

ANALISIS ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE PADA PDRB SEKTORAL TERHADAP EMISI GAS RUMAH KACA DI PROVINSI JAWA TIMUR TAHUN 1990-2022

Naafia Fatiha Nur Insani* dan Mulyo Hendarto Robertus

Departemen Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan, Fakultas Ekonomika dan Bisnis,
Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

*Corresponding Email: naafiafatiha@students.undip.ac.id

ABSTRACT

East Java has the highest GDP value in the tertiary sector. According to the Environmental Kuznets Curve (EKC), economic growth in the tertiary sector should lead to improvements in environmental quality. However, the high value of greenhouse gas emissions indicates a decline in environmental quality. This research aims to analyze the EKC for the primary sector GDP, secondary sector GDP, and tertiary sector GDP in relation to greenhouse gas emissions. The time series data from 1990 to 2022 were sourced from the Badan Pusat Statistik and the Ministry of Environment and Forestry. The Ordinary Least Square (OLS) method was used. The results showed that the primary sector GDP and tertiary sector GDP had a positive and significant effect on greenhouse gas emissions. The secondary sector GDP had a negative and significant effect on greenhouse gas emissions. Overall, the effect was significant. The primary sector GDP and secondary sector GDP aligned with the EKC, while the tertiary sector GDP contradicted it. The inverted U-shape of the EKC did not occur. Despite the high contribution of the tertiary sector, there was a decline in environmental quality. Policy recommendations include maintaining environmental quality, particularly in relation to greenhouse gas emissions, in both the primary and tertiary sectors.

Keywords: Environmental Kuznets Curve (EKC), Sectoral GDP, Greenhouse Gas, and Ordinary Least Square (OLS).

 <https://doi.org/10.14710/djoe.45139>



[This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license](#)

PENDAHULUAN

Isu pembangunan berkelanjutan terus mendorong kesadaran berbagai pihak melalui pemikiran dan aksi global seperti Deklarasi Stockholm, KTT Bumi Rio, Protokol Kyoto, *Bali Action Plan*, *Paris Agreement*, KTT Perubahan Iklim di Bonn, Jerman, hingga KTT G20 yang diadakan di Roma Italia. Banyak pihak yang mulai merasakan efek dari perubahan kualitas lingkungan yaitu pemanasan global (*global warming*) yang disebabkan oleh Gas Rumah Kaca (GRK) (Firdaus, 2017).

Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) merupakan bentuk polusi yang disebabkan oleh adanya beberapa jenis gas di atmosfer. Ekstraksi sumber daya alam untuk kegiatan produksi tanpa regulasi lingkungan yang ketat akan menghasilkan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) salah satunya yaitu CO₂, merupakan produk sampingan (*by-product*)

yang dihasilkan secara tidak disengaja dan tidak dapat dihindari dari proses produksi (Fadhilla, 2020). Sebanyak 80 persen CO₂ berasal dari sektor ekonomi yang memerlukan energi seperti industri, transportasi, permukiman, dan komersial, pertumbuhan ekonomi yang tinggi dapat mendorong terjadinya degradasi lingkungan (Susanti, 2018).

Mengenai hubungan pertumbuhan ekonomi dengan lingkungan sumber daya alam, Simon Kuznets peraih penghargaan Nobel pada tahun 1955 mengkritisi model pembangunan yang hanya berorientasi pada pertumbuhan ekonomi semata, menurutnya pembangunan tanpa memperhatikan kelestarian alam dan lingkungan hanya akan menciptakan kerusakan lingkungan hidup itu sendiri. Analisis Kuznets secara teoritis diungkapkan dengan munculnya teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC) (Andarini, *et al* 2016).

Emisi GRK menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2023) adalah total emisi yang terdiri dari emisi Sektor Energi, emisi *Industrial Process And Product Uses* (IPPU) atau sektor industri dan penggunaan produk, emisi *Agriculture* atau sektor Pertanian, emisi *Forestry and Other Land Use* atau sektor Kehutanan, dan emisi dari sektor Limbah.

Tabel 1. Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Sektor Total Seluruh Provinsi di Pulau Jawa Tahun 2000 - 2022 (Gigaton CO₂e)

Wilayah	2000	2005	2010	2015	2020	2022
DKI Jakarta	1.077	-164	18.521	36.979	64.996	2
Jawa Barat	53.111	66.596	53.156	87.168	125.708	5.357
Banten	2.573	11.507	11.694	4.327	3.225	3.298
Jawa Tengah	39.530	32.915	51.666	94.419	104.184	10.396
DI Yogyakarta	2.123	10.460	8.903	7.846	8.584	194
Jawa Timur	45.948	65.899	118.893	5.487.905	4.616.115	2.798.218

Sumber: Data Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Sektor Total di Seluruh Wilayah Indonesia (KLHK 2023)

Pembangunan ekonomi di Pulau Jawa dapat dikatakan lebih unggul dibandingkan provinsi lain di luar Jawa (Handayani, 2019). Berdasarkan tabel 1 menampilkan data emisi GRK menurut sektor total seluruh Provinsi di Pulau Jawa dari tahun 2000 hingga 2022 menunjukkan emisi GRK yang cenderung memiliki nilai tertinggi adalah Provinsi Jawa Timur dan Provinsi yang cenderung memiliki nilai terendah adalah DI Yogyakarta. Emisi GRK merupakan salah satu wujud kerusakan lingkungan, semakin tinggi tingkat emisi GRK artinya semakin buruk kondisi atau kualitas di lingkungan tersebut, yang disebut juga degradasi lingkungan.

Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), peningkatan konsentrasi GRK akibat aktivitas manusia menjadi penyebab utama naiknya suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20. Model iklim yang dijadikan acuan oleh IPCC menunjukkan suhu permukaan global akan meningkat 1,1 hingga 6,4 derajat celsius antara tahun 1990 dan 2100 (KLHK, 2018).

Irham dan Mulyo (2017) menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara emisi GRK dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) per pekerja pertanian yang sejalan dengan hipotesis EKC berbentuk U terbalik. Olale, *et al* (2018) menunjukkan PDB per kapita positif dan signifikan terhadap GRK di Kanada sesuai dengan EKC, keterbukaan perdagangan tidak signifikan terhadap GRK, dan tren waktu berpengaruh negatif dan signifikan pada GRK. Liobikine dan Butkus (2019) dalam penelitiannya pada 147 negara tahun 1990-2012 menunjukkan PDB berpengaruh

positif dan signifikan pada GRK, perdagangan berkorelasi negatif pada GRK, urbanisasi dan *Foreign Direct Investment* (FDI) tidak berdampak pada GRK, dan dalam hal teknik hasilnya menunjukkan bahwa PDB, urbanisasi, dan perdagangan berkontribusi terhadap pengurangan karbon emisi hanya melalui efisiensi energi tetapi tidak melalui energi terbarukan.

Prastiyo, *et al* (2020) membuktikan sektor pertanian, manufaktur, dan urbanisasi berpengaruh terhadap peningkatan emisi GRK di Indonesia dan menunjukkan bahwa hipotesis EKC terkonfirmasi di Indonesia. Priyagus (2021) menjelaskan bahwa dalam jangka pendek maupun jangka panjang perkembangan sektor pertanian dan peternakan terindikasi menjadi sumber peningkatan emisi GRK meskipun tidak signifikan. Nadeak dan Nasrudin (2023) menunjukkan bahwa PDB per kapita memiliki pengaruh positif terhadap emisi gas rumah kaca, konsumsi energi terbarukan memiliki pengaruh negatif terhadap emisi GRK, sedangkan konsumsi energi tak terbarukan memiliki pengaruh negatif terhadap emisi GRK total dan dalam jangka panjang hipotesis EKC berlaku di Indonesia.

Tabel 1. PDRB Atas Dasar Harga Konstan Seluruh Provinsi di Pulau Jawa Tahun 2000-2022 (Milyar Rupiah)

Wilayah	2000	2005	2010	2015	2020	2022
DKI Jakarta	227.861	295.271	1.075.183	1.454.563	1.792.291	1.953.488
Jawa Barat	195.943	242.884	906.685	1.207.232	1.453.380	1.589.984
Banten	52.928	67.311	271.465	368.377	441.148	484.131
Jawa Tengah	114.701	143.051	623.224	806.765	965.227	1.050.278
DI Yogyakarta	13.481	16.911	64.678	83.474	101.698	112.901
Jawa Timur	203.237	256.905	990.648	1.331.376	1.611.392	1.757.874

Sumber: Badan Pusat Statistik, diolah

Berdasarkan tabel 2 dari tahun ke tahun seluruh wilayah mengalami peningkatan nilai PDRB. Kondisi perekonomian yang meningkat dari tahun ke tahun menunjukkan terjadinya pertumbuhan ekonomi. Tabel 2 menunjukkan nilai PDRB provinsi tertinggi di Pulau Jawa adalah Provinsi DKI Jakarta, kemudian Provinsi Jawa Timur, Provinsi Jawa Barat, Provinsi Jawa Tengah, Provinsi Banten dan terakhir Provinsi DI Yogyakarta.

Alam (2015) menuliskan “Tahap Pertumbuhan Ekonomi” EKC dilaksanakan dalam tiga fase; Tahap 1: Masyarakat mengkonsentrasikan sumber daya di sektor primer (yaitu ekstraksi, pertanian) untuk memenuhi konsumsi yang diperlukan; Tahap 2: Ketika kebutuhan dasar terpenuhi dan konsumsi lebih lanjut terkonsentrasi pada barang-barang konsumsi sehingga sumber daya dialihkan ke sektor sekunder (yaitu manufaktur) dan pencemaran lingkungan meningkat; dan Tahap 3: Masyarakat berpindah dari sektor sekunder ke sektor tersier (yaitu Jasa) ditandai dengan tingkat polusi yang jauh lebih rendah.

BPS (2016) menyebutkan yang termasuk dalam PDRB sektor primer meliputi kegiatan ekonomi lapangan usaha antara lain Pertanian; Pertambangan dan Penggalian, kemudian PDRB sektor sekunder kegiatan ekonomi lapangan usaha antara lain Listrik, Gas dan Air; Industri; dan Konstruksi, dan PDRB sektor tersier kegiatan ekonomi lapangan usaha antara lain Perdagangan; Angkutan dan Komunikasi; Keuangan; dan Jasa.

Provinsi Jawa Timur merupakan wilayah yang memiliki tingkat emisi GRK tertinggi diantara Provinsi lainnya di Pulau Jawa berdasarkan tabel 1, selain itu perkembangan ekonomi di Provinsi Jawa Timur menunjukkan nilai tertinggi setelah

Provinsi DKI Jakarta berdasarkan tabel 2. Diperkirakan terdapat hubungan ketergantungan antara emisi GRK dengan perkembangan perekonomian di Jawa Timur dari tahun 1990 hingga 2022.

Tabel 2. PDRB pada Sektor Primer, Sekunder dan Tersier Lapangan Usaha Atas Dasar Harga Konstan Provinsi Jawa Timur Tahun 1990-2022 (Milyar Rupiah)

PDRB	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
Sektor Primer	4.569	10.836	43.247	48.774	187.525	226.596	248.526	245.506
Sektor Sekunder	4.463	20.669	71.881	84.759	387.969	519.716	643.215	705.429
Sektor Tersier	7.706	25.535	88.109	123.371	415.154	585.064	719.766	806.940

Sumber: Badan Pusat Statistik, diolah

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan PDRB pada sektor primer, sektor sekunder dan sektor tersier memiliki nilai yang cenderung mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Kegiatan ekonomi di Jawa Timur sejak tahun 1990 hingga 2022 memiliki nilai tertinggi pada PDRB sektor tersier, kemudian disusul PDRB sektor sekunder dan PDRB sektor primer. Faktanya model EKC mewakili perubahan struktural yaitu tahap 1 sektor primer, kemudian tahap 2 sektor sekunder, dan terakhir tahan 3 sektor tersier seiring dengan pertumbuhan pendapatan suatu perekonomian dari waktu ke waktu, mulanya tingkat emisi akan meningkat terlebih dahulu mencapai puncaknya dan kemudian mulai menurun setelah ambang batas pendapatan tercapai (Alam, 2015).

Sektor primer meliputi kegiatan ekonomi lapangan usaha antara lain Pertanian kemudian Pertambangan dan Penggalian. Pada tahun 2015 Provinsi Jawa Timur penyumbang emisi GRK yang terbesar yaitu sebanyak 37,15% dari sektor pertanian khususnya peternakan (Nurhayati dan Widiawati, 2017). Irham dan Mulyo (2017) menjelaskan hubungan antara emisi gas rumah kaca dan PDRB per pekerja pertanian berbentuk U terbalik dan ini sejalan dengan hipotesis EKC. Febriana, *et al* (2019) menyatakan pertanian mempunyai hubungan sebab akibat terhadap Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) pada taraf signifikan 5%. Prastiyo, *et al* (2020) menunjukkan terdapat pengaruh peningkatan emisi GRK dan hubungan kausalitas dua arah antara emisi dengan sektor pertanian dan pertumbuhan ekonomi dengan sektor pertanian. Priyagus (2021) menyebutkan pola hubungan PDRB sektor pertanian dan peternakan terhadap emisi GRK di Kaltim tahun 2010-2020 tidak berbentuk U terbalik (EKC) dan cenderung meningkatkan emisi GRK. Falade dan Adeyemi (2022) sektor pertanian tidak hanya signifikan secara statistik tetapi juga menunjukkan hubungan positif jangka panjang dengan pencemaran lingkungan yang bertentangan dengan hipotesis EKC.

Selain itu, salah satu sumber perekonomian di Jawa Timur adalah pertambangan yang menjadi salah satu penghasil minyak bumi terbesar di Indonesia, berada di Bojonegoro (Blok Cepu). Andarini, *et al* (2016) menunjukkan PDB sektor pertambangan berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi CO₂ di Indonesia. Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu diperkirakan PDRB sektor primer dan GRK cenderung menunjukkan pengaruh yang positif dan signifikan.

Sektor sekunder kegiatan ekonomi lapangan usaha antara lain Industri Pengolahan; Listrik, Gas dan Air; dan Konstruksi. Pemerintah telah menetapkan 12 kawasan industri estate dan sejumlah industri besar di Jawa Timur. Pembangkit listrik di Jawa Timur menyediakan sumber energi listrik ke sistem Jawa-Bali. Salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton 3 yang berlokasi Jawa Timur, saat ini merupakan PLTU berkapasitas terbesar di Indonesia.

PDRB sektor sekunder di Jawa Timur tahun 1990 sampai 2022 menunjukkan nilai yang terus mengalami kenaikan. Alam (2015) menyatakan masyarakat Asia Selatan berpindah dari sektor sekunder ke sektor tersier (Jasa) namun emisi CO₂ tidak berkurang melainkan meningkat seiring dengan meningkatnya pendapatan hal ini tidak sesuai EKC. Andarini, *et al* (2016) menunjukkan PDB sektor industri berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi CO₂ di Indonesia dengan tingkat signifikansi sebesar 0.00 hal ini sesuai EKC. Febriana, *et al* (2019) menunjukkan laju pertumbuhan sektor industri terhadap IKLH dengan nilai sebesar 0.0470 pada taraf signifikansi 5% hal ini sesuai EKC.

Iskandar (2019) dalam model jangka panjang menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi tampaknya mempunyai dampak positif dan signifikan terhadap emisi CO₂ terutama dari produksi listrik dan panas. Kurniawan (2019) dalam jangka panjang peningkatan pendapatan masyarakat dan industrilisasi berpengaruh positif secara linier terhadap peningkatan emisi CO₂ dan dalam jangka pendek hanya industrialisasi yang memberikan pengaruh pada peningkatan emisi CO₂ hal ini sesuai EKC.

Prastiyo, *et al* (2020) menunjukkan terdapat pengaruh peningkatan emisi GRK dan hubungan kausalitas dua arah antara emisi dengan sektor manufaktur, dan pertumbuhan ekonomi dengan sektor manufaktur, serta kausalitas searah ditemukan pada emisi akibat urbanisasi dan pertumbuhan ekonomi, sesuai dengan EKC. Falade dan Adeyemi (2022) sektor industri yang tidak hanya signifikan secara statistik tetapi juga menunjukkan hubungan positif jangka panjang dengan pencemaran lingkungan yang bertentangan dengan hipotesis EKC. Setiawan dan Anwar (2022) menunjukkan konsumsi energi listrik memberikan dampak yang baik dalam penurunan emisi CO₂.

Nadeak dan Nasrudin (2023) menunjukkan konsumsi energi terbarukan memiliki pengaruh negatif terhadap emisi gas rumah kaca, sedangkan konsumsi energi tak terbarukan memiliki pengaruh negatif terhadap emisi gas rumah kaca total, tetapi berpengaruh positif terhadap emisi CO₂, dan dalam jangka panjang, hipotesis EKC berlaku di Indonesia. Sehingga berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu diperkirakan PDRB sektor sekunder cenderung menunjukkan pengaruh terhadap GRK baik positif maupun negatif.

Sektor tersier kegiatan ekonomi lapangan usaha antara lain Perdagangan; Angkutan dan Komunikasi; Keuangan; dan Jasa. Sektor Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor termasuk dalam sektor tersier yaitu sektor pada tahap perekonomian jasa merupakan sektor dengan kontribusi terbesar kedua di Jawa Timur (BPS, 2023). Otoritas Jasa Keuangan (OJK) Regional 4 Jawa Timur menyebut pameran otomotif turut berperan dalam peningkatan transaksi nonperbankan atau pembiayaan di wilayah tersebut, pertumbuhan industri otomotif ini mendukung pertumbuhan ekonomi (Imaduddin dan Arfani, 2023). Penjualan kendaraan bermotor nasional antara tahun 2015 dan 2021 dari pola penjualan setiap tahun dan jenis kendaraan apa saja yang berhasil terjual menunjukkan Provinsi Jawa Timur ternyata memiliki tingkat penjualan kendaraan bermotor tertinggi di Indonesia (MAPID, 2022).

PDRB sektor tersier di Jawa Timur tahun 1990 sampai 2022 menunjukkan nilai yang terus mengalami kenaikan dan memiliki nilai tertinggi diantara sektor lainnya. Andarini, *et al* (2016) PDB sektor transportasi berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi CO₂ di Indonesia sesuai EKC. Olale, *et al* (2018) menunjukkan keterbukaan perdagangan tidak signifikan secara statistik dengan regresi gabungan dan di semua regresi efek tetap di Kanada. Liobikienė dan Butkus (2019) menunjukkan

bukti statistik korelasi negatif antara perdagangan dan emisi GRK. Febriana, *et al* (2019) Sektor transportasi mempunyai hubungan sebab akibat dengan nilai sebesar 0.0000 terhadap Indeks Kualitas Hidup Lingkungan (IKLH) pada taraf signifikan 5% sesuai EKC. Setiawan dan Anwar (2022) menunjukkan rasio perdagangan internasional memberikan dampak yang baik dalam penurunan emisi CO₂. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya diperkirakan PDRB sektor tersier menunjukkan pengaruh terhadap GRK baik positif maupun negatif.

Jawa Timur mengalami peningkatan kegiatan ekonomi dari tahun 1990 hingga tahun 2022 dengan nilai tertinggi pada PDRB kategori sektor tersier. Menurut tahapan EKC apabila kegiatan ekonomi telah bergeser pada sektor tersier maka terjadi peningkatan kualitas lingkungan seiring dengan pendapatan, namun nilai emisi GRK di Jawa Timur menunjukkan angka yang cukup tinggi yang artinya mengalami penurunan kondisi lingkungan. Penelitian sebelumnya dilakukan di Jawa Timur oleh Febriana, *et al* (2019) menyebutkan hasil penelitiannya sesuai dengan EKC. Terjadi perbedaan kondisi ekonomi dan lingkungan di Jawa Timur sehingga menarik untuk diteliti lebih lanjut.

Maka dari itu penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menganalisis Teori EKC yaitu bentuk kurva U terbalik pada PDRB sektor primer, PDRB sektor sekunder, dan PDRB sektor tersier sebagai terhadap GRK. Penelitian ini menggunakan variabel dependen emisi GRK dan variabel independen PDRB sektor primer, PDRB sektor sekunder, dan PDRB sektor tersier.

TINJAUAN PUSTAKA

Teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC)

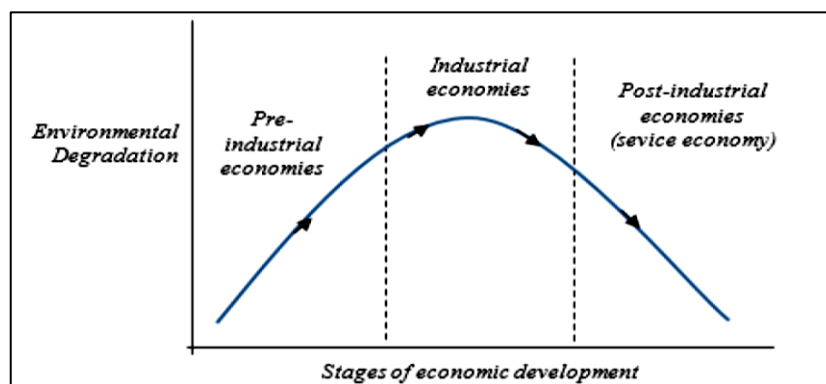
Teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC) adalah hubungan berbentuk U terbalik antara pertumbuhan ekonomi dan indikator polusi atau kualitas lingkungan yang terukur, karena pertumbuhan ekonomi terkait dengan transformasi dan perubahan struktural yang berkelanjutan. Faktanya model EKC mewakili perubahan struktural; seiring dengan pertumbuhan pendapatan suatu perekonomian dari waktu ke waktu, tingkat emisi akan meningkat terlebih dahulu, mencapai puncaknya, dan kemudian mulai menurun setelah ambang batas pendapatan tercapai (Alam, 2015).

Pada tahun 1991 Grossman dan Krueger mengembangkan konsep *Environmental Kuznets Curve* (EKC) di mana mereka mengaplikasikan hipotesis Kuznets untuk mengetahui hubungan pertumbuhan ekonomi dengan kualitas lingkungan. Teori EKC di mana kurva membentuk U-terbalik relevan untuk berbagai polutan dengan tingkat pendapatan yang lebih tinggi. Hipotesis EKC memperlihatkan kontribusi pertumbuhan ekonomi terhadap emisi yang lebih tinggi tetapi pertumbuhan ekonomi lebih lanjut kemudian mampu menurunkan degradasi lingkungan. Hal ini dikarenakan kemajuan teknologi dan pergeseran ke ekonomi berbasis jasa (Grossman dan Krueger, 1995).

Sebuah studi menemukan bahwa kurva EKC berbentuk U-terbalik sebagai hasil dari perubahan skala, komposisi, dan teknik yang muncul pada perdagangan liberal dan pertumbuhan ekonomi (Grossman dan Krueger, 1995). Berdasarkan efek skala, lebih banyak sumber daya dan input digunakan untuk memproduksi lebih banyak komoditas awal jalur pertumbuhan ekonomi. Efek komposisi menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi menyebabkan transformasi struktural, seiring dengan pertumbuhan struktur produksi nasional perubahan perekonomian menuju kegiatan

ekonomi yang lebih sedikit menimbulkan polusi. Selain itu, suatu perekonomian mengalami transisi dari sektor industri intensif ke sektor jasa. Efek teknik, ketika negara berpendapatan tinggi mengalokasikan lebih banyak sumber daya untuk penelitian dan pengembangan, muncul proses teknologi baru, teknologi lama dan kotor diganti dengan yang baru dan bersih, terjadi efek dematerialisasi dan transmateralisasi dan kualitas lingkungan semakin buruk. EKC memberikan bukti bahwa polusi mengikuti pola kurva U-terbalik yang berhubungan dengan pendapatan Negara (Grossman dan Krueger, 1995).

Panayotou (1993) menyatakan bahwa pada tingkat pembangunan yang lebih tinggi, perubahan struktural menuju industri dan jasa yang padat informasi, ditambah dengan peningkatan kesadaran lingkungan, penegakan peraturan lingkungan hidup, teknologi yang lebih baik dan pengeluaran lingkungan yang lebih tinggi, menghasilkan degradasi lingkungan yang mendatar dan menurun secara bertahap.



Gambar 1. *The Environmental Kuznets Curve: A Development-Environment Relationship*

Sumber: Panayotou (2003)

Menurut Panayotou (2003) dari gambar 1 EKC dibagi menjadi tiga tahapan, antara lain; pertama, awal proses pembangunan ekonomi akan diikuti dengan kerusakan lingkungan yang disebut dengan *pre-industrial economic*; kedua, tahap *industrial economic*; dan ketiga, tahap *post-industrial economic* atau pasca industri.

Teori Pertumbuhan Ekonomi Modern

Pertumbuhan Ekonomi Modern adalah bahwa perubahan struktural besar-besaran dalam perekonomian dan masyarakat merupakan bagian penting dan integral dari proses pertumbuhan ekonomi (Easterlin, 2001). Hal ini karena adopsi teknologi modern secara luas, dalam konteks keinginan manusia yang terstruktur serupa di semua masyarakat, melahirkan pola perubahan yang sama. Hal ini mencakup peralihan dari pertanian ke industri dan jasa, penggantian di banyak industri berskala kecil dengan unit produktif berskala besar, dan peralihan terkait dari perusahaan perorangan ke organisasi perusahaan ekonomi yang bersifat impersonal, dan dari pekerjaan kerah biru ke pekerjaan kerah putih (Easterlin, 2001). Teori tentang pertumbuhan ekonomi dalam perspektif makro ekonomi lebih ditekankan kepada model pertumbuhan satu sektor yang mencerminkan pertumbuhan dari sektor modern (Herrendorf, *et al* 2014).

Menurut Sukirno (2016) terdapat enam ciri pertumbuhan yang seringkali terikat satu sama lain, pertama laju pertumbuhan penduduk yang cepat dan produk per kapita

yang tinggi. Kedua peningkatan produktifitas yang ditandai dengan meningkatnya laju produk perkapita. Ketiga laju perubahan struktural yang tinggi dimana hal ini mencakup kegiatan pertanian ke non pertanian, dari industri ke jasa dan peralihan usaha-usaha perorangan menjadi perusahaan yang berbadan hukum serta perubahan status kerja buruh. Keempat tingkat urbanisasi meningkat. Kelima ekspansi dari negara lain. Keenam peningkatan arus barang, modal dan orang antar bangsa.

METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui EKC bentuk kurva U terbalik metode yang digunakan adalah analisis regresi linier berganda (*Ordinary Least Square (OLS)*) menggunakan *Newey–West*. Variabel dependen yaitu emisi GRK dan variabel independen yaitu PDRB sektor primer, PDRB sektor sekunder, dan PDRB sektor tersier. Bentuk kurva EKC menggunakan persamaan kuadrat pada model estimasinya, sehingga dilakukan transformasi ke dalam logaritma natural untuk dapat disebut sebagai model regresi linier (Gujarati dan Porter, 2013). Variabel kuadrat pada variabel PDRB sektor tersier, dikarenakan PDRB tersier memiliki nilai terbesar diantara variabel lain dalam penelitian ini.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, hasil publikasi Badan Pusat Statistika (BPS) dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), serta bahan pustaka yang berasal dari berbagai literatur, buku, jurnal dan terbitan lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini. Data Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Sektor di Provinsi Jawa Timur tahun 1990-2022 (gigagram karbon dioksida ekuivalen/Gg CO₂e) dipublikasikan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Data PDRB sektor primer, PDRB sektor sekunder, dan PDRB sektor tersier bersumber dari PDRB Atas Dasar Harga Konstan (Milyar Rupiah) di Provinsi Jawa Timur dari 1990 hingga tahun 2022 (BPS Jawa Timur). Dari data yang diperoleh kemudian digunakan nilai logaritma dalam menganalisis.

HASIL DAN PEMBAHSAN

Hasil estimasi model dasar EKC diterapkan dalam metode OLS menggunakan *Newey–West* sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pendugaan *Newey–West*

Variable	Coefficient	Prob.
ln_xp	8.132588	0.014
ln_xs	-9.731556	0.000
ln_xt	8.912638	0.007
ln_xtt	-.1082921	0.326
C	-56.44154	0.000

Sumber: Data sekunder, diolah

Hasil dari Tabel 4 dirumuskan persamaan model estimasi sebagai berikut:

$$\ln_{ygrk} = -56.441 + 8.132\ln_{xp} - 9.731\ln_{xs} + 8.912\ln_{xt} - 0.108\ln_{xtt} + \epsilon \quad (1)$$

keterangan

- ln_ygrk : Logaritma natural Gas Rumah Kaca
ln_xp : Logaritma natural PDRB Sektor Primer
ln_xs : Logaritma natural PDRB Sektor Sekunder

In_{xt} : Logaritma natural PDRB Sektor Tersier
In_{x^{tt}} : Logaritma natural PDRB Sektor Tersier Kuadrat
et : eror

Dalam penelitian ini memiliki nilai *R-squared* sebesar 0.9699, artinya PDRB Sektor Primer, PDRB Sektor Sekunder, PDRB Sektor Tersier, dan PDRB Sektor Tersier Kuadrat memiliki kontribusi ketergantungan statistik terhadap GRK sebesar 96,99%, sedangkan 3,01% sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak dianalisis dalam penelitian ini. Dari persamaan di atas dapat diartikan apabila variabel PDRB Sektor Primer, PDRB Sektor Sekunder, PDRB Sektor Tersier, dan PDRB Sektor Tersier Kuadrat 0% atau tidak mengalami perubahan, maka GRK memiliki nilai -56.441 artinya mengalami penurunan sebesar 56,441%, dikarenakan nilainya negatif. Hasil output didapat nilai pada konstanta (C) memiliki probabilitas atau signifikansi sebesar 0.000 yaitu kurang dari taraf nyata 0.05 (5%) hal ini menunjukkan model yang digunakan sudah baik.

Berdasarkan persamaan di atas dapat dijelaskan bahwa, apabila PDRB sektor primer mengalami kenaikan 1% maka GRK mengalami kenaikan sebesar 8,132% dengan asumsi variabel lain dianggap konstan. Hasil probabilitas menunjukkan hubungan yang signifikan yaitu 0.014 kurang dari taraf nyata 0.05 (5%). Sehingga hubungan ketergantungan antara PDRB sektor primer dan emisi Gas Rumah Kaca adalah positif dan signifikan.

Penjelasan pertama dari hubungan kurva U-terbalik Kuznet adalah tahapan kerusakan lingkungan cenderung naik karena perubahan struktur ekonomi dari pedesaan ke perkotaan (*pre-industrial economic*) (Panayotou, 1993). Alam (2015) menuliskan “Tahap pertumbuhan ekonomi” EKC dilaksanakan tahap 1 masyarakat mengkonsentrasikan sumber daya di sektor primer (yaitu ekstraksi, pertanian) untuk memenuhi konsumsi yang diperlukan. Hasil analisis dalam penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Irham dan Mulyo (2017); Prastiyo, *et al* (2020); Priyagus (2021). Hasil analisis menunjukkan PDRB sektor primer dan emisi Gas Rumah Kaca sesuai hipotesis dan EKC.

Berdasarkan persamaan di atas dapat dijelaskan bahwa, apabila PDRB sektor sekunder mengalami kenaikan sebesar 1% maka GRK mengalami penurunan sebesar -9,731% dengan asumsi variabel lain konstan. Hasil probabilitas menunjukkan hubungan yang signifikan yaitu 0.000 kurang dari taraf nyata 0.05 (5%). Sehingga hubungan ketergantungan antara PDRB sektor sekunder dan emisi Gas Rumah Kaca adalah negatif dan signifikan.

Panayotou, (1993) menyebutkan tahap EKC kedua, kerusakan lingkungan cenderung naik karena perubahan struktur ekonomi dari pertanian ke industri sebagai produksi masal dan pertumbuhan konsumsi (*industrial economic*). Alam (2015) menuliskan “Tahap pertumbuhan ekonomi” EKC dilaksanakan tahap 2 ketika kebutuhan dasar terpenuhi dan konsumsi lebih lanjut terkonsentrasi pada barang-barang konsumsi sehingga sumber daya dialihkan ke sektor sekunder (yaitu manufaktur) dan pencemaran lingkungan meningkat. Hasil analisis dalam penelitian ini sejalan dengan Nadeak, dan Nasrudin (2023) dan bertentangan dengan Iskandar (2019) dan Prastiyo, *et al* (2020). Hasil analisis menunjukkan PDRB sektor sekunder dan emisi Gas Rumah Kaca sesuai hipotesis dan sesuai EKC.

Berdasarkan persamaan di atas dapat dijelaskan bahwa, apabila PDRB sektor tersier mengalami kenaikan sebesar 1% maka GRK mengalami kenaikan sebesar

8,912% dengan asumsi variabel lain dianggap konstan. Hasil probabilitas menunjukkan hubungan yang signifikan yaitu 0.007 kurang dari taraf nyata 0.05 (5%). Sehingga hubungan ketergantungan antara PDRB sektor tersier terhadap emisi Gas Rumah Kaca adalah positif dan signifikan. Sedangkan apabila PDRB sektor tersier kuadrat memiliki hasil probabilitas yang menunjukkan hubungan yang tidak signifikan yaitu 0.326 lebih dari taraf nyata 0.05 (5%). Sehingga tidak ada hubungan ketergantungan antara PDRB sektor tersier kuadrat dan emisi Gas Rumah Kaca.

Panayotou (1993) menyebutkan tahap EKC ketiga yaitu terjadinya penurunan dengan perubahan struktur ekonomi yang kedua dari industri berat berbasis energi menjadi industri dan jasa berbasis teknologi (*post-industrial economic*). Alam (2015) menuliskan “Tahap pertumbuhan ekonomi” EKC dilaksanakan tahap 3 masyarakat berpindah dari sektor sekunder ke sektor tersier (yaitu Jasa) ditandai dengan tingkat polusi yang jauh lebih rendah. Hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh PDRB sektor tersier terhadap GRK secara positif dan signifikan. Hasil ini sejalan dengan Andarini, *et al* (2016) dan tidak sejalan dengan Olale, *et al* (2018) dan Liobikienė dan Butkus (2019). Hasil analisis menunjukkan PDRB sektor tersier dan emisi Gas Rumah Kaca sesuai hipotesis dan tidak sesuai EKC.

KESIMPULAN

PDRB sektor Primer terhadap GRK menunjukkan hasil yang positif dan signifikan, artinya apabila terjadi peningkatan PDRB sektor Primer, maka GRK akan mengalami peningkatan, maka menunjukkan bahwa sesuai dengan EKC. PDRB sektor sekunder terhadap GRK menunjukkan pengaruh yang negatif dan signifikan, maka menunjukkan bahwa sesuai dengan EKC. PDRB sektor tersier terhadap GRK menunjukkan hasil yang positif dan signifikan, sedangkan PDRB sektor tersier kuadrat menunjukkan hasil yang negatif dan tidak signifikan, artinya bertentangan dengan EKC.

PDRB sektor primer di Jawa Timur yang memiliki nilai tinggi yaitu sektor pertanian, disisi lain Jawa Timur terdapat pertambangan yang menjadi salah satu penghasil minyak bumi terbesar di Indonesia, berada di Bojonegoro (Blok Cepu), selain itu di Jawa Timur juga direncanakan pembangunan pabrik peleburan dan pemurnian tambang (*smelter*) terbesar pertama di Indonesia milik PT Freeport Indonesia yang berlokasi di Gresik yang akan beroperasi pada Juni 2024 (Guitarra, 2024). Jawa Timur memiliki PDRB sektor tersier salah satu sektor yang menjadi penyumbang perekonomian terbesarnya adalah sektor Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor. Sehingga, di Jawa Timur khususnya pada perekonomian PDRB sektor primer dan PDRB sektor tersier disarankan untuk menerapkan kebijakan yang menjaga kelestarian lingkungan terutama untuk menurunkan emisi GRK.

REFERENSI

- Alam, J. (2015). Impact of agriculture, industry and service sector's value added in the GDP on CO2 emissions of selected South Asian countries. *World Review of Business Research*, 5(April), 39-59. Retrieved October 26, 2023, from https://www.academia.edu/download/55548981/4_Janifar.pdf
- Andarini, A., Idris, I., & Ariusni, A. (2016). Pengaruh kegiatan sektor industri, pertambangan dan transportasi terhadap kualitas lingkungan ditinjau dari emisi

- CO2 di Indonesia. *Ecosains: Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Pembangunan*, 5(2), 125-136. Retrieved October 12, 2023, from <https://ejournal.unp.ac.id/index.php/ekosains/article/viewFile/110652/104179>
- Badan Pusat Statistik. (1994). *Produk Domestik Regional Bruto Propinsi Jawa Timur 1989-1993*. Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (1998). *Produk Domestik Regional Bruto Propinsi Jawa Timur 1993-1997*. Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2001). *Produk Domestik Regional Bruto Propinsi Jawa Timur 1997-2000*. Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2005). *Produk Domestik Regional Bruto Propinsi Jawa Timur 2000-2004*. Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2010). *Produk Domestik Regional Bruto Propinsi Jawa Timur 2005-2009*. Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2013). *Produk Domestik Regional Bruto Propinsi Jawa Timur 2008-2012*. Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2014). *Data Produk Domestik Regional Bruto (Milyar Rupiah)*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Data Pengkategorian 17 Lapangan Usaha yang Dikelompokkan menjadi Tiga Sektor Utama, Survei Angkatan Kerja Nasional (Sakernas) Agustus 2015*. Retrieved October 24, 2023, from <https://kuduskab.bps.go.id/statictable/2016/08/05/100/penduduk-berumur-15-tahun-ke-atas-yang-bekerja-menurut-lapangan-usaha-utama-selama-seminggu-yang-lalu-di-kabupaten-kudus-2015.html>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Data PDRB Harga Konstan Provinsi Jawa Timur Tahun 2000-2020 (Milyar Rupiah)*. Jawa Timur.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Data [Seri 2010] Produk Domestik Regional Bruto (Milyar Rupiah)*. Jakarta.
- Febriana, S., Diartho, H. C., & Istiyani, N. (2019). Hubungan pembangunan ekonomi terhadap kualitas lingkungan hidup di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*, 2(2), 58-70. Retrieved March 27, 2023, from <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1409546&danval=1296&antitle=HUBUNGAN%20PEMBANGUNAN%20EKONOMI%20TERHADAP%20KUALITAS%20LINGKUNGAN%20HIDUP%20DI%20PROVINSI%20JAWA%20TIMUR>
- Firdaus, I. A. (2017). Pengaruh pertumbuhan dan keterbukaan ekonomi terhadap perubahan kualitas lingkungan: Analisis Environmental Kuznets Curve (Studi kasus negara-negara anggota Regional Comprehensive Economic Partnership tahun 1999-2014). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, 5(2). Retrieved October 12, 2023, from <https://jimfeb.ub.ac.id/index.php/jimfeb/article/view/4171>
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377. Retrieved May 20, 2024, from <https://academic.oup.com/qje/article-abstract/110/2/353/1826336>
- Guitarra, P. (2024, March 3). RI punya pabrik tembaga terbesar di dunia, Juni ini beroperasi. *CNBC Indonesia*. Retrieved May 20, 2024, from <https://www.cnbcindonesia.com/news/20240303061238-4-519184/ri-punya-pabrik-tembaga-terbesar-di-dunia-juni-ini-beroperasi>
- Handayani, P. W. (2019). Pengaruh perkembangan kegiatan sektor ekonomi terhadap peningkatan gas rumah kaca (GRK) di Pulau Jawa tahun 2010-2017. *Jurnal*

- Ilmiah Mahasiswa FEB*, 7(2). Retrieved November 3, 2023, from <http://repository.ub.ac.id/170333/>
- Herrendorf, B., Rogerson, R., & Valentinyi, A. (2014). Growth and structural transformation. *Handbook of Economic Growth*, 2, 855-941. Retrieved May 20, 2024, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444535405000069>
- Imaduddin, N. A., & Arfani, F. (2023, September 20). OJK Jatim sebut pameran otomotif tingkatkan transaksi nonperbankan. *ANTARA*. Retrieved May 20, 2024, from <https://jatim.antaranews.com/berita/732657/ojk-jatim-sebut-pameran-otomotif-tingkatkan-transaksi-nonperbankan>
- Irham, I., & Mulyo, J. H. (2017). Hypothesis testing on Environmental Kuznets Curve of agricultural sector in Java Island: Panel data analysis. *Agro Ekonomi*, 28(1), 95-111. Retrieved April 25, 2024, from <https://journal.ugm.ac.id/jae/article/view/25703>
- Iskandar, A. (2019). Economic growth and CO2 emissions in Indonesia: Investigating the Environmental Kuznets Curve hypothesis existence. *Jurnal BPPK*, 20. Retrieved October 21, 2023, from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3416417
- Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan. (2018). *Mengukur dan reduksi gas rumah kaca*. Retrieved June 8, 2024, from http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=detail_news&newsid=474
- Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan. (2023). *Data emisi gas rumah kaca menurut sektor total di seluruh wilayah Indonesia*. Retrieved October 24, 2023, from https://signsmart.menlhk.go.id/v2.1/app/chart/emisi_m
- Kurniawan, A. (2019). Pembangunan ekonomi, industrialisasi, dan degradasi lingkungan hidup di Indonesia tahun 1967-2013: Enviromental Kuznets Curve model. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, 12(1), 73-85. Retrieved October 21, 2023, from https://www.researchgate.net/publication/336488199_Pembangunan_Ekonomi_Industrialisasi_dan_Degradasi_Lingkungan_Hidup_di_Indonesia_Tahun_1967-2013_Enviromental_Kuznet_Curve_Model
- MAPID. (2022, March 29). [GEODATA] Penjualan kendaraan bermotor dan peluang bisnis otomotif di Indonesia. Retrieved May 20, 2024, from https://geo.mapid.io/blog_read/penjualan-kendaraan-bermotor-di-indonesia
- Nadeak, S. A. H., & Nasrudin, N. (2023). Pengaruh PDB per kapita dan konsumsi energi terhadap emisi GRK di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 23(2), 2. Retrieved April 25, 2024, from <https://scholarhub.ui.ac.id/jepi/vol23/iss2/2/>
- Nurhayati, I., & Widiawati, Y. (2017). Emisi gas rumah kaca dari peternakan di Pulau Jawa yang dihitung dengan metode Tier-1 IPCC. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* (pp. 292-300). Retrieved May 24, 2024, from <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/5019>
- Panayotou, T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. *World Employment Programme Research Working Paper*. Retrieved October 12, 2023, from <https://econpapers.repec.org/paper/iloilowps/992927783402676.htm>

- Panayotou, T. (2003). Economic growth and the environment. *Journal of Economic Survey of Europe*, No. 2, 45-72. Retrieved October 12, 2023, from <https://digitallibrary.un.org/record/488313?v=pdf>
- Prastiyo, S. E., Irham, Hardyastuti, S., & Jamhari, F. (2020). How agriculture, manufacture, and urbanization induced carbon emission? The case of Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(33), 42092-42103. Retrieved November 7, 2023, from <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-10148-w>
- Priyagus, P. (2021). Potensi ancaman gas rumah kaca (GRK) dalam transformasi ekonomi sektor pertanian di Kalimantan Timur. *INOVASI*, 1(2), 277-285. Retrieved October 26, 2023, from <https://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/INOVASI/article/download/9465/1231>
- Sukirno, S. (2016). *Teori pengantar ekonomi makro*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Susanti, E. D. (2018). Environmental Kuznets Curve: Hubungan pertumbuhan ekonomi dengan degradasi kualitas udara dalam pencapaian Millenium Development Goals (MDGs) di Indonesia. *Skripsi Universitas Negeri Yogyakarta*. Retrieved April 24, 2024, from <https://core.ac.uk/download/pdf/159118634.pdf>