

**PENGARUH PDB SEKTOR INDUSTRI TERHADAP KUALITAS
LINGKUNGAN DITINJAU DARI EMISI SULFUR DAN CO2 DI LIMA
NEGARA ANGGOTA ASEAN Periode 1980-2000**

Lamhot Hutabarat

Prof. Dr. FX Sugianto, MS

ABSTRAKSI

Pertumbuhan ekonomi bertumbuh seiringan dengan menurunnya daya tahan dan fungsi lingkungan hidup. Pembangunan ekonomi yang tujuannya untuk mensejahterakan rakyat pada akhirnya justru menjadi perusak sistem penunjang kehidupan (dalam hal ini kualitas lingkungan hidup). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan PDB sektor industri dengan kualitas lingkungan yang mengarah pada konsep teori biaya dan fungsi produksi rata-rata. Dalam penelitian ini kualitas lingkungan diproxy oleh tingkat emisi sulfur per kapita dan CO₂ per kapita.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data PDB sektor industri, Emisi CO₂ per kapita dan emisi sulfur per kapita pada 5 negara ASEAN yaitu Indonesia, Malaysia, Phillipina, Singapura dan Thailand periode 1980-2000. Analisis data digunakan dengan menggunakan model *Fixed Effect Model* (FEM) dengan metode *Fixed Effect Model Fixed Cross Section*, diolah menggunakan *software Eviews 6.1*

Hasil penelitian ini menunjukkan hubungan yang berbentuk kurva fungsi kuadrat antara pendapatan per kapita dan emisi Sulfur dan emisi CO₂

Kata kunci : pendapatan, teori biaya, teori fungsi produksi rata-rata, emisi sulfur, emisi CO₂, *Fixed Effect Model Fixed Cross Section*

1. Pendahuluan

Pembangunan lingkungan hidup mencakup berbagai aspek, baik ekonomi, teknologi, sosial, maupun budaya. Hal ini sangat erat kaitannya dengan pembangunan berbagai sektor seperti industri, pertanian, kehutanan, pertambangan dan energi, perhubungan, pendidikan, kesehatan, pariwisata, perdagangan dan hubungan luar negeri, teknologi, dunia usaha, dan pembangunan daerah.

Pembangunan ekonomi berjalan hampir beriringan dengan menurunnya daya tahan dan fungsi lingkungan hidup. Pembangunan yang terlalu berorientasi dalam mengejar pertumbuhan seringkali mengabaikan aspek pengelolaan lingkungan. Pembangunan yang bertujuan mensejahterakan masyarakat, pada akhirnya justru menjadi perusak sistem penunjang kehidupan (dalam hal ini lingkungan hidup). Pembangunan harus tetap berjalan dengan tidak melupakan pengelolaan lingkungan hidup. Secara umum pembangunan yang berkelanjutan bertumpu pada ekonomi, lingkungan hidup, dan sosial budaya. Oleh karena itu pertumbuhan ekonomi saja tidak cukup, tetapi dibutuhkan pembangunan yang berwawasan atau ramah lingkungan hidup (Todaro, 2009).

Dalam kondisi tidak ada manusia sekalipun, lingkungan alami pasti mengalami perubahan-perubahan secara kontinyu. Hal ini mungkin saja berlangsung dalam jangka waktu ratusan juta tahun, seperti misalnya terangkatnya kontinental dan pembentukan gunung api; atau dalam jangka waktu puluhan ribu tahun seperti jaman es dan perubahan permukaan air laut yang menyertainya; atau dalam jangka waktu ratusan tahun seperti halnya eutrofikasi alami dan siltasi danau-danau dangkal; atau bahkan dalam jangka waktu beberapa tahun. Sebagian dari perubahan-perubahan alami tersebut bersifat tidak dapat balik (*irreversible*) seperti eutrofikasi danau, sedangkan lainnya bersifat siklis seperti siklus iklim tahunan, atau transien seperti kekeringan.

Bersamaan dengan perubahan-perubahan lingkungan secara alami tersebut juga terjadi perubahan-perubahan yang diakibatkan oleh kegiatan manusia. Pada tingkat budaya masyarakat pemburu dan pengumpul hasil hutan, penggunaan api

telah memodifikasi beberapa lingkungan alami. Kemudian dengan domestikasi hewan dan introduksi pertanian, efek-efek dari kegiatan-kegiatan ini menjadi lebih luas, terutama kalau semakin banyak manusia yang terlibat. Laju perubahan tersebut meningkat dengan berkembangnya industri karena tenaga otot digantikan dengan energi yang berasal dari bahan bakar fosil hingga beberapa dekade terakhir ini. Dampak dari kegiatan manusia telah mencapai intensitas yang tidak diharapkan dan mempengaruhi seluruh dunia, karena jumlah penduduk meningkat dengan pesat dan konsumsi setiap kapita yang lebih tinggi (Soemarno, 2000).

Para ahli lingkungan hidup menggunakan istilah ”berkelanjutan” atau ”berkesinambungan (*sustainability*)” dalam upaya menjelaskan keseimbangan yang paling diinginkan antara pertumbuhan ekonomi di satu sisi, dan pelestarian lingkungan hidup atau sumber daya alam di sisi lain. Proses pembangunan ekonomi bisa berlanjut bila dijaga agar ekosistem bisa berfungsi secara berkelanjutan. Senada dengan pendekatan modal/usaha, pembangunan yang berkelanjutan diinterpretasikan sebagai pembangunan yang dapat menjamin tidak terjadi penurunan kekayaan nasional per kapita dengan cara substitusi dalam penggunaan energi, dan penghematan sumber kekayaan yang meliputi modal stok, sosial, manusia, dan alam.

Pembangunan ekonomi sedikit banyaknya telah mencemarkan alam sekitar dan mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan. Masalah lingkungan hidup sebenarnya sudah ada sejak dahulu, dan bukanlah masalah yang hanya dimiliki atau dihadapi oleh negara-negara maju ataupun negara-negara miskin, tapi masalah lingkungan hidup adalah sudah merupakan masalah dunia. Penurunan kualitas lingkungan dapat terjadi akibat emisi yang berasal dari industri, transportasi domestik, dan kebakaran hutan pada musim kemarau yang telah melampaui daya dukung lingkungan yang tidak dapat lagi dinetralisir. Sebagian besar negara sedang berkembang mulai beralih dari negara yang berfokus pada sektor pertanian menjadi sektor industri, tentunya untuk satu tujuan yaitu meningkatkan GDP dari sektor industri terhadap GDP perkapita. Sektor industri merupakan produsen terbesar penghasil limbah, dikarenakan hampir semua industri-industri di ASEAN merupakan

industri penghasil limbah yang tidak menggunakan teknologi yang ramah akan lingkungan. Seperti halnya sebagian besar industri seperti kilang membebaskan sulfur dioksida (SO₂), karbondioksida, metana, dan nitrogen oksida (NO) ke udara dan bergabung dengan uap air lalu berkumpul dalam awan.

Negara industri maju berlomba-lomba mengembangkan sumber energi bersih dan yang dapat diperbaharui, seperti tenaga angin, tenaga surya dan gelombang laut. Dan karena justru pembangkit listrik tenaga batubara berkembang di ASEAN, maka pertumbuhan ekonomi yang tinggi mendorong perusahaan-perusahaan berbasis di negara industri mengirimkan teknologi kotornya ke negara ASEAN. Karena di negara mereka (negara maju) sudah tidak ada pasarnya dan bahkan perusahaan yang terlibat tidak perlu menanggung resiko komersialnya sendiri.

Menurut Sistem Pemantauan Lingkungan Global PBB memperkirakan bahwa pada tahun 1987 dua pertiga penduduk kota hidup di kota-kota yang konsentrasi sulfur dioksida di udara sekitarnya di atas atau tepat pada ambang batas yang ditetapkan WHO. Gas yang berbau tajam tapi tak berwarna ini dapat menimbulkan serangan asma dan karena gas ini menetap di udara, bereaksi dengan senyawa lain membentuk partikel-partikel halus dan zat asam membentuk hujan asam. Emisi sulfur terutama timbul dari pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung sulfur terutama batubara yang digunakan untuk pembangkit tenaga listrik atau pemanasan rumah tangga.

Dari jumlah sulfur yang terdapat di atmosfer sepertiganya merupakan hasil kegiatan manusia dan kebanyakan dalam bentuk SO₂. Akibat dari kegiatan manusia ini menimbulkan distribusi yang tidak merata sehingga terkonsentrasi pada daerah tertentu. Sedangkan pencemaran yang berasal dari sumber alam biasanya lebih tersebar merata. Pembakaran bahan bakar pada dasarnya merupakan sumber pencemaran Sox, misalnya pembakaran arang, minyak bakar gas, kayu dan sebagainya.

Di negara ASEAN sumber sulfur yang terbesar berasal dari proses industri seperti pemurnian petroleum, industri asam sulfat, industri peleburan baja dan

sebagainya, dimana pabrik peleburan baja merupakan industri terbesar penghasil sulfur. Sulfur merupakan kontaminan yang tidak dikehendaki di dalam logam dan biasanya lebih mudah untuk menghasilkan sulfur dari logam kasar dari pada menghasilkannya dari produk logam akhirnya. Oleh karena itu sulfur secara rutin diproduksi sebagai produk samping dalam industri logam dan sebagian akan terdapat di udara.

Saat ini, pembangkit listrik menjadi sumber yang utama penghasil CO₂. Hal ini disebabkan ketergantungan yang berlebihan terhadap batubara. Industri pembangkitan listrik menyumbang 37 persen emisi CO₂ global. Angka ini cenderung meningkat dari tahun ke tahun karena industri satu ini adalah industri yang sangat cepat berkembang. Di negara-negara berkembang seperti negara-negara ASEAN, pemakaian listrik naik hampir 1 persen tiap tahun. Diperkirakan dalam jangka waktu 20 tahun negara-negara berkembang menyumbang 44 persen dari pembuangan total CO₂ ke atmosfer bumi. Sebuah peningkatan yang cukup besar mengingat angka saat ini sekitar 27-28 persen (OutlookASEAN, 2007).

Meskipun biaya lingkungan yang ditimbulkan oleh berbagai kegiatan ekonomi sekarang ini masih ramai diperdebatkan, namun semakin banyak ahli ekonomi pembangunan yang sepakat bahwa pertimbangan dan perhitungan lingkungan harus dijadikan sebagai bagian integral dari setiap inisiatif kebijakan. Tidak dimasukkannya biaya-biaya lingkungan pada kalkulasi GNI merupakan salah satu penyebab masih terabaikannya persoalan lingkungan.

Secara sadar dapat dikatakan modernisasi dan pembangunan telah banyak membawa bencana bagi lingkungan hidup dan kemanusiaan, dimana dalam hal ini lingkungan hidup ditafsirkan secara konvensional. Lingkungan hidup harus dipandang dan diperlakukan sebagai subyek, dikelola untuk kehidupan berkelanjutan bukan semata-mata untuk pertumbuhan pembangunan tetapi juga harus memperhatikan kualitas hidup manusia.

2. Telaah Teori

2.1 Pengertian Lingkungan Hidup

Lingkungan hidup merupakan suatu kesatuan sistem yang terdiri dari lingkungan sosial (*sociosystem*), lingkungan buatan (*technosystem*) dan lingkungan alam (*ecosystem*) dimana ke tiga sub sistem ini saling berinteraksi. Masing-masing subsistem ini akan meningkatkan kondisi seimbang lingkungan hidup, dimana kondisi ini akan memberikan jaminan yang berkelanjutan yang akan memberikan peningkatan kualitas hidup setiap makhluk hidup di dalamnya.

2.2 Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi dapat diartikan sebagai peningkatan hasil (*output*) masyarakat yang disebabkan oleh makin banyaknya jumlah faktor produksi yang digunakan dalam proses produksi masyarakat.

2.3 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi dengan Kualitas Lingkungan Hidup

Secara umum pembangunan ekonomi bertujuan untuk meningkatkan tingkat hidup dan menaikkan mutu hidup rakyat. Mutu hidup dapat diartikan sebagai derajat dipenuhinya kebutuhan dasar. Aktivitas pembangunan ekonomi cenderung terfokus pada pengeksploitasian sumberdaya alam untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat tanpa melakukan tindakan nyata dalam melakukan konservasi terhadap bahan baku yang digunakan. Ketika negara tersebut mengalami pertumbuhan yang meningkat, maka masalah pencemaran udara pun meningkat dengan cepat. Pertumbuhan ekonomi berdampak pada degradasi lingkungan.

2.4 Pertumbuhan Ekonomi yang Berkualitas Menurut PBB

Menurut PBB sendiri pertumbuhan ekonomi dapat dikatakan berkualitas apabila telah memenuhi syarat-syarat dibawah ini :

- a. Angka kemiskinan yang rendah

- b. Pemerataan tingkat pendidikan
- c. Tingkat kesejahteraan kesehatan yang tinggi
- d. Meningkatkan kualitas lingkungan hidup

2.5 Teori Produksi

Secara umum, istilah ‘produksi’ diartikan sebagai penggunaan atau pemanfaatan sumber daya yang mengubah suatu komoditi menjadi komoditi lainnya yang sama sekali berbeda, baik dalam pengertian apa, dan dimana atau kapan komoditi-komoditi itu dialokasikan, maupun dalam pengertian apa yang dapat dikerjakan oleh konsumen terhadap komoditas itu (Miller dan Meiners 2000).

Menurut Samsubar Soleh (2000), proses produksi adalah proses yang dilakukan oleh perusahaan. Untuk mengakombinasikan input (sumber daya) untuk menghasilkan output. Dengan demikian produksi merupakan proses transformasi (perubahan) dari input menjadi output.

Iswardono (2004), menuliskan bahwa teori produksi sebagaimana teori perilaku konsumen merupakan teori pemilihan atas berbagai alternatif yang tersedia. Dalam hal ini adalah keputusan yang diambil oleh seorang produsen untuk menentukan pilihan atas alternatif pilihan tersebut. Produsen mencoba memaksimalkan produksi yang bisa dicapai dengan suatu kendala ongkos tertentu agar dapat dihasilkan keuntungan yang maksimum.

2.6 Faktor Produksi

Sumber daya atau faktor produksi atau input dapat dikelompokkan menjadi sumber daya manusia (termasuk tenaga kerja atau kemampuan manajerial / *entrepreneurship*), modal (*capital*), dan tanah atau sumber daya alam. Kemampuan manajerial adalah kemampuan yang dimiliki individu dalam melihat berbagai kemungkinan untuk mengkombinasikan sumber daya guna menghasilkan dengan cara baru atau cara yang lebih efisien, baik produk baru maupun produk yang sudah ada (Miller dan Meiners, 2000).

2.7 Fungsi Produksi

Fungsi produksi adalah hubungan antara faktor-faktor produksi (*input*) dengan tingkat produksi (*output*) yang diciptakannya. Di dalam teori ekonomi, di dalam menganalisis mengenai produksi, selalu dimisalkan bahwa faktor produksi yang berubah-ubah jumlahnya. Dengan demikian, di dalam menggambarkan hubungan diantara faktor produksi yang dicapai, yang digambarkan adalah hubungan diantara jumlah tenaga kerja yang digunakan dan jumlah produksi yang dicapai (Sadono Sukirno, 2002).

Fungsi produksi dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q=f(K, L, R, T) \dots \dots \dots (2.1)$$

Di mana K adalah jumlah stok modal, L adalah jumlah tenaga kerja, R adalah kekayaan alam, dan T adalah tingkat teknologi yang digunakan. Sedangkan Q adalah jumlah produk yang dihasilkan (Sadono Sukirno, 2002).

2.8 Teori Biaya

Dalam ilmu ekonomi biaya diartikan sebagai semua pengorbanan yang perlu untuk suatu proses produksi, dinyatakan dalam uang menurut pasar yang berlaku. Besarnya biaya produksi yang dihasilkan : dengan menambah jumlah barang yang dihasilkan, biaya produksi akan ikut bertambah (T.Gilarso, 2003). Biaya terdiri dari biaya tetap, biaya variabel, biaya total dan biaya sosial.

2.9 Teori Kuznets

Teori yang menghubungkan degradasi lingkungan dengan tingkat pendapatan per kapita sebuah negara dikenal sebagai *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Hipotesis ini mengemukakan bahwa ketika pendapatan suatu negara masih tergolong rendah, perhatian negara tersebut akan tertuju pada cara meningkatkan pendapatan negara, baik melalui produksi, investasi yang mendorong terjadinya peningkatan pendapatan dengan mengesampingkan permasalahan kualitas lingkungan.

Pertumbuhan pendapatan akan diiringi dengan kenaikan tingkat polusi, dan kemudian menurun lagi dengan kondisi pertumbuhan pendapatan tetap berjalan. Teori ini didasarkan pada permintaan terhadap kualitas lingkungan yang meningkatkan pengawasan social dan regulasi pemerintah sehingga masyarakat akan lebih sejahtera (Mason dan Swanson, 2003).

3. Metode Penelitian

3.1 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder, yang meliputi :

1. Data GDP (Sumber : WDI (*World Development Indicators*))
2. Data Emisi Sulfur (Sumber : RPI (*Rensselaer Polytechnic Institute*))
3. Data Emisi CO₂ (Sumber : RPI (*Rensselaer Polytechnic Institute*))

Data yang digunakan adalah merupakan data kuantitatif tahunan dan sekunder pada rentang waktu antara tahun 1980-2000. Data dalam penelitian ini adalah data dari negara-negara anggota ASEAN. Negara ASEAN yang dimaksud dalam studi empiris ini adalah negara ASEAN, yaitu Indonesia, Malaysia, Philipina, Singapura, dan Thailand.

3.2 Variabel Penelitian

1. Produk Domestik Bruto Sektor Industri (Y)
2. Emisi Sulfur Perkapita ($E_{sulfur_{it}}$) (X1)
3. Emisi CO₂ Perkapita ($E_{CO2_{it}}$) (X2)

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan adalah metode kepustakaan, yaitu dengan mengumpulkan data-data dari bahan-bahan pustaka yang berasal dari berbagai buku, literatur, jurnal, dan terbitan-terbitan lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini.

3.4 Metode Analisis

Analisis panel data pada skripsi ini menggunakan model *Fixed Effect Model* (FEM) dengan metode *Fixed Effect Model Fixed Cross Section* dengan menggunakan *software* Eviews 6.1 untuk pengolahan data.

Alat analisis ini mampu menjawab tujuan dari penelitian ini karena hasil penelitian ini akan memberikan hasil apakah pendapatan domestik bruto sektor industri mempunyai hubungan dan pengaruh positif atau negatif terhadap kualitas lingkungan yang dilihat melalui tingkat emisi CO2 dan Sulfur.

Berdasarkan dasar pemikiran dan kerangka pemikiran yang telah diutarakan maka penelitian ini menggunakan spesifikasi model. Ongkos produksi rata-rata sehingga fungsinya fungsi kuadrat. Karena konsepnya adalah fungsi produksi rata-rata. Model regresi tersebut:

$$E_sulfur_{it} = \beta_0 + \beta_1 Y_{it} + \beta_2 Y_{it}^2 + \mu_{it} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$E_CO2_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{it} + \alpha_2 Y_{it}^2 + \mu_{it} \dots\dots\dots(3.2)$$

keterangan:

E_sulfur_{it} = emisi sulfur per kapita untuk negara i pada tahun t

E_CO2_{it} = emisi karbon dioksida per kapita untuk negara i pada tahun t

Y_{it} = PDB sektor industri untuk negara i pada tahun t

β_0 dan α_0 = konstanta

$\beta_{1,2}, \alpha_{1,2}$ = adalah koefisien regresi

μ_{it} = gangguan stokastik

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Estimasi Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi terhadap Kualitas Lingkungan

Pembahasan analisis yang digunakan adalah analisis estimasi model ekonometrik dan statistika beserta analisis ekonominya menurut *panel data regression*. Untuk analisis statistika akan dilihat sampai mana validitas model yang

digunakan dalam penelitian melalui pengujian secara statistik terhadap model yang bersangkutan.

Dalam penelitian ini, penulis berusaha untuk menganalisa 2 buah model regresi tentang kualitas lingkungan ditinjau dari emisi Sulfur dan CO2. Model regresi tersebut:

$$E_sulfur_{it} = \beta_0 + \beta_1 Y_{it} + \beta_2 Y_{it}^2 + \mu_{it} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$E_CO2_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{it} + \alpha_2 Y_{it}^2 + \mu_{it} \dots\dots\dots(4.2)$$

dimana:

E_sulfur_{it} = emisi sulfur per kapita untuk negara i pada tahun t

E_CO2_{it} = emisi karbon dioksida per kapita untuk negara i pada tahun t

Y_{it} = PDB sektor industri untuk negara i pada tahun t

β_0 dan α_0 = konstanta

$\beta_{1,2}, \alpha_{1,2}$ = koefisien regresi

μ_{it} = gangguan stokastik

Tabel 4.11
Estimasi Model *Fixed Effect Model Fixed Cross Section*

Variabel dependen: Emisi Sulfur				Variabel dependen: Emisi CO2			
Variabel independen	koefisien	std error	ket	Variabel independen	koefisien	std error	ket
PDB	5.59E-06	1.02E-06	***	PDB	9.11E-05	1.20E-05	***
PDB ²	-3.54E-11	1.05E-11	***	PDB ²	-6.90E-10	1.24E-10	*
R ² = 0.743208				R ² = 0.965243			
adjusted R ² = 0.727486				adjusted R ² = 0.963115			
F-stat = 47.27205				F-stat = 453.5923			
*** Signifikan pada level 1%							
** Signifikan pada level 5%							
* Signifikan pada level 10%							

Sumber : lampiran B

Model Regresi ;

$$\text{SULFUR} = 5.5917463132\text{e-}06 * \text{GDPSI} - 3.53955194773\text{e-}11 * \text{GDPSI}^2 + 0.13865491029 + [\text{CX}=\text{F}] \dots \dots \dots (4.3)$$

Model Regresi ;

$$\text{CO}_2 = 9.11158835298\text{e-}05 * \text{GDPSI} - 6.89791323762\text{e-}10 * \text{GDPSI}^2 + 2.91999532343 + [\text{CX}=\text{F}] \dots \dots \dots (4.4)$$

Berdasarkan hasil regresi yang ditunjukkan pada tabel 4.11 dapat diperhatikan bahwa selama periode 1980-2000 variabel independen PDB mempengaruhi variabel dependen baik terhadap variabel emisi Sulfur dan emisi CO₂. Hasil regresi ini akan dibahas lebih dalam lagi dalam pembahasan berikut ini.

4.1.1 Analisis Koefisien Regresi terhadap Kualitas Lingkungan Ditinjau dari Emisi Sulfur Perkapita

Berdasarkan analisis data, pertumbuhan PDB sektor industri di 5 negara ASEAN mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Sedangkan emisi Sulfur yang dihasilkan dari tahun ke tahunnya juga mengalami peningkatan yang sangat besar. Banyak faktor yang bisa mempengaruhi terjadinya peningkatan pada emisi yang dihasilkan.

Model Regresi :

$$\text{SULFUR} = 5.5917463132\text{e-}06*\text{GDPSI} - 3.53955194773\text{e-}11*\text{GDPSI}^2 + 0.13865491029 + [\text{CX}=\text{F}] \dots \dots \dots (4.5)$$

Sesuai dengan uji statistik, didapati bahwa GDP dan konstanta (C) berpengaruh signifikan secara individu terhadap kualitas lingkungan melalui emisi Sulfur, masing-masing sebesar 5.591746313, dan 0.13865491029. Artinya apabila GDP berubah 1 persen maka kualitas lingkungan hidup melalui emisi Sulfur akan berubah sebesar 5,59 poin tanda negatif menunjukkan arah korelasi yang berarti bila GDP meningkat maka kualitas lingkungan akan menurun.

Hasil ini sesuai dengan hipotesis yang mengatakan bahwa pertumbuhan ekonomi akan mendorong tingginya penurunan tingkat kualitas lingkungan hidup pada emisi Sulfur.

Dari derivatif (turunan pertama) model utama : $\text{SULFUR} = 5.5917463132\text{e-}06*\text{GDPSI} - 3.53955194773\text{e-}11*\text{GDPSI}^2 + 0.13865491029 + [\text{CX}=\text{F}]$, sehingga didapat model turunannya menjadi $\text{CX} = \text{SULFUR} - 9.11158835298\text{e-}05*\text{GDPSI} + 6.89791323762\text{e-}10*\text{GDPSI}^2 - 2.91999532343 + [\text{CX}=\text{F}]$. Nilai maksimum dari pengaruh GDP terhadap kualitas lingkungan melalui emisi Sulfur adalah turunan pertama dari persamaan model utama Sulfur.

4.1.2 Analisis Koefisien Regresi terhadap Kualitas Lingkungan ditinjau dari Emisi CO2 Perkapita

Berdasarkan analisis data, pertumbuhan PDB sektor industri di 5 negaran ASEAN mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Sedangkan emisi CO2 yang dihasilkan dari tahun ke tahunnya juga mengalami peningkatan yang sangat besar. Banyak faktor yang bisa mempengaruhi terjadinya peningkatan pada emisi yang dihasilkan.

Model Regresi :

$$CO_2 = 9.11158835298e-05*GDPSI - 6.89791323762e-10*GDPSI^2 + 2.91999532343 + [CX=F] \dots\dots\dots(4.6)$$

Sesuai dengan uji statistik, didapati bahwa GDP dan konstanta (C) berpengaruh signifikan secara individu terhadap kualitas lingkungan melalui emisi CO2, masing-masing sebesar 9.1115883529, dan 2.91999532343. Artinya apabila GDP berubah 1 persen maka kualitas lingkungan hidup akan berubah sebesar 9,11 poin tanda negatif menunjukkan arah korelasi yang berarti bila GDP meningkat maka kualitas lingkungan akan menurun.

Hasil ini sesuai dengan hipotesis yang mengatakan bahwa pertumbuhan ekonomi akan mendorong tingginya penurunan tingkat kualitas lingkungan hidup pada emisi CO2.

Dari derivatif (turunan pertama) model utama : $CO_2 = 9.11158835298e-05*GDPSI - 6.89791323762e-10*GDPSI^2 + 2.91999532343 + [CX=F]$, sehingga didapat model turunannya menjadi $CY = CO_2 - 9.11158835298e-05*GDPSI + 6.89791323762e-10*GDPSI^2 - 2.91999532343 + [CX=F]$. Nilai maksimum dari pengaruh GDP terhadap kualitas lingkungan melalui emisi CO2 adalah turunan pertama dari persamaan model utama CO2.

5. **Simpulan dan Saran**

a. **Simpulan**

Berdasarkan hasil analisis regresi berganda dengan model *Fixed Effect Model* (FEM) dengan metode *Fixed Effect Model Fixed Cross Section* yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel PDB sektor industri terhadap kualitas lingkungan yang ditinjau melalui emisi Sulfur dan emisi CO₂ di lima negara ASEAN selama 21 tahun periode penelitian, dapat disimpulkan bahwa :

1. Tahap awal, emisi Sulfur mengalami peningkatan seiring dengan pembangunan ekonomi karena pada tahap ini terjadi peningkatan produksi, disamping itu juga kurangnya kebijakan dan regulasi yang diimplementasikan. Namun setelah melewati titik balik pertama, dimana kesadaran akan lingkungan semakin meningkat maka pertumbuhan ekonomi akan membawa dampak yang baik bagi lingkungan, yaitu penurunan tingkat emisi Sulfur. Namun ternyata dampak positif pertumbuhan ekonomi ini tidak berlangsung lama. Segera setelah itu, pembangunan yang dilaksanakan kembali memperburuk lingkungan seiring dengan peningkatan emisi sulfur.
2. Tahap awal, emisi CO₂ mengalami peningkatan seiring dengan pembangunan ekonomi karena pada tahap ini terjadi peningkatan produksi, disamping itu juga kurangnya kebijakan dan regulasi yang diimplementasikan. Namun setelah melewati titik balik pertama, dimana kesadaran akan lingkungan semakin meningkat maka pertumbuhan ekonomi akan membawa dampak yang baik bagi lingkungan, yaitu penurunan tingkat emisi CO₂. Namun ternyata dampak positif pertumbuhan ekonomi ini tidak berlangsung lama. Segera setelah itu, pembangunan yang dilaksanakan kembali memperburuk lingkungan seiring dengan peningkatan emisi CO₂.

b. Saran

1. Teknologi

Ada baiknya untuk mencegah kerusakan alam akibat proses produksi yang dihasilkan oleh sektor industri semakin besar, maka sudah seharusnya perusahaan-perusahaan besar yang bergerak di bidang industri menggunakan teknologi yang ramah akan lingkungan. Teknologi yang ramah akan lingkungan tentunya akan mengurangi jumlah polutan yang dihasilkan oleh perusahaan. Jadi, apabila teknologi yang digunakan adalah teknologi yang ramah akan lingkungan membantu perusahaan mengurangi biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk mengelola limbah.

6. Referensi (Daftar Pustaka)

Andreoni, James & Levinson, Arik, 2004, "**The simple analytics of the environmental Kuznets curve**," Journal of Public Economics.

Askary, M, 2003, "**Valuasi Ekonomi dalam Kebijakan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup**", Seminar Nasional III Neraca Sumber Daya Alam dan Lingkungan di Baturraden, Purwokerto.

Brian R. Copeland & M. Scott Taylor, 2003, "**Trade, Growth and the Environment**," NBER Working Papers.

Cunningham, W.P., Cunningham, M.A. & Saigo, B.W, 2003. **Environmental Science: A Global Concern**, McGraw Hill, New York.

Ghozali, Imam, 2005, "**Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS**", Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.

Gilarso, T, 2003, "**Pengantar Ilmu Ekonomi Mikro**" Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Gujarati, D, 1995, "**Basic Econometrics**" 3rd edition, McGraw-Hills.

Gujarati, D, 2003, "**Basic Econometrics**" 4th edition, McGraw-Hills.

- Gujarati, D ; Porter, Dawn C, 2009, ” **Basic Econometrics**” 5th edition, McGraw-Hills.
- Grossman, G.M. dan A.B. Krueger, 1994, ”**Economic Growth and The Environment**”, National Bureau of Economic Research.
- Irmansyah, 2004, “**Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca**” Institut Pertanian Bogor.
- J. Supranto, 1993 “**Statistik Teori dan Aplikasi**” Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Mangkoesoebroto, Guritno, 1995, **Ekonomi Publik**, Edisi ketiga, BPFE, Yogyakarta.
- Mason, Robin & Swanson, Timothy, 2002, "**The costs of uncoordinated regulation**," European Economic Review.
- Mankiw, N. Gregory, 2003, **Teori Makroekonomi**, Edisi kelima, Diterjemahkan oleh Imam Nurmawan, Erlangga, Jakarta.
- Markandya, Anil, Suzette Pedroso, and Alexander, 2004, “**Empirical Analysis of National Income and SO2 Emissions in Selected European Countries**”, International Energy Markets.
- Miller. R. L dan R. E. Meiners, 2000, “**Teori Mikro Ekonomi Intermediate**” Edisi Ketiga. PT. Raja Grafindo Perkasa, Jakarta.
- Müller-Fürstenberger, G, Wagner, M., Müller Benito, 2004, “**Exploring the Carbon Kuznets Hypothesis**”, Oxford Institute for Energy Studies.
- Munasinghe, M. and Cruz, W, 1995, “**Economy wide Policies and the Environment: Lesson from Experience**”, World Bank Environment Paper No 10.
- Nijkamp, P. & Verbruggen, H, 2002, "**Global trends and climate change policies**," University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics.
- Nurindah, 2009, “**Konsep dan Implementasi Teknologi Budi Daya Ramah Lingkungan pada Tanaman Tembakau, Serat, dan Minyak Industri**” Departemen pertanian.

- Norman, Robert T. Deacon and Catherine S, 2004, "**Does the Environmental Kuznets Curve Describe How Individual Countries Behave?**", Department of Economics University of California.
- Payanatou, Theodore, 2000 "**Economic Growth and the Environment**" Center for International Development at Harvard University.
- Pearce, David W. & Warford, Jeremy, 1990, "**Economics of Natural Resources and The Environment**", Harvester Wheatsheaf.
- Permono, Sardjono, Iswardono, 2004, "**Teori Mikro Ekonomi**" UPP AMP YKPN, Yogyakarta.
- Pindyck, Robert S; Rubinfeld, Daniel L, 1998, "**Econometric Models and Economic Forecasts**" McGraw-Hills.
- Resosudarmo, B.P, 1996, "**Kebijakan di Bidang Lingkungan Hidup, Pertumbuhan Ekonomi Dan Distribusi Pendapatan**" Makalah ilmiah Universitas Islam Jakarta.
- Richard G. Lipsey, Paul N. Courant, Douglas D. Purvis, Peter O. Steiner, 1993 "**Pengantar Mikroekonomi**" Binarupa Aksara, Jakarta.
- Romer, Paul M, 1990, "**Endogenous Technological Change,**" Journal of Political Economy, University of Chicago Press.
- Resosudarmo, Budy P, 1996, "**Kebijakan di bidang Lingkungan Hidup, Pertumbuhan Ekonomi dan Distribusi Pendapatan**".
- Richmond, Amy K., Kaufmann, Robert K , 2006, "**Energy prices and turning points: the relationship between income and energy use/carbon emissions**", The Energy Journal.
- _____, 2006, **Modul Praktek Ekonometrika Dasar. Aplikasi Ekonometric Views(Eviews) v.3.0-4.1** Semarang, LSKE Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro.
- Samoelson, Paul A, dan Nordhaus, William D., 1994, "**Mikro Ekonomi**", Terjemahan oleh Tim Erlangga Edisi Ke- XIV, Penerbit Erlangga, Jakarta.

- Saleh. S. 2000, "**Data Envelopment Analysis (DEA) : Konsep Teori Produksi Dasar**" PAU-SE UGM, Yogyakarta.
- Selden, T. M. dan Song, D, 1994, "**Environmental quality and development: Is there a Kuznets curve for air pollution?**" Journal of Environmental Economics and Environmental Management.
- Status Lingkungan Hidup Indonesia**, 2005. Kementrian Lingkungan Hidup.
- Stern, D. I. and M. S. Common, 2001, "**Is there an environmental Kuznets curve for sulfur?**", Journal of Environmental Economics and Management.
- S. Masri ; E. Sofian, 1989, "**Metode Penelitian Analisa Data**" LP3ES, Jakarta.
- Soemarno, 2000, "**Dampak Lingkungan Akibat Kegiatan Manusia**", Departemen Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.
- Stern, David I, 2003, "**The Environmental Kuznets Curve**", Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute.
- Stern, David I, 2002, "**The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve**", Rensselaer Polytechnic Institute.
- Soekartawi, 1989. "Prinsip Dasar Ekonomi Pertanian Teori dan Aplikasi Soekartawi"
Penerbit Rajawali, Jakarta.
- Soekirno, Sadono, 2002, "**Mikroekonomi**" PT raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Soekirno, Sadono, 2004, **Pengantar Teori Makroekonomi**, Edisi ketiga, Rajagrafindo Persada, Jakarta.
- Supranto, J., 1997, "**Metode Peramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan**", Gramedia, Jakarta.
- Todaro, Michael P, 2009, "**Pembangunan Ekonomi**", Edisi Kesembilan, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Tulus Tambunan, 2002. **Perdagangan Internasional dan Neraca Pembayaran: Teori dan Temuan Empiris**, LP3ES, Jakarta.
- World Development Indicators**, 2005.

ASEAN OUTLOOK, 2003-2005

www.antaraneews.com

www.apbi-icma.com

www.ESDM.com

www.kompas.com

Lampiran

LAMPIRAN A

Data Mentah Variabel Penelitian

A.1 Emisi Sulfur Lima Negara Anggota ASEAN 1980-2000 (metric tons per capita)

Tahun	Negara-negara anggota ASEAN				
	Indonesia	Malaysia	Philipina	Singapura	Thailand
1980	0.1770977	0.0937837	0.2664997	0.0711077	0.1444291
1981	0.1642937	0.0945386	0.2444963	0.081045	0.145583
1982	0.158217	0.0773799	0.224976	0.0750283	0.139525
1983	0.1574247	0.0930737	0.2125331	0.0666477	0.1363345
1984	0.1851552	0.0923904	0.1883071	0.0616721	0.1422009
1985	0.1936	0.08825	0.1969	0.05235	0.22675
1986	0.1991	0.086	0.19755	0.0527	0.2352
1987	0.2157	0.08345	0.189	0.0538	0.26725
1988	0.224	0.08695	0.2051	0.05925	0.2948
1989	0.23555	0.10045	0.20795	0.06185	0.3544
1990	0.2809	0.1279	0.2059	0.0954	0.4821
1991	0.3105	0.11615	0.2091	0.0997	0.5521
1992	0.3161	0.11	0.21465	0.10205	0.5997
1993	0.3439	0.12305	0.2312	0.11355	0.57865
1994	0.32395	0.12545	0.23165	0.1174	0.5581
1995	0.34175	0.1334	0.2378	0.11515	0.6247
1996	0.36655	0.14745	0.3034	0.0984	0.6691
1997	0.49525	0.15615	0.3301	0.1042	0.6612
1998	0.4574102	0.1288542	0.2902723	0.0988582	0.5284083
1999	0.4265363	0.1129779	0.3169656	0.0837604	0.5074576
2000	0.417895	0.13012	0.35019	0.08158	0.466455

A.2 Emisi CO2 Lima Negara Anggota ASEAN 1980-2000 (metric tons per capita)

Tahun	Negara-negara anggota ASEAN				
	Indonesia	Malaysia	Philipina	Singapura	Thailand
1980	0.63798	2.0326	0.76029	12.473	0.8572
1981	0.67686	2.1836	0.70471	10.105	0.79696
1982	0.70007	2.1117	0.68851	10.795	0.77824
1983	0.72222	2.5556	0.68546	14.011	0.85623
1984	0.7281	2.2732	0.59427	11.319	0.91077
1985	0.75392	2.2941	0.54225	11.071	0.95075
1986	0.77577	2.4501	0.54508	11.932	0.95564
1987	0.74288	2.4214	0.58416	10.799	1.0773
1988	0.7308	2.4553	0.67847	11.64	1.2467
1989	0.71712	2.7303	0.67901	12.527	1.4432
1990	0.92696	3.0371	0.72584	13.757	1.722
1991	0.87802	3.6274	0.73099	14.286	2.0555
1992	0.98304	3.886	0.78585	13.993	2.2158
1993	1.0544	4.6106	0.7826	16.068546	2.4644
1994	1.0576	4.6086	0.83805	18.771975	2.7139
1995	0.96682	5.7736	0.91883	13.276025	3.0934
1996	1.2893	5.7856	0.94077	14.628046	3.4318
1997	1.2748	6.0247	1.0813904	16.850151	3.5313
1998	0.97571	5.584	1.0404311	13.945	3.1094
1999	1.0063	5.4449	0.97792	14.401	3.2425
2000	1.3069	6.206	1.0118	14.695	3.2711

**A.3 Pendapatan Domestik Bruto Sektor Industri
(Lima Negara Anggota ASEAN 1980-2000) \$ US**

Tahun	Negara-negara anggota ASEAN				
	Indonesia	Malaysia	Philipina	Singapura	Thailand
1980	1,704.60	1,128.70	1,045.10	750.50	948.20
1981	1,909.40	1,136.80	1,054.20	804.20	1,885.10
1982	4,629.80	4,295.80	1,065.30	861.40	2,018.90
1983	8,211.30	4,485.10	1,059.50	922.20	4,257.10
1984	9,489.60	6,613.60	2,957.50	972.10	6,099.30
1985	10,048.50	7,519.70	1,865.20	1,025.40	8,132.30
1986	14,678.10	8,485.30	4,872.40	1,084.50	9,766.90
1987	16,235.30	11,556.50	2,588.10	1,156.10	10,609.90
1988	18,339.90	12,743.70	6,926.20	1,223.70	14,177.90
1989	19,835.90	14,924.20	9,960.80	1,260.90	15,678.50
1990	22,276.70	15,317.30	8,966.70	8,078.60	17,920.20
1991	24,461.20	18,337.90	7,939.70	8,970.70	18,452.40
1992	26,856.10	19,252.40	8,923.40	9,107.10	19,865.20
1993	29,484.40	21,814.60	6,723.30	8,470.70	20,099.90
1994	45,673.70	24,071.90	19,943.10	14,977.30	22,559.90
1995	91,637.10	76,373.80	19,964.80	19,777.60	23,948.10
1996	102,259.70	87,707.20	22,297.30	26,678.50	43,251.40
1997	108,631.40	88,945.30	21,025.30	29,718.30	48,488.90
1998	94,808.30	60,185.70	27,997.30	31,933.40	52,204.10
1999	96,927.60	75,662.30	31,009.60	34,970.20	62,281.50
2000	105,085.10	84,973.90	34,105.80	36,701.60	70,681.80

LAMPIRAN B

B.1 Hasil Regresi Persamaan Dengan Emisi Sulfur

Dependent Variable: SULFUR

Method: Panel Least Squares

Date: 07/12/10 Time: 09:29

Sample: 1980 2000

Periods included: 21

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 105

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDPSI	5.59E-06	1.02E-06	5.489959	0.0000
GDPSI2	-3.54E-11	1.05E-11	-3.375346	0.0011
C	0.138655	0.013929	9.954419	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.743208	Mean dependent var	0.222996
Adjusted R-squared	0.727486	S.D. dependent var	0.153760
S.E. of regression	0.080267	Akaike info criterion	-2.142576
Sum squared resid	0.631393	Schwarz criterion	-1.965646
Log likelihood	119.4853	Hannan-Quinn criter.	-2.070881
F-statistic	47.27205	Durbin-Watson stat	0.213686
Prob(F-statistic)	0.000000		

B.2 Hasil Regresi Persamaan Dengan Emisi CO2

Dependent Variable: CO2

Method: Panel Least Squares

Date: 07/12/10 Time: 09:17

Sample: 1980 2000

Periods included: 21

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 105

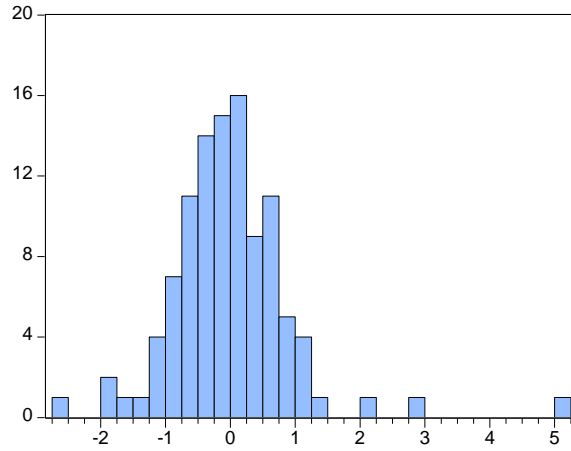
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDPSI	9.11E-05	1.20E-05	7.582193	0.0000
GDPSI2	-6.90E-10	1.24E-10	-5.575282	0.0000
C	2.919995	0.164339	17.76814	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

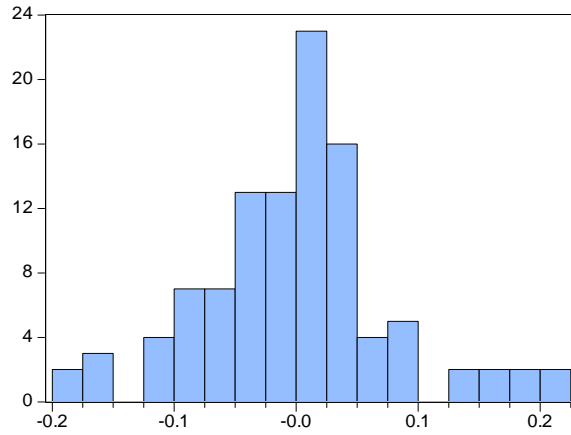
R-squared	0.965243	Mean dependent var	4.146350
Adjusted R-squared	0.963115	S.D. dependent var	4.930958
S.E. of regression	0.947017	Akaike info criterion	2.793341
Sum squared resid	87.89045	Schwarz criterion	2.970272
Log likelihood	-139.6504	Hannan-Quinn criter.	2.865037
F-statistic	453.5923	Durbin-Watson stat	1.110006
Prob(F-statistic)	0.000000		

LAMPIRAN C
Uji Normalitas
C.1 CO2



Series: Standardized Residuals	
Sample 1980 2000	
Observations 105	
Mean	-1.89e-16
Median	-0.067501
Maximum	5.002936
Minimum	-2.526958
Std. Dev.	0.919293
Skewness	1.549179
Kurtosis	11.01006
Jarque-Bera	322.7039
Probability	0.000000

C.2 Sulfur



Series: Standardized Residuals	
Sample 1980 2000	
Observations 105	
Mean	3.50e-18
Median	0.008778
Maximum	0.208913
Minimum	-0.192764
Std. Dev.	0.077917
Skewness	0.157455
Kurtosis	3.896719
Jarque-Bera	3.951818
Probability	0.138635

LAMPIRAN D

Uji R² Parsial

D.1 CO2

Dependent Variable: GDPSI

Method: Panel Least Squares

Date: 07/12/10 Time: 09:25

Sample: 1980 2000

Periods included: 21

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 105

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CO2	4057.832	535.1792	7.582193	0.0000
GDPSI2	8.98E-06	2.74E-07	32.72056	0.0000
C	-5209.438	2191.014	-2.377638	0.0194

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.951137	Mean dependent var	23369.32
Adjusted R-squared	0.948146	S.D. dependent var	27753.32
S.E. of regression	6319.865	Akaike info criterion	20.40512
Sum squared resid	3.91E+09	Schwarz criterion	20.58205
Log likelihood	-1064.269	Hannan-Quinn criter.	20.47682
F-statistic	317.9360	Durbin-Watson stat	0.651354
Prob(F-statistic)	0.000000		

Dependent Variable: GDPSI2

Method: Panel Least Squares

Date: 07/12/10 Time: 09:26

Sample: 1980 2000

Periods included: 21

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 105

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CO2	-3.49E+08	62614866	-5.575282	0.0000
GDPSI	102033.9	3118.343	32.72056	0.0000
C	3.72E+08	2.37E+08	1.568161	0.1201

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.941388	Mean dependent var	1.31E+09
Adjusted R-squared	0.937799	S.D. dependent var	2.70E+09
S.E. of regression	6.74E+08	Akaike info criterion	43.55883
Sum squared resid	4.45E+19	Schwarz criterion	43.73576
Log likelihood	-2279.839	Hannan-Quinn criter.	43.63053
F-statistic	262.3352	Durbin-Watson stat	0.587179
Prob(F-statistic)	0.000000		

D.2 Sulfur

Dependent Variable: GDPSI

Method: Panel Least Squares

Date: 07/12/10 Time: 09:34

Sample: 1980 2000

Periods included: 21

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 105

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SULFUR	42063.67	7661.928	5.489959	0.0000
GDPSI2	8.99E-06	3.15E-07	28.54556	0.0000
C	2224.187	1698.447	1.309542	0.1934

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.940708	Mean dependent var	23369.32
Adjusted R-squared	0.937078	S.D. dependent var	27753.32
S.E. of regression	6961.723	Akaike info criterion	20.59858
Sum squared resid	4.75E+09	Schwarz criterion	20.77551
Log likelihood	-1074.426	Hannan-Quinn criter.	20.67028
F-statistic	259.1394	Durbin-Watson stat	0.276339
Prob(F-statistic)	0.000000		

Dependent Variable: GDPSI2

Method: Panel Least Squares

Date: 07/12/10 Time: 09:35

Sample: 1980 2000

Periods included: 21

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 105

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SULFUR	-2.94E+09	8.72E+08	-3.375346	0.0011
GDPSI	99319.50	3479.332	28.54556	0.0000
C	-3.56E+08	1.76E+08	-2.016433	0.0465

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.930838	Mean dependent var	1.31E+09
Adjusted R-squared	0.926603	S.D. dependent var	2.70E+09
S.E. of regression	7.32E+08	Akaike info criterion	43.72434
Sum squared resid	5.25E+19	Schwarz criterion	43.90127
Log likelihood	-2288.528	Hannan-Quinn criter.	43.79604
F-statistic	219.8263	Durbin-Watson stat	0.321602
Prob(F-statistic)	0.000000		

LAMPIRAN E

Uji Heteroskedastisitas

E.1 CO2

Dependent Variable: LU2

Method: Panel Least Squares

Date: 07/12/10 Time: 09:22

Sample: 1980 2000

Periods included: 21

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 105

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDPSI	2.28E-05	2.26E-05	1.005246	0.3173
GDPSI2	-2.17E-10	2.33E-10	-0.930472	0.3544
C	-2.045568	0.309653	-6.606009	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.211692	Mean dependent var	-1.797590
Adjusted R-squared	0.163428	S.D. dependent var	1.950926
S.E. of regression	1.784401	Akaike info criterion	4.060383
Sum squared resid	312.0405	Schwarz criterion	4.237314
Log likelihood	-206.1701	Hannan-Quinn criter.	4.132079
F-statistic	4.386137	Durbin-Watson stat	1.176602
Prob(F-statistic)	0.000575		

E.2 Sulfur

Dependent Variable: LR2

Method: Panel Least Squares

Date: 07/12/10 Time: 09:33

Sample: 1980 2000

Periods included: 21

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 105

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDPSI	-8.49E-06	2.15E-05	-0.395323	0.6935
GDPSI2	2.21E-10	2.21E-10	0.997602	0.3209
C	-6.704430	0.293789	-22.82055	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.342398	Mean dependent var	-6.614060
Adjusted R-squared	0.302137	S.D. dependent var	2.026601
S.E. of regression	1.692986	Akaike info criterion	3.955205
Sum squared resid	280.8877	Schwarz criterion	4.132136
Log likelihood	-200.6483	Hannan-Quinn criter.	4.026901
F-statistic	8.504399	Durbin-Watson stat	1.163951
Prob(F-statistic)	0.000000		

LAMPIRAN F
Uji Autokorelasi
F.1 CO2

Dependent Variable: CO2
 Method: Panel Least Squares
 Date: 07/12/10 Time: 09:17
 Sample: 1980 2000
 Periods included: 21
 Cross-sections included: 5
 Total panel (balanced) observations: 105

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDPSI	9.11E-05	1.20E-05	7.582193	0.0000
GDPSI2	-6.90E-10	1.24E-10	-5.575282	0.0000
C	2.919995	0.164339	17.76814	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.965243	Mean dependent var	4.146350
Adjusted R-squared	0.963115	S.D. dependent var	4.930958
S.E. of regression	0.947017	Akaike info criterion	2.793341
Sum squared resid	87.89045	Schwarz criterion	2.970272
Log likelihood	-139.6504	Hannan-Quinn criter.	2.865037
F-statistic	453.5923	Durbin-Watson stat	1.110006
Prob(F-statistic)	0.000000		

F.2 Sulfur

Dependent Variable: SULFUR

Method: Panel Least Squares

Date: 07/12/10 Time: 09:29

Sample: 1980 2000

Periods included: 21

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 105

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDPSI	5.59E-06	1.02E-06	5.489959	0.0000
GDPSI2	-3.54E-11	1.05E-11	-3.375346	0.0011
C	0.138655	0.013929	9.954419	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.743208	Mean dependent var	0.222996
Adjusted R-squared	0.727486	S.D. dependent var	0.153760
S.E. of regression	0.080267	Akaike info criterion	-2.142576
Sum squared resid	0.631393	Schwarz criterion	-1.965646
Log likelihood	119.4853	Hannan-Quinn criter.	-2.070881
F-statistic	47.27205	Durbin-Watson stat	0.213686
Prob(F-statistic)	0.000000		

LAMPIRAN G

Uji T, Uji F, Uji Koefisien Determinasi

G.1 Hasil Regresi Persamaan Dengan Emisi Sulfur

Dependent Variable: SULFUR

Method: Panel Least Squares

Date: 07/12/10 Time: 09:29

Sample: 1980 2000

Periods included: 21

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 105

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDPSI	5.59E-06	1.02E-06	5.489959	0.0000
GDPSI2	-3.54E-11	1.05E-11	-3.375346	0.0011
C	0.138655	0.013929	9.954419	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.743208	Mean dependent var	0.222996
Adjusted R-squared	0.727486	S.D. dependent var	0.153760
S.E. of regression	0.080267	Akaike info criterion	-2.142576
Sum squared resid	0.631393	Schwarz criterion	-1.965646
Log likelihood	119.4853	Hannan-Quinn criter.	-2.070881
F-statistic	47.27205	Durbin-Watson stat	0.213686
Prob(F-statistic)	0.000000		

G.2 Hasil Regresi Persamaan Dengan Emisi CO2

Dependent Variable: CO2
Method: Panel Least Squares
Date: 07/12/10 Time: 09:17
Sample: 1980 2000
Periods included: 21
Cross-sections included: 5
Total panel (balanced) observations: 105

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDPSI	9.11E-05	1.20E-05	7.582193	0.0000
GDPSI2	-6.90E-10	1.24E-10	-5.575282	0.0000
C	2.919995	0.164339	17.76814	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.965243	Mean dependent var	4.146350
Adjusted R-squared	0.963115	S.D. dependent var	4.930958
S.E. of regression	0.947017	Akaike info criterion	2.793341
Sum squared resid	87.89045	Schwarz criterion	2.970272
Log likelihood	-139.6504	Hannan-Quinn criter.	2.865037
F-statistic	453.5923	Durbin-Watson stat	1.110006
Prob(F-statistic)	0.000000		