohsen and Saeedeh, 2011, *The Estimation of The Automotive Fuel Demand in Iran: Almost Ideal Demand System Approach*, Australian Journal of Business and Management Research.
- Paul Adjed Kwakwa, 2012, *Disaggregate energy Consumption and Economic Growth in Ghana*, International Journal of Energy Economics and Policy.
- Pearce, D.W. and Turner, 1991, *Economics of Natural Resources and the Environment*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 1999, Standar Kualitas Udara Ambien, Jakarta.
- Peraturan Menteri Keuangan, 2012, UU No 43/PMK. 010/ 2012 Tentang Uang Muka Pembiayaan Konsumen Untuk Kendaraan Bermotor Pada Perusahaan Pembiayaan.
- Pertamina, 2006, Rujukan Bahan Bakar ECE, Jakarta.
- Perman R. et.al, 2003, *Natural Resource Environmental Economics*, Third Edition.
- Pindyck, R. S., and D. L. Rubinfeld. 1989. *Microeconomics*. New York Macmillan.
- Pigou, A.C. (1920). *The economics of welfare*, MacMillan.
- Pizer W.A. (2002). Combining price and quantity controls to mitigate global climate change. *Journal of Public Economics*, 85, 409-434.
- Ricardo, 2014, *Update of The Handbook on External Costs of Transport*, Issue No 1, EP 37769, European Commission, London.

Sahbi and Jaleledine, 2012, *Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emission : Evidence from Panel Data for MENA Region*. International Journal of Energy Economics and Policy.

Sengkey S.L, Fredy J., Steenie E., 2011, Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro, Jurnal Ilmiah Media Engineering.

Satuan Kerja Kusus Minyak dan Gas Bumi, 2016, Laporan Tahunan, Jakarta.

Smith, V. L. 1972. *Dynamics of waste accumulation: Disposal versus recycling*. *Quarterly Journal of Economics* 86 (4):600-16.

Soedomo, M,U,K. 1990, Model Pendekatan Dalam Analisis Kebijakan Pengendalian Pencemaran Udara : Studi Kasus Jakarta, Bandung dan Surabaya, Jakarta.

Sugiarti, 2009, Gas Pencemar Udara Dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia, Jurnal Chemica Vol.10, Nomor 1 Juni.

Suryanto, D.A., 2012, Analisis Tingkat Polusi Udara Terhadap Pertumbuhan Kendaraan Studi Kasus DKI Jakarta, UG Jurnal, vol 6, No. 12.

Tietenberg, T. 1992. *Environmental and natural resource economics*, 3rd ed. New York: HarperCollins.

Toman, M. A. 1986. *Depletion effects and nonrenewable resource supply: A diagrammatic supply*. *Land Economics*, 62 (4): 341-51.

Udo J. Becker, Thilo.B., Julia.G., 2012, *The True Costs of Automobility : External costs of Cars, Overview on existing estimates in EU-27*, Technische Universitat Dresden, Dresden.

Wang, X. , Dennise,L., 2008, *Evaluating Impacts of Air Pollution in China on Public Health : Implications for Future Air Pollution and Energy Policies*, Atmospheric Environment, Vol. 40, 1706-1721.

Wardhana A., 2008, Dampak Pencemaran Lingkungan, Andi, Yogyakarta.

Weitzman M. L. (1974). Prices vs. Quantities. *Review of Economic Studies*, 41, 477-91

www.bi.go.id

www.esdm.go.id

