

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Polusi udara merupakan salah satu isu lingkungan paling mendesak di dunia, dengan dampak signifikan terhadap kesehatan masyarakat, ekosistem, dan pembangunan ekonomi. Laporan *World Health Organization* (2021) mencatat bahwa polusi udara menyebabkan lebih dari tujuh juta kematian dini setiap tahun, sementara *World Bank* (2016) memperkirakan kerugian ekonomi global akibat polusi udara mencapai lebih dari USD 5 triliun per tahun. Salah satu polutan utama adalah karbon dioksida (CO_2), yang berasal dari pembakaran energi fosil dan berperan besar dalam perubahan iklim global (IEA, 2021). Karena sifatnya yang terakumulasi di atmosfer, CO_2 sering digunakan sebagai indikator utama untuk mengukur tingkat polusi dan degradasi lingkungan.

Dalam literatur ekonomi lingkungan, hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan polusi udara sering dijelaskan melalui hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Teori ini menyatakan bahwa polusi meningkat pada tahap awal industrialisasi, namun cenderung menurun setelah pendapatan per kapita melewati titik tertentu karena kesadaran masyarakat, regulasi lingkungan, dan adopsi teknologi bersih (Grossman dan Krueger, 1995). Bukti empiris menunjukkan hasil yang beragam: sebagian mendukung pola U-terbalik sesuai EKC, sementara lainnya menemukan hubungan linear atau tidak konsisten antarnegara (Shahbaz et al., 2013). Dalam konteks ini, energi terbarukan menjadi faktor penting. Transisi dari bahan bakar fosil ke energi bersih dipandang mampu menekan emisi CO_2 sekaligus mendukung pertumbuhan ekonomi berkelanjutan (REN21, 2021). Penelitian lintas negara, seperti Xie, Suh, & Joo (2021) serta Lojanica et al. (2025), menunjukkan bahwa konsumsi energi terbarukan dapat menurunkan emisi karbon dalam jangka panjang, meskipun besarnya efek bervariasi antarnegara.

Asia Tenggara (ASEAN) merupakan kawasan dengan pertumbuhan ekonomi tercepat di dunia, dengan rata-rata kenaikan PDB sekitar 5% per tahun dalam dua dekade terakhir (ASEAN Secretariat, 2020). Namun, pertumbuhan tersebut diiringi dengan ketergantungan tinggi pada energi fosil, di mana lebih dari 80% kebutuhan energi kawasan masih ditopang oleh minyak, gas, dan batu bara (IEA, 2020). Kondisi ini menjadikan ASEAN sebagai penyumbang emisi karbon yang terus meningkat, terutama di pusat-pusat ekonomi seperti Jakarta, Bangkok, dan Manila. IEA (2021) memperingatkan bahwa tanpa kebijakan transisi energi yang kuat, emisi CO₂ di kawasan ini akan terus meningkat seiring proses industrialisasi dan urbanisasi yang cepat. Situasi tersebut menggambarkan paradoks pembangunan ASEAN, di mana upaya mendorong pertumbuhan ekonomi masih berhadapan dengan tantangan besar dalam menjaga keberlanjutan lingkungan.

Komitmen energi kawasan melalui *ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation* (APAEC) menargetkan bauran energi terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 (ASEAN Centre for Energy, 2020). Walaupun beberapa negara seperti Vietnam, Indonesia, Thailand, Malaysia, dan Filipina telah mengembangkan potensi energi bersih masing-masing, porsi energi terbarukan secara agregat masih rendah dan belum mampu menekan laju emisi. Kelima negara tersebut bahkan menjadi penyumbang terbesar emisi regional, menunjukkan bahwa transisi energi ASEAN masih menghadapi kesenjangan antara komitmen dan realisasi. Oleh karena itu, kawasan ASEAN dipilih sebagai fokus penelitian karena mewakili dinamika khas negara berkembang.pertumbuhan ekonomi tinggi, urbanisasi pesat, namun transisi energi yang belum efektif. Analisis terhadap ASEAN penting untuk memahami bagaimana pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi terbarukan berinteraksi dalam memengaruhi emisi CO₂ di kawasan yang strategis namun rentan ini (ASEAN Centre for Energy, 2021).

Tabel 1. 1 Tren Emisi CO₂ dan Konsumsi Energi Terbarukan tahun 2007-2021

Negara	Emisi CO ₂ (ton)		Konsumsi Energi Terbarukan (%)		Pertumbuhan Ekonomi (%)	
	2007	2021	2007	2021	2007	2021
Indonesia	401.9	619.3	40	20.2	6.35	3.70
Malaysia	204.9	258.9	2.8	7.5	6.30	3.32
Vietnam	114.3	341.1	41.9	24.2	7.13	2.55
Thailand	237.8	267.5	21.6	19	5.44	1.55
Filipina	76.9	145.6	32.4	28	6.52	5.71

Sumber: *World Bank*, 2022

Berdasarkan Tabel 1.1, Indonesia sebagai negara dengan tingkat emisi CO₂ tertinggi menunjukkan peningkatan signifikan dari 401,9 juta ton pada 2007 menjadi 619,3 juta ton pada 2021, yang berlangsung bersamaan dengan penurunan pangsa energi terbarukan dari 40% menjadi 20,2% serta perlambatan pertumbuhan ekonomi dari 6,35% menjadi 3,70%, mengindikasikan kuatnya ketergantungan aktivitas ekonomi terhadap energi fosil. Sementara itu, Malaysia menunjukkan fenomena yang tidak sepenuhnya sejalan dengan ekspektasi teoritis, di mana konsumsi energi terbarukan meningkat dari 2,8% pada 2007 menjadi 7,5% pada 2021, namun emisi CO₂ tetap naik dari 204,9 juta ton menjadi 258,9 juta ton meskipun pertumbuhan ekonomi menurun dari 6,30% menjadi 3,32%. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan energi terbarukan dan perlambatan pertumbuhan ekonomi belum cukup kuat untuk menekan emisi karbon, sehingga hubungan antara pertumbuhan ekonomi, energi terbarukan, dan emisi CO₂ di negara berkembang ASEAN bersifat kompleks dan tidak linear. Temuan ini sejalan dengan Munir et al. (2020) serta IEA (2021) yang menyebutkan bahwa transisi energi di ASEAN masih pada tahap awal, sehingga peningkatan energi bersih belum mampu menurunkan emisi secara signifikan.

Walaupun bukti empiris memperlihatkan tren peningkatan baik konsumsi energi terbarukan maupun emisi CO₂ di lima negara ASEAN, hubungan kausal antara keduanya belum sepenuhnya jelas. Xie et al. (2021) menegaskan bahwa

energi terbarukan berpotensi menekan emisi, namun dampaknya bervariasi menurut konteks dan struktur ekonomi tiap negara. Lojanica et al. (2025) juga menunjukkan bahwa di Uni Eropa energi terbarukan efektif mengurangi emisi karbon, meskipun intensitasnya tidak seragam antarnegara. Perbedaan hasil ini menegaskan bahwa temuan lintas kawasan tidak dapat digeneralisasi begitu saja ke ASEAN, karena di Indonesia dan Vietnam, meskipun pangsa energi terbarukan menurun selama 2007–2021, emisi CO₂ tetap meningkat tajam, menunjukkan ketergantungan tinggi pada energi fosil (World Bank, 2022).

Studi mengenai hubungan dinamis antara pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi terbarukan, persentase penduduk perkotaan, dan emisi karbon di ASEAN masih relatif terbatas. Sebagian besar kajian hanya menyoroti potensi energi atau kebijakan transisi tanpa menguji keterkaitan antarvariabel secara mendalam (Do et al., 2021). Hasil penelitian lintas negara yang ada pun sering tidak konsisten. Xie et al. (2021) menemukan bahwa konsumsi energi terbarukan dapat berperan menurunkan emisi, tetapi pengaruh jangka pendek pertumbuhan ekonomi masih kuat meningkatkan polusi sehingga hubungan keseluruhan tidak sepenuhnya mengikuti pola *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Sebaliknya, Lojanica et al. (2025) menunjukkan bahwa meskipun energi terbarukan berkontribusi pada penurunan emisi di negara maju, dampaknya berbeda antarnegara dan tidak menghasilkan pola tunggal. Perbedaan temuan ini menegaskan adanya ketidakpastian empiris mengenai interaksi antara energi terbarukan, pertumbuhan ekonomi, jumlah penduduk perkotaan, dan emisi karbon.

Selain celah tematik tersebut, terdapat pula keterbatasan dari sisi metodologi. Sebagian besar studi terdahulu masih mengandalkan pendekatan statis seperti regresi linier panel atau kointegrasi sederhana, yang cenderung menangkap hubungan rata-rata tetapi kurang mampu membedakan dinamika jangka pendek dan jangka panjang (Lojanica et al., 2025). Padahal, hubungan antara pertumbuhan ekonomi, energi terbarukan, jumlah penduduk perkotaan, dan emisi karbon bersifat kompleks, sehingga pendekatan statis berisiko menghasilkan kesimpulan parsial atau bias. Oleh karena itu, untuk menangkap pengaruh keterlambatan (lag effect)

serta dinamika jangka pendek dan jangka panjang antarvariabel, diperlukan pendekatan empiris yang memperlakukan emisi CO₂ sebagai proses yang bersifat dinamis dalam kerangka data panel.

Berdasarkan celah tematik dan metodologis tersebut, dibutuhkan penelitian yang secara komprehensif mengkaji hubungan dinamis antara pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi terbarukan, persentase penduduk perkotaan, dan emisi CO₂ di kawasan ASEAN. Kajian ini penting karena kawasan tersebut sedang menghadapi dilema ganda: kebutuhan menjaga momentum pertumbuhan ekonomi sekaligus tekanan internasional untuk menurunkan emisi melalui transisi energi bersih.

Untuk menjawab kesenjangan penelitian tersebut, studi ini berfokus pada lima negara ASEAN dengan konsumsi energi terbarukan tertinggi, yaitu Indonesia, Vietnam, Thailand, Malaysia, dan Filipina, selama periode 2007–2021. Pemilihan kelima negara didasarkan pada kontribusinya yang dominan terhadap konsumsi energi terbarukan sekaligus emisi karbon di kawasan, sehingga hasil penelitian diharapkan lebih representatif dalam menggambarkan dinamika transisi energi ASEAN.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perkembangan emisi CO₂ di lima negara ASEAN dengan tingkat konsumsi energi terbarukan tertinggi selama periode 2007–2021?
2. Bagaimana pengaruh emisi CO₂ periode sebelumnya terhadap emisi CO₂ periode saat ini pada lima negara ASEAN?
3. Bagaimana pengaruh pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi terbarukan, dan persentase penduduk perkotaan terhadap emisi CO₂ di lima negara ASEAN?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis perkembangan emisi CO₂ di lima negara ASEAN dengan tingkat konsumsi energi terbarukan tertinggi selama periode 2007–2021.

2. Untuk menganalisis pengaruh emisi CO₂ periode sebelumnya terhadap emisi CO₂ saat ini di lima negara ASEAN.
3. Untuk menganalisis pengaruh pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi terbarukan, dan persentase penduduk perkotaan terhadap emisi CO₂ di lima negara ASEAN.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur mengenai hubungan antara pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi terbarukan, dan emisi CO₂, khususnya di kawasan ASEAN. Dengan menggunakan pendekatan panel dinamis GMM, penelitian ini memberikan kontribusi metodologis dalam mengatasi permasalahan endogenitas dan dinamika antar variabel. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi akademisi dalam mengembangkan teori mengenai *Environmental Kuznets Curve* (EKC), transisi energi, dan pembangunan berkelanjutan.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi pemerintah

Hasil penelitian dapat menjadi masukan dalam perumusan kebijakan energi dan lingkungan, khususnya untuk menyeimbangkan antara pertumbuhan ekonomi dan pengendalian polusi udara.

b. Bagi masyarakat dan sektor swasta

Mendorong kesadaran akan pentingnya penggunaan energi terbarukan serta peluang investasi hijau sebagai strategi menuju pembangunan berkelanjutan.