



PENGARUH TRANSISI ENERGI TERHADAP EMISI CO₂ INDONESIA: PEMODELAN *AUTOREGRESSIVE DISTRIBUTED LAG* DAN SISTEM DINAMIK

DEASY FEBRIYANTI WANASURYA



**DEPARTEMEN EKONOMI SUMBERDAYA DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS EKONOMI DAN MANAJEMEN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Transisi Energi terhadap Emisi CO₂ Indonesia: Pemodelan *Autoregressive Distributed Lag* dan Sistem Dinamik” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Maret 2026

Deasy Febriyanti Wanasurya
NIM. H4401221055

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

DEASY FEBRIYANTI WANASURYA. Pengaruh Transisi Energi terhadap Emisi CO₂ Indonesia: Pemodelan *Autoregressive Distributed Lag* dan Sistem Dinamik. Dibimbing oleh ADI HADIANTO dan OSMALELI.

Indonesia merupakan salah satu negara utama penghasil emisi gas rumah kaca di dunia dengan didominasi oleh emisi CO₂. Struktur konsumsi energi primer di Indonesia masih didominasi oleh energi tidak terbarukan, sehingga diupayakan transisi menuju energi baru terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dinamika transisi konsumsi energi dan emisi CO₂, mengestimasi pengaruh faktor *population*, *affluence*, dan *technology* terhadap emisi CO₂, dan memproyeksikan besaran pengaruh transisi konsumsi energi terhadap emisi CO₂ di Indonesia pada masa mendatang. Metode analisis data yang digunakan meliputi statistik deskriptif, ARDL, dan pemodelan sistem dinamik. Hasilnya, sepanjang tahun 1972–2023, transisi konsumsi energi dan emisi CO₂ menunjukkan dinamika yang nyata. Pada jangka pendek, *lag* emisi CO₂, kepadatan penduduk, GDP per kapita, dan konsumsi energi baru terbarukan berpengaruh signifikan terhadap emisi CO₂. Pada jangka panjang, kepadatan penduduk, konsumsi energi tidak terbarukan, konsumsi energi baru terbarukan, dan FDI berpengaruh signifikan terhadap emisi CO₂, serta pengujian hipotesis EKC menunjukkan adanya hubungan berbentuk kurva U. Selanjutnya hasil proyeksi menunjukkan bahwa dibandingkan dengan skenario BaU, skenario KEN mampu mereduksi emisi CO₂ konsumsi energi pada tahun 2030, 2040, 2050, dan 2060 secara berturut-turut sebesar 4,68 persen, 24,62 persen, 42,12 persen, dan 59,99 persen.

Kata kunci: energi baru terbarukan, energi primer, keberlanjutan, kebijakan energi nasional, STIRPAT

@HaniyantiFebriyantiWanasurya

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

DEASY FEBRIYANTI WANASURYA. The Impact of Energy Transition on Indonesia's CO₂ Emissions: Autoregressive Distributed Lag and Dynamic System Modeling. Supervised by ADI HADIANTO and OSMALELI.

Indonesia is one of the world's main producers of greenhouse gas emissions, dominated by CO₂ emissions. The structure of primary energy consumption in Indonesia is still dominated by non-renewable energy, so a transition to new and renewable energy is being pursued. This study aims to describe the dynamics of energy consumption transition and CO₂ emissions, estimate the influence of population, affluence, and technology on CO₂ emissions, and forecast the impact of energy consumption transition on CO₂ emissions in Indonesia in the future. Data analysis methods used include descriptive statistics, ARDL, and dynamic system modeling. The results show that throughout 1972–2023, the transition of energy consumption and CO₂ emissions showed significant dynamics. In the short term, CO₂ emission lag, population density, GDP per capita, and new and renewable energy consumption have a significant effect on CO₂ emissions. In the long term, population density, non-renewable energy consumption, new and renewable energy consumption, and FDI significantly affect CO₂ emissions, and EKC hypothesis testing shows a U-shaped relationship. Furthermore, the forecast results show that, compared to the BAU scenario, the KEN scenario is able to reduce CO₂ emissions from energy consumption in 2030, 2040, 2050, and 2060 by 4.68 percent, 24.62 percent, 42.12 percent, and 59.99 percent, respectively.

Keywords: national energy policy, new and renewable energy, primary energy, STIRPAT, sustainability

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**PENGARUH TRANSISI ENERGI TERHADAP EMISI CO₂
INDONESIA: PEMODELAN *AUTOREGRESSIVE
DISTRIBUTED LAG* DAN SISTEM DINAMIK**

DEASY FEBRIYANTI WANASURYA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan

**DEPARTEMEN EKONOMI SUMBERDAYA DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS EKONOMI DAN MANAJEMEN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. A. Faroby Falatehan, S.P., M.E.
- 2 Danang Pramudita, S.P., M.Si.

Judul Skripsi : Pengaruh Transisi Energi terhadap Emisi CO₂ Indonesia:
Pemodelan *Autoregressive Distributed Lag* dan Sistem Dinamik

Nama : Deasy Febriyanti Wanasurya
NIM : H4401221055

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Adi Hadiano S.P., M.Si.



Pembimbing 2:
Osmaleli S.E., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Ekonomi Sumberdaya dan
Lingkungan:
Dr. Adi Hadiano S.P., M.Si.
NIP. 197906152005011004



Tanggal Ujian:
31 Maret 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala penyertaan dan mukjizat-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2025 sampai bulan Februari 2026 ini ialah Ekonomi Lingkungan, dengan judul “Pengaruh Transisi Energi terhadap Emisi CO₂ Indonesia: Pemodelan *Autoregressive Distributed Lag* dan Sistem Dinamik”. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Dr. Adi Hadiano S.P., M.Si., Ibu Osmaleli S.E., M.Si., dan Almh. Ibu Dr. Nuva, S.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, dan motivasi dalam proses penyusunan skripsi.
2. Ibu Fitriia Dewi Raswatie, S.P., M.Si. selaku dosen moderator seminar proposal, Bapak Dr. Novindra, S.P., M.Si. selaku dosen moderator seminar hasil, serta Bapak Prof. Dr. A. Faroby Falatehan, S.P., M.E. dan Bapak Danang Pramudita, S.P., M.Si. selaku dosen penguji utama dan dosen penguji wakil prodi pada pelaksanaan sidang skripsi, yang telah memberikan saran untuk penyempurnaan skripsi.
3. Seluruh dosen dan staf kependidikan Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan (ESL) serta Program Pendidikan Kompetensi Umum (PPKU) yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan dukungan selama proses perkuliahan.
4. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan.
5. Sahabat penulis selama menjalani perkuliahan Nurul Hidayati, Ghaitasaa’ Puteri, Citra Shabira, Riska Ikhmawati, dan Atsalitsa Zesty yang telah menemani penulis.
6. Teman-teman ESL angkatan 59, ‘Imago Dei’, ‘Sotan’, ‘XYNS Esport’, ‘Sinergi’, ‘Yeyo’, ‘Kelompok PAP Roblox’, ‘Akpres BEM FEM’, dan ‘Intern KBP’ yang telah kebersamai masa perkuliahan.
7. Seluruh pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Maret 2026

Deasy Febriyanti Wanasurya



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan | 7 |
| 1.4 Manfaat | 7 |
| 1.5 Ruang Lingkup | 7 |
| II TINJAUAN PUSTAKA | 9 |
| 2.1 Hubungan <i>Population</i> dan <i>Environmental Impact</i> | 9 |
| 2.2 Hubungan <i>Affluence</i> dan <i>Environmental Impact</i> | 9 |
| 2.3 Hubungan Transisi Energi dan <i>Environmental Impact</i> | 11 |
| 2.4 Hubungan <i>Foreign Direct Investment</i> dan <i>Environmental Impact</i> | 12 |
| 2.5 Pemodelan Sistem Dinamik | 13 |
| 2.6 Penelitian Terdahulu | 14 |
| III KERANGKA PEMIKIRAN | 17 |
| 3.1 Kerangka Pemikiran Teoritis | 17 |
| 3.2 Kerangka Pemikiran Operasional | 20 |
| IV METODE | 23 |
| 4.1 Lokasi dan Waktu Penelitian | 23 |
| 4.2 Jenis dan Sumber Data | 23 |
| 4.3 Metode Analisis Data | 23 |
| V HASIL DAN PEMBAHASAN | 35 |
| 5.1 Dinamika Transisi Konsumsi Energi dan Emisi CO ₂ di Indonesia | 35 |
| 5.2 Pengaruh Faktor <i>Population</i> , <i>Affluence</i> , dan <i>Technology</i> terhadap Emisi CO ₂ di Indonesia | 41 |
| 5.3 Proyeksi Besaran Pengaruh Transisi Konsumsi Energi terhadap Emisi CO ₂ di Indonesia | 49 |
| VI SIMPULAN DAN SARAN | 57 |
| 6.1 Simpulan | 57 |
| 6.2 Saran | 57 |
| DAFTAR PUSTAKA | 59 |
| LAMPIRAN | 69 |
| RIWAYAT HIDUP | 85 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Target bauran energi Indonesia berdasarkan KEN | 12 |
| 2 | Variasi hasil pengujian hipotesis EKC | 19 |
| 3 | Sumber data | 23 |
| 4 | Tujuan penelitian dan metode analisis yang digunakan | 24 |
| 5 | Definisi operasional variabel | 27 |
| 6 | Faktor emisi CO ₂ menurut jenis energi | 33 |
| 7 | Interpretasi hasil uji MAPE | 33 |
| 8 | Statistik deskriptif konsumsi energi dan emisi CO ₂ Indonesia tahun 1972–2023 | 35 |
| 9 | Cadangan energi tidak terbarukan Indonesia tahun 2023 | 36 |
| 10 | Potensi energi hidro, surya, dan angin Indonesia tahun 2023 | 38 |
| 11 | Hasil uji stasioneritas | 42 |
| 12 | Hasil uji kointegrasi | 42 |
| 13 | Hasil estimasi model ARDL dan ECM | 43 |
| 14 | Hasil pengujian kriteria ekonometrika | 48 |
| 15 | Hasil uji MAPE | 51 |
| 16 | Rekomendasi pengembangan energi baru terbarukan berdasarkan kelompok wilayah di Indonesia | 54 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Total emisi gas rumah kaca global tahun 1970–2023 (EDGAR 2025a) | 1 |
| 2 | Persentase komposisi emisi gas rumah kaca global tahun 2024 (Crippa <i>et al.</i> 2025) | 2 |
| 3 | Komposisi emisi gas rumah kaca Indonesia tahun 2019–2023 (BPS 2025) | 3 |
| 4 | Negara penghasil emisi CO ₂ terbesar di dunia pada tahun 2024 (EDGAR 2025b) | 3 |
| 5 | Sektor utama penghasil emisi CO ₂ di Indonesia tahun 2000–2023 (IEA 2025) | 4 |
| 6 | Konsumsi energi primer Indonesia tahun 2000–2024 (TEI 2025) | 5 |
| 7 | Persentase bauran energi primer di Indonesia tahun 2024 (KESDM 2025) | 6 |
| 8 | <i>Environmental Kuznets Curve</i> (Can dan Gozgor 2017) | 10 |
| 9 | Konsep pemodelan sistem dinamik (McGarvey dan Hannon 2004) | 14 |
| 10 | Variasi hasil pengujian hipotesis EKC (Leal dan Marques 2022) | 19 |
| 11 | Kerangka pemikiran operasional penelitian | 21 |
| 12 | Konsumsi energi tidak terbarukan Indonesia tahun 1972–2023 (diolah dari TEI 2025) | 36 |
| 13 | Konsumsi energi baru terbarukan Indonesia tahun 1972–2023 (diolah dari TEI 2025) | 38 |
| 14 | Persentase bauran konsumsi energi Indonesia tahun 1972–2023 (diolah dari TEI 2025) | 39 |

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

| | | |
|----|--|----|
| 15 | Konsumsi energi primer per kapita Indonesia tahun 1972–2023 (diolah dari OWID 2025) | 40 |
| 16 | Emisi CO ₂ Indonesia tahun 1972–2023 (diolah dari World Bank 2025) | 41 |
| 17 | Hasil uji CUSUM (hasil olah data 2026) | 49 |
| 18 | Hasil uji CUSUMSQ (hasil olah data 2026) | 49 |
| 19 | <i>Causal loop diagram</i> (dimodifikasi dari Budiwan (2020)) | 50 |
| 20 | <i>Stock and flow diagram</i> (dimodifikasi dari Budiwan (2020)) | 50 |
| 21 | Proyeksi emisi CO ₂ konsumsi energi berdasarkan jenis energi pada skenario BaU (hasil olah data 2026) | 51 |
| 22 | Proyeksi emisi CO ₂ konsumsi energi berdasarkan jenis energi pada skenario KEN (hasil olah data 2026) | 52 |
| 23 | Proyeksi emisi CO ₂ konsumsi energi pada skenario BaU dan KEN (hasil olah data 2026) | 53 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Uji stasioneritas | 70 |
| 2 | Penentuan <i>lag</i> optimum | 74 |
| 3 | Uji kointegrasi | 75 |
| 4 | Hasil ARDL dan ECM | 76 |
| 5 | Pengujian kriteria ekonometrika | 78 |
| 6 | <i>Causal loop diagram</i> | 79 |
| 7 | <i>Stock and flow diagram</i> | 80 |
| 8 | Persamaan matematis dalam pemodelan sistem dinamik | 81 |
| 9 | Hasil proyeksi pemodelan sistem dinamik | 83 |