

Dampak Pertumbuhan Ekonomi, Urbanisasi Dan Konsumsi Energi Listrik Terhadap Degradasi Lingkungan: Bukti dari Negara Asean-5

Cahaya Putri Buana^a, Wahyu Hidayat Riyanto^b

^{ab}Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia

* Corresponding author: cahayaputrib123@gmail.com

Artikel Info	Abstract
<i>Article history:</i> Received January 15, 2024 Revised January 17, 2024 Accepted January 24, 2024 Available online January 24, 2024	<i>This study aims to analyze the impact of economic growth, urbanization, and electrical energy consumption on environmental degradation in ASEAN 5 countries. Using a quantitative approach and annual panel data for 1992-2021. The object of research is ASEAN-5 countries, including Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapore, and the Philippines. The analysis technique uses the Panel ARDL method. The findings prove that economic growth and electrical energy consumption, in the long run, impact CO2 emissions, and urbanization has (-)* implications for CO2 emissions. Meanwhile, economic growth variables in the short term affect (-) on CO2 emissions. Urbanization and electrical energy consumption variables have a (+) impact on CO2 emissions.</i>
Keyword: CO2 Emissions; Economic Growth, Urbanization; Electrical Energy Consumption	Abstrak <i>Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak pertumbuhan ekonomi, urbanisasi, konsumsi energi listrik terhadap degradasi lingkungan pada jangka panjang dan pendek di negara ASEAN 5. Menggunakan pendekatan kuantitatif dan data panel tahunan periode waktu 1992-2021. Objek penelitian yaitu negara ASEAN-5 meliputi Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapura dan Filipina. Teknik analisis menggunakan metode ARDL. Hasil temuan membuktikan bahwa pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi listrik dalam jangka panjang berdampak (+)* terhadap emisi CO2 dan urbanisasi berdampak (-)* terhadap emisi CO2. Sedangkan, variabel pertumbuhan ekonomi dalam jangka pendek berdampak (-) terhadap emisi CO2. Dan variabel urbanisasi dan</i>
JEL Classification: O47, K32	

konsumsi energi listrik berdampak (+) terhadap emisi CO₂.

PENDAHULUAN

Secara global degradasi lingkungan telah menjadi persoalan krusial dan tantangan terbesar. Naiknya penggunaan bahan bakar fosil dapat berakibat pada peningkatan gas rumah kaca pada atmosfer. Dalam hal ini, peningkatan gas rumah kaca mampu memperburuk polusi udara dan berkontributor pada pemanasan global serta turunnya kualitas lingkungan. Peningkatan gas rumah kaca akan berakibat pada terjadinya perubahan iklim. Seperti halnya *global warming* dan *climate change* lagi gencar-gencarnya pada abad ke-21 yang dipicu oleh naiknya konsentrasi GRK (Anam *et al.*, 2022; Hritonenko and Yatsenko, 2022).

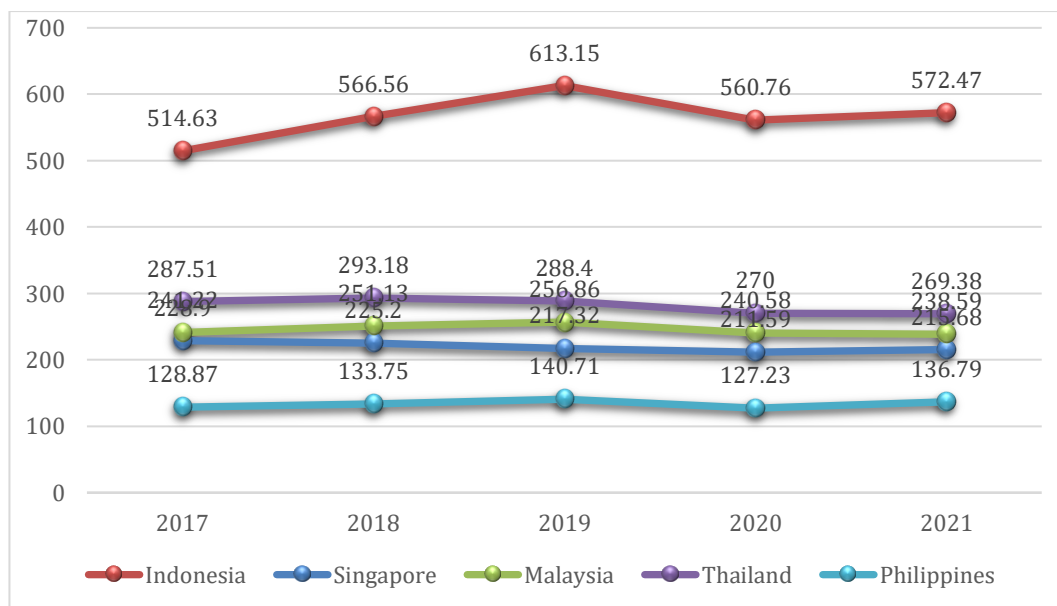
Kandungan gas rumah kaca yang termasuk pada pencemaran udara adalah karbondioksida (CO₂), metana (CH₄) dan nitrogen dioksida (N₂O). Diantara ketiga senyawa tersebut karbondioksida (CO₂) berkontribusi/ menyumbang sekitar 81% terhadap konsentrasi gas rumah kaca (Bosah *et al.*, 2021). Dengan demikian, emisi CO₂ merupakan salah satu kontributor terbesar terjadinya degradasi lingkungan, karena naiknya konsentrasi GRK yang berakumulasi atau terperangkap di atmosfer. Dimana yang seharusnya dipancarkan kembali ke luar angkasa, oleh karena itu terjadilah kenaikan suhu yang dapat berakibat pada fenomena perubahan iklim. Terjadinya perubahan iklim yang ditandai dengan naiknya suhu rata-rata global atau pemanasan global, pergeseran musim, cairnya es kutub, dan naiknya permukaan air laut. Timbulnya dampak-dampak dari perubahan iklim tersebut, yang selanjutnya akan merubah sistem kehidupan secara fisik maupun non-fisik.

Perjanjian Paris ditandatangani pada tahun 2015 oleh 196 negara yang sepakat berkomitmen untuk melakukan upaya ambisius dalam memerangi perubahan iklim, termasuk memelihara peningkatan suhu di bawah 2°C pada atas tingkat pra-industri dan berupaya mencapai 1,5°C. Tahun 2018 sebuah organisasi antar pemerintah yaitu *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) tahun 2018 menerbitkan sebuah laporan menyatakan bahwa komitmen tersebut dapat meminimalisir serangkaian dampak negatif dari perubahan iklim (IPCC, 2018). Akar utama terjadinya perubahan iklim ialah ulah atau aktivitas manusia dipermukaan bumi yang berujung pada kerusakan lingkungan (Zafar, Sinha, Ahmed, *et al.*, 2021). Berbagai praktik kegiatan ekonomi, baik yang mengarah dan didasarkan pada pertumbuhan ekonomi, berkontribusi terhadap emisi polutan (Ahmed *et al.*, 2020; Khan *et al.*, 2020; Odugbesan and Adebayo, 2020).

Timbulnya degradasi lingkungan juga tak terlepas dari aktivitas urbanisasi. Dimana naiknya tingkat urbanisasi, maka permintaan dan

penggunaan akan energi akan melonjak. Apalagi penggunaan energi yang didominasi oleh bahan bakar fosil mampu memicu naiknya emisi CO₂. Urbanisasi merupakan penentu utama emisi CO₂ (H. S. Ali et al., 2017; Kirikkaleli and Kalmaz, 2020). Kemudian (Chen, 2016) menemukan bahwa urbanisasi merupakan sumber emisi karbon langsung karena mengkonsumsi sekitar 84% dari total energi komersial. Selain itu, urbanisasi juga telah ditemukan memiliki hubungan yang signifikan dengan konsumsi energi dan pencemaran lingkungan (Behera and Dash, 2017; Chen, 2016). Secara global sekitar 75% konsumsi energi dan 60% emisi CO₂ telah diperhitungkan oleh ruang perkotaan. Dalam periode waktu 1970-2018, populasi kota dunia yang melonjak dari 1,35 miliar naik menjadi 4,22 miliar, tingkat urbanisasi pun juga naik dari 36,6% ke 55,3% (Wang et al., 2021). Organisasi internasional Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) telah memprediksikan tingkat urbanisasi terus naik, dimana sampai tahun 2050 diprediksikan tingkat urbanisasi mencapai angka 68% dan populasi perkotaan dunia lebih dari 6,6 miliar (UNDP, 2019).

Gambar 1. Perkembangan Jumlah Emisi CO₂ Negara ASEAN 5 Tahun 2017-2021.



Sumber: bp energy

Berdasarkan data dari *bp energy* pada Gambar 1 menunjukkan kondisi emisi CO₂ lima tahun terakhir di negara ASEAN-5 tahun 2017-2021 yang mengalami fluktuasi. Indonesia menduduki posisi pertama penghasil emisi CO₂ tertinggi diantara negara lainnya, kemudian secara berurutan disusul oleh Thailand, Malaysia, Singapore dan Filipina. Alasan pemilihan negara ASEAN-5 terpilih digunakan sebagai objek penelitian ini yaitu Pertama, tahun 2021

negara ASEAN-5 merupakan lima negara tertinggi penghasil emisi CO₂ diantara negara-negara anggota ASEAN lainnya. Kedua, negara ASEAN-5 tersebut sama-sama berkomitmen untuk menjaga kenaikan suhu dalam sebuah perjanjian paris sebagai upaya memitigasi perubahan iklim.

Ekspansi ekonomi tidak terlepas dari konsumsi energi sebab memegang peran penting dalam peningkatan pendapatan dan pembangunan, membuka lapangan pekerjaan dan menggegas produktivitas (Adebayo et al., 2021) serta dalam kelangsungan hidup manusia di permukaan bumi (Hu and Algarni, 2021; Rehman et al., 2019), salah satunya adalah energi listrik. Pada tahun 2018, permintaan energi listrik global naik sebesar 4% dimana batu bara, minyak dan gas alam tetap menjadi pasokan utama listrik yang mendorong meningkatnya gas emisi CO₂ dari sektor tersebut sebesar 2,5% (IEA, 2018). Energi listrik juga masih didominasi oleh bahan bakar fosil yang merupakan tulang punggung energi dunia. Dewasa ini, kurang lebih sekitar 81% energi primer dunia bersumber dari bahan bakar fosil dimana minyak bumi berkontribusi 31,9%, batu bara menyumbang 27,1% dan gas alam menyumbang 22,1% (IEA, 2018).

Hu and Algarni, (2021) hasil temuannya menunjukkan bahwa pada jangka panjang variabel pertumbuhan ekonomi dan perdagangan berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi CO₂ dan konsumsi minyak dan industri berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi CO₂. Sementara pada jangka pendek pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi CO₂ dan perdagangan berpengaruh positif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂. Serta konsumsi minyak dan industri berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂. Studi empiris (Mosikari and Eita, 2020) menunjukkan populasi perkotaan berpengaruh negatif terhadap emisi CO₂. Sementara, konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif terhadap emisi CO₂.

Penelitian Ali, Bakhsh and Yasin, (2019) variabel urbanisasi dan konsumsi energi ditemukan berdampak positif dan signifikan terhadap emisi CO₂ pada jangka panjang maupun jangka pendek. Dan pertumbuhan ekonomi berdampak positif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂. Kemudian penelitian (Salahuddin et al., 2018) membuktikan baik pada jangka panjang maupun pendek konsumsi energi listrik, pertumbuhan ekonomi, pembangunan keuangan dan investasi langsung asing berpengaruh positif terhadap emisi CO₂. Sementara analisis kausalitas VECM Granger menunjukkan bahwa variabel tersebut merupakan penyebab utama emisi CO₂. (Bélaïd and Youssef, 2017) memberikan bukti bahwa pada jangka panjang variabel pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂ dan konsumsi energi listrik terbarukan berpengaruh positif dan tidak signifikan serta konsumsi energi listrik tak

terbarukan berpengaruh positif dan signifikan. Sedangkan pada jangka pendek variabel pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂ dan variabel konsumsi energi listrik terbarukan dan tak terbarukan berpengaruh positif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂.

Studi empiris ini memberikan kontribusi pada literatur yang ada yaitu masih sedikitnya studi yang memasukkan variabel konsumsi energi listrik sebagai variabel tambahan. Dengan demikian, dalam studi ini peneliti mencoba memasukkan variabel konsumsi energi listrik yang berbeda dengan penelitian di tahun-tahun sebelumnya yang menggunakan variabel konsumsi energi biomassa (Zafar, Sinha, Ahmad, et al., 2021), konsumsi energi terbarukan (Gao and Zhang, 2021; Kahia et al., 2019; Koengkan, 2018; Pata, Korkut, 2018; Raihan and Tuspekova, 2022; Zafar, Saeed, et al., 2021), konsumsi energi transportasi (Nasreen et al., 2020), selain itu pada penelitian terdahulu berfokus pada konsumsi energi listrik terbarukan dan tak terbarukan, sementara pada penelitian ini berfokus pada total konsumsi energi listrik.

Bedasarkan latar belakang diatas, tujuan penelitian ini ialah untuk menganalisis dampak pertumbuhan ekonomi, urbanisasi dan konsumsi energi listrik terhadap degradasi lingkungan pada jangka panjang dan pendek di negara ASEAN-5.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan data yang digunakan data sekunder dalam bentuk data panel tahunan untuk periode tahun 1992-2021. Objek penelitiannya yaitu negara ASEAN-5 yang mencakup Indonesia, Singapore, Malaysia, Thailand dan Philippines. Variabel yang digunakan adalah emisi CO₂ sebagai variabel dependen (Y) dan untuk variabel independen antara lain pertumbuhan ekonomi (di proksi GDP per capita), urbanisasi dan konsumsi energi listrik.

Teknik analisis yang digunakan ialah pendekatan Panel *Auto-Regressive Distribution Lags* (ARDL) untuk menganalisis dampak variabel independen terhadap variabel dependen dari waktu ke waktu baik pada jangka panjang maupun pendek. Model ARDL dapat diterima apabila mempunyai lag yang terkointegrasi, dengan asumsi utama pada jangka pendek nilai koefisiennya negatif dengan tingkat signifikan 5%. Keunggulan dari model ARDL ini ialah 1) *Auto-Regressive Distribution Lags* (ARDL) mengabaikan tingkat stasioner data, yang berbeda dengan metode VECM mengharuskan stasioner pada tingkat ordo yang sama. Namun dalam ARDL tidak dapat diterapkan apabila ada data yang stasioner pada *second different*. 2) *Auto-Regressive Distribution Lags* (ARDL) menghiraukan jumlah sampel/observasi yang sedikit.

Adapun persamaan umum yang direpresentasikan dalam penelitian ini sebagai berikut :

$$CO2_t = f(GDP_t, URB_t, ELC_t).....(1)$$

Untuk menghindari dari pelanggaran asumsi dasar ekonometrika maka semua variabel di tranformasikan ke dalam bentuk logaritma natural. Adapun model persamaan versi Log dari hasil tranformasi persamaan 1 adalah sebagai berikut:

$$LnCO2_t = \beta_0 + \beta_1 LnGDP_t + \beta_2 LnURB_t + \beta_3 LnELC_t + e_t.....(2)$$

Dimana, CO2 menunjukkan emisi karbon, GDP merepresentasikan pertumbuhan ekonomi, URB merepresentasikan urbanisasi, ELC mewakili konsumsi energi listrik, Ln menunjukkan logaritma natural dan e_t merupakan error term. Dari persamaan 2 dapat direpresentasikan menjadi persamaan 3 yaitu model estimasi ARDL yang terdiri dari estimasi persamaan jangka panjang dan jangka pendek sebagai berikut:

$$LnCO2_t = \alpha_0 + \alpha_{1i} \sum_{i=1}^n \Delta LnCO2_{t-1} + \alpha_{2i} \sum_{i=1}^n \Delta LnGDP_{t-1} + \alpha_{3i} \sum_{i=1}^n \Delta LnURB_{t-1} + \alpha_{4i} \sum_{i=1}^n \Delta LnELC_{t-1} + \beta_1 LnGDP_t + \beta_2 LnURB_t + \beta_3 LnELC_t + e_t.....(3)$$

Ln menunjukkan logaritma natural, CO2 merupakan emisi karbon, GDP merepresentasikan pertumbuhan ekonomi, URB merepresentasikan urbanisasi, ELC merepresentasikan konsumsi energi listrik, Δ merupakan kelambanan, dan $\alpha_{1i} - \alpha_{4i}$ merupakan jangka pendek, sedangkan $\beta_1 - \beta_3$ merupakan jangka panjang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Stasioner

Tabel 1 menunjukkan emisi CO2 dan GDP per capita pada tingkat level tidak stasioner karena masing-masing variabel memiliki nilai prob>0.005 yang berarti terdapat *unit root*. Oleh karena itu, harus di uji stasioner lagi pada tingkat *first different*. Pada uji stasioner tingkat *first different*, diperoleh nilai prob<0.005 artinya data tidak terdapat *unit root* sehingga dinyatakan stasioner pada tingkat I(1). Kemudian, variabel urbanisasi dan konsumsi energi listrik pada tingkat level sudah stasioner, karena masing-masing variabel memiliki nilai prob<0.005 artinya data tidak terdapat *unit root*.

Tabel 1. Uji Stasioner

Variabel	Level	Keterangan	<i>First</i>	Keterangan
			<i>Different</i>	
CO2	0.0722	Tidak stasioner	0.000	Stasioner
GDP	0.9982	Tidak stasioner	0.000	Stasioner

URB	0.0000	Stasioner
ELC	0.0003	Stasioner

Uji Lag Optimum

Diketahui bahwa pada Tabel 2 menunjukkan dari beberapa kriteria yang digunakan muncul kandidat-kandidat lag yang ditandai dengan tanda bintang (*). Tepat pada lag 2 tanda bintang paling banyak/sering muncul daripada lag lainnya. Dimana tanda bintang muncul pada kriteria *Final Prediction Error* (FPE), *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Hanna-Quinn Information Criterion* (HQ). Sehingga dapat disimpulkan bahwa lag 2 diputuskan sebagai nilai lag optimum yang digunakan untuk estimasi terhadap model ARDL. Makna dari lag optimum ialah sesungguhnya semua variabel yang digunakan pada penelitian saling mempengaruhi satu sama lain sampai 2 periode selanjutnya yang akan datang.

Tabel 2. Uji Lag Optimum

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SIC	HQ
0	-84759	NA	6230863	15.483	15.581	15.523
1	378.62	2340.9	1.73e-08	-6.5204	-6.0294*	-6.3213
2	408.48	54.838	1.35e-08*	-6.7725*	-5.8887	-6.4140*
3	413.02	8.0090	1.66e-08	-6.5641	-5.2875	-6.0463
4	436.15	39.101*	1.47e-08	-6.6936	-5.0243	-6.0165
5	447.29	14.529	1.62e-08	-6.6053	-4.5431	-5.7688
6	456.69	19.406	1.85e-08	-6.4853	-4.0303	-5.4895
7	469.87	19.406	1.99e-08	-6.4340	-3.5862	-5.2789
8	480.18	14.434	2.26e-08	-6.3305	-3.0899	-5.0161

Uji Kointegrasi

Pada Tabel 3 menyajikan hasil dari uji kointegrasi menggunakan model ADF, menunjukkan diperolehnya nilai prob 0.0016. Artinya nilai prob (0.0016) < nilai kritis pada tingkat signifikansi 5% (0.005), maka dinyatakan bahwa semua variabel yang digunakan adalah terkointegrasi. Dengan demikian pada variabel-variabel tersebut terdapat keseimbangan pada jangka panjang dan pendek.

Tabel 3. Uji Kointegrasi

Pedroni test		
	Statistic	Prob.
Panel ADF-Statistic	1.325022	0.0016

Hasil Estimasi ARDL

Bedasarkan Tabel 4. menunjukkan hasil estimasi jangka panjang dan pendek. Pada jangka panjang menunjukkan variabel pertumbuhan ekonomi

(diproksi GDP per kapita) berdampak positif signifikan terhadap emisi CO₂. Urbanisasi berdampak negatif dan signifikan terhadap emisi CO₂. Dan konsumsi energi listrik berdampak positif dan signifikan terhadap emisi CO₂. Sedangkan pada jangka pendek variabel pertumbuhan ekonomi (diproksi GDP per capita) berdampak negatif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂. Urbanisasi berdampak positif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂. Dan konsumsi energi listrik berdampak positif dan tidak signifikan.

Tabel 4. Hasil Estimasi ARDL

Long Run Equation		
Variabel	Koefisien	Prob
LN _{X1}	0.657617	0.0000
LN _{X2}	-0.011815	0.0048
LN _{X3}	0.731215	0.0002
Short Run Equation		
Variabel	Koefisien	Prob
COINTEQ01	-0.326198	0.0007
D(LN _{X1})	-0.016587	0.8304
D(LN _{X1} (-1))	-0.109530	0.0468
D(LN _{X1} (-2))	-0.048940	0.3571
D(LN _{X1} (-3))	-0.124212	0.0790
D(LN _{X2})	0.000561	0.9565
D(LN _{X2} (-1))	-0.000464	0.9564
D(LN _{X2} (-2))	0.017840	0.1904
D(LN _{X2} (-3))	0.006912	0.2868
D(LN _{X3})	0.011804	0.9515
D(LN _{X3} (-1))	-0.069953	0.6838
D(LN _{X3} (-2))	-0.229371	0.4526
D(LN _{X3} (-3))	-0.020609	0.8860
C	5075559	0.0001

PEMBAHASAN

Dampak Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi CO₂

Bedasarkan hasil estimasi ARDL, pada jangka panjang menunjukkan variabel pertumbuhan ekonomi (diproksi GDP per capita) berdampak positif signifikan terhadap emisi CO₂. Dengan nilai koefisien 0.657617 dan nilai probabilitas (0.0000 < 0.005). Artinya setiap kenaikan 1% pertumbuhan ekonomi (diproksi GDP per capita) akan menaikkan emisi CO₂ 65,76% dalam jangka panjang. Hal ini dikarenakan meningkatnya permintaan maupun konsumsi energi untuk pembangunan suatu negara, terlebih masih tetap

bergantung pada bahan bakar fosil yang makin tinggi dalam sektor primer dan transisi menuju sektor industri. Hasil temuan ini sejalan dengan penelitian (Hu and Algarni, 2021) yaitu pada jangka panjang variabel pertumbuhan ekonomi (diproksi GDP per capita) berdampak positif dan signifikan terhadap emisi CO₂.

Sementara pada jangka pendek pertumbuhan ekonomi (diproksi GDP per capita) berdampak negatif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂. Dengan nilai koefisien -0.01658 dan nilai probabilitas (0.8304 > 0.005). Artinya setiap terjadi kenaikan pertumbuhan ekonomi (diproksi GDP per capita) 1% maka akan menurunkan emisi CO₂ 1,65%. Hal tersebut merupakan suatu hal yang logis karena emisi CO₂ adalah bentuk dari polusi global dapat meningkat atau berkurang, yang diprediksi akan membutuhkan waktu yang tidak singkat atau lama. Hasil temuan ini sejalan dengan penelitian (Bélaïd and Youssef, 2017) bahwasannya pertumbuhan ekonomi (diproksi GDP per capita) berdampak negatif terhadap emisi CO₂.

Dampak Urbanisasi Terhadap Emisi CO₂

Bedasarkan hasil estimasi ARDL, pada jangka panjang variabel urbanisasi memiliki dampak negatif dan signifikan terhadap emisi CO₂. Dengan nilai koefisien -0.011815 dan nilai probabilitas (0.0048 < 0.005). Artinya setiap kenaikan 1% urbanisasi akan menurunkan emisi CO₂ 1,18% pada jangka panjang. Hal ini sejalan dengan penelitian (H. S. Ali et al., 2017; Mosikari and Eita, 2020) yang menunjukkan bahwa urbanisasi memiliki dampak negatif terhadap emisi CO₂. Selain itu, hasil estimasi pada jangka pendek, menunjukkan bahwa urbanisasi berdampak positif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂. Dengan nilai koefisien 0.00065 dan nilai probabilitas (0.9565 > 0.005). Artinya setiap terjadi kenaikan 1% urbanisasi maka akan menaikkan emisi CO₂ 0,65%. Hasil penelitian ini relevan dengan penelitian (R. Ali et al., 2019) yaitu variabel urbanisasi berpengaruh positif terhadap emisi CO₂. Hasil tersebut mendukung teori modernisasi ekologis yang menyatakan bahwa pada tahap pembangunan dari level rendah ke menengah urbanisasi mengakibatkan meningkatnya degradasi lingkungan, karena masyarakat hanya berfokus pada peningkatan tingkat pendapatan dan mengabaikan kelestarian lingkungan. Dimana, pada tahap itu meningkatnya kebutuhan listrik, bahan bakar dan transportasi dan lain-lain. Kemudian pada tahap lebih panjang, urbanisasi cenderung menurunkan degradasi lingkungan melalui proses teknologi, kesadaran masyarakat, serta tingkat urbanisasi yang meningkat maka tingkat pendidikan yang tinggi pula sehingga meningkatnya kesadaran akan lingkungan melalui ilmu pengetahuan yang didapatkan. Pendidikan berperan penting bagi lingkungan, karena dapat mengarahkan pada perilaku pro terhadap lingkungan dan mendukung hemat energi dan investasi dalam teknologi yang ramah lingkungan (Osuntuyi and Lean, 2022).

Selain itu juga mendukung teori transisi lingkungan, dimana kota yang biasanya lebih menjadi kaya dengan mendorong sektor manufaktur, hal tersebut akan timbul masalah polusi yang berpengaruh pada lingkungan hidup. Masalah polusi dapat diminimalisir apabila kota-kota yang menjadi lebih makmur melalui kebijakan regulasi lingkungan hidup, inovasi teknologi ramah lingkungan.

Dampak Konsumsi Energi Listrik Terhadap Emisi CO₂

Bedasarkan hasil estimasi ARDL, pada jangka panjang konsumsi energi listrik berdampak positif dan signifikan terhadap emisi CO₂. Dengan nilai koefisien 0.731215 dan nilai probabilitas ($0.0002 < 0.005$). Artinya setiap kenaikan konsumsi energi listrik 1% akan meningkatkan emisi CO₂ 73,12% pada jangka panjang. Kemudian pada jangka pendek diperoleh hasil konsumsi energi listrik berdampak positif dan tidak signifikan. Dengan nilai koefisien 0.01180 dan nilai probabilitas ($0.9515 > 0.005$). Artinya setiap terjadi kenaikan konsumsi energi listrik 1% maka akan meningkatkan emisi CO₂ 1,18%. Hasil temuan tersebut sejalan dengan penelitian ([Asumadu-Sarkodie and Owusu, 2017](#); [Belaïd and Zrelli, 2019](#); [Salahuddin et al., 2018](#)) yaitu konsumsi energi listrik berpengaruh positif terhadap emisi CO₂. Hal ini dikarenakan, mengingat listrik digunakan dalam seluruh sektor, maka konsumsi energi listrik yang semakin banyak/tinggi maka juga emisi CO₂ akan makin meningkat pula. Dimana sumber energi listrik yang digunakan dominan masih bersumber dan bergantung pada bahan bakar fosil tersebut. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan sumber energi listrik di negara ASEAN-5 masih didominasi oleh bahan bakar fosil yang merupakan bahan tidak ramah lingkungan. Penggunaan bahan bakar fosil yang masif dalam pemasokan energi listrik akan meningkatkan emisi CO₂, sehingga memicu pada degradasi lingkungan dan pada akhirnya terjadilah fenomena pemanasan global dan perubahan iklim (*climate change*) yang sifatnya berbahaya bagi makhluk hidup penghuni bumi.

KESIMPULAN

Studi ini menganalisis dampak pertumbuhan ekonomi, urbanisasi dan konsumsi terhadap degradasi lingkungan yang ditinjau dari emisi CO₂ yang merupakan bukti dari negara 5-ASEAN terpilih yaitu Indonesia, Singapore, Malaysia, Thailand dan Philippines. Menggunakan data panel tahunan untuk periode waktu 1992-2021 dengan teknik analisis metode Panel *Auto-Regressive Distribution Lags* (ARDL) untuk mengungkap dampak dalam jangka panjang dan pendek. Hasil penelitian membuktikan bahwa dalam jangka panjang pertumbuhan ekonomi (di proksi GDP per capita) berdampak positif dan signifikan terhadap emisi CO₂. Sementara pada jangka pendek pertumbuhan ekonomi (diproksi GDP per capita) berdampak negatif dan tidak

signifikan terhadap emisi CO₂. Kemudian urbanisasi pada jangka panjang berdampak negatif dan signifikan terhadap emisi CO₂. Sedangkan pada jangka pendek urbanisasi berdampak positif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂. Selain itu, konsumsi energi listrik pada jangka panjang berdampak positif dan signifikan terhadap emisi CO₂ dan pada jangka pendek konsumsi energi listrik berdampak positif dan tidak signifikan terhadap emisi CO₂.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebayo, T. ., Akinsola, Odugbesan and Olanrewaju. (2021). Determinants of Environmental Degradation in Thailand: Empirical Evidence from ARDL and Wavelet Coherence Approaches. *Pollution*, 7(1), 181–196. pp. <https://doi.org/10.22059/poll.2020.309083.885>
- Ahmed, Z., Ali, S., Saud, S. and Shahzad, S. J. H. (2020). Transport CO₂ emissions, drivers, and mitigation: an empirical investigation in India. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 13(11), 1367–1374. pp. <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00891-x>
- Ali, H. S., Abdul-Rahim, A. and Ribadu, M. B. (2017). Urbanization and carbon dioxide emissions in Singapore: evidence from the ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(2), 1967–1974. pp. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7935-z>
- Ali, R., Bakhsh, K. and Yasin, M. A. (2019). Impact of urbanization on CO₂ emissions in emerging economy: Evidence from Pakistan. *Sustainable Cities and Society*, 48(March), 101553. p. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101553>
- Anam, M. Z., Bari, A. B. M. M., Paul, S. K., Ali, S. M. and Kabir, G. (2022). Modelling the drivers of solar energy development in an emerging economy: Implications for sustainable development goals. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 13, 200068. p. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200068>
- Asumadu-Sarkodie, S. and Owusu, P. A. (2017). A multivariate analysis of carbon dioxide emissions, electricity consumption, economic growth, financial development, industrialization, and urbanization in Senegal. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 12(1), 77–84. pp. <https://doi.org/10.1080/15567249.2016.1227886>
- Behera, S. R. and Dash, D. P. (2017). The effect of urbanization, energy consumption, and foreign direct investment on the carbon dioxide emission in the SSEA (South and Southeast Asian) region. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 70). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.201>
- Bélaïd, F. and Youssef, M. (2017). Environmental degradation , renewable and non-renewable electricity consumption , and economic growth :

- Assessing the evidence from Algeria. *Energy Policy*, 102(July 2016), 277–287. pp. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.012>
- Belaïd, F. and Zrelli, M. H. (2019). Renewable and non-renewable electricity consumption, environmental degradation and economic development: Evidence from Mediterranean countries. *Energy Policy*, 133(May), 110929. p. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110929>
- Bosah, C. P., Li, S., Ampofo, G. K. M. and Liu, K. (2021). Dynamic nexus between energy consumption, economic growth, and urbanization with carbon emission: evidence from panel PMG-ARDL estimation. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(43), 61201–61212. pp. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14943-x>
- Chen, Z. C. J. W. H.-B. (2016). CO2 emissions and urbanization correlation in China based on threshold analysis. *Ecological Indicators*, 61, 193–201. pp. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.013>
- Gao, J. and Zhang, L. (2021). Does biomass energy consumption mitigate CO2 emissions? The role of economic growth and urbanization: evidence from developing Asia. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 26(1), 96–115. pp. <https://doi.org/10.1080/13547860.2020.1717902>
- Hritonenko, V. and Yatsenko, Y. (2022). Sustainable adaptation and mitigation in regions and cities: Review of decision-support methods. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 13, 200066. p. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200066>
- Hu, B. A. J. and Algarni, S. A. T. S. (2021). *Malaysia ' s economic growth , consumption of oil , industry and - CO 2 emissions : evidence from the ARDL model. Change 2014*. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03279-1>
- IEA. (2018). *Global Energy and CO2*. Iea.Org. <https://www.iea.org/reports/global-energy-co2-status-report-2019/electricity>
- IPCC. (2018). *Special Report on Global Warming of 1.5°C*. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Kahia, M., Ben Jebli, M. and Belloumi, M. (2019). Analysis of the impact of renewable energy consumption and economic growth on carbon dioxide emissions in 12 MENA countries. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21(4), 871–885. pp. <https://doi.org/10.1007/s10098-019-01676-2>
- Khan, Z., Hussain, M., Shahbaz, M., Yang, S. and Jiao, Z. (2020). Natural resource abundance, technological innovation, and human capital nexus with financial development: A case study of China. *Resources Policy*, 65(January), 101585. p. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101585>
- Kirikaleli, D. and Kalmaz, D. B. (2020). Testing the moderating role of

- urbanization on the environmental Kuznets curve: empirical evidence from an emerging market. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(30). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09870-2>
- Koengkan, M. (2018). The decline of environmental degradation by renewable energy consumption in the MERCOSUR countries: an approach with ARDL modeling. *Environment Systems and Decisions*, 38(3), 415–425. pp. <https://doi.org/10.1007/s10669-018-9671-z>
- Mosikari, T. J. and Eita, J. H. (2020). CO2 emissions, urban population, energy consumption and economic growth in selected African countries: A Panel Smooth Transition Regression (PSTR). *OPEC Energy Review*, 44(3), 319–333. pp. <https://doi.org/10.1111/opec.12184>
- Nasreen, S., Mbarek, M. Ben and Atiq-ur-Rehman, M. (2020). Long-run causal relationship between economic growth, transport energy consumption and environmental quality in Asian countries: Evidence from heterogeneous panel methods. *Energy*, 192, 116628. p. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116628>
- Odugbesan, J. A. and Adebayo, T. S. (2020). The symmetrical and asymmetrical effects of foreign direct investment and financial development on carbon emission: evidence from Nigeria. *SN Applied Sciences*, 2(12). <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03817-5>
- Osuntuyi, B. V. and Lean, H. H. (2022). Economic growth, energy consumption and environmental degradation nexus in heterogeneous countries: does education matter? *Environmental Sciences Europe*, 34(1). <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00624-0>
- Pata, Korkut, U. (2018). Renewable Energy Consumption, Urbanization, Financial Development, Income and CO2 Emissions in Turkey: Testing EKC Hypothesis with Structural Breaks. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.236>
- Raihan, A. and Tuspekova, A. (2022). Toward a sustainable environment: Nexus between economic growth, renewable energy use, forested area, and carbon emissions in Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 15(June), 200096. p. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200096>
- Rehman, A., Rauf, A., Ahmad, M., Chandio, A. A. and Deyuan, Z. (2019). *The effect of carbon dioxide emission and the consumption of electrical energy, fossil fuel energy, and renewable energy, on economic performance: evidence from Pakistan*. 21760–21773. pp.
- Salahuddin, M., Alam, K., Ozturk, I. and Sohag, K. (2018). The effects of electricity consumption, economic growth, financial development and foreign direct investment on CO2 emissions in Kuwait. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(June), 2002–2010. pp.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.009>

UNDP. (2019). *World Urbanization Prospects*.

Wang, W. Z., Liu, L. C., Liao, H. and Wei, Y. M. (2021). Impacts of urbanization on carbon emissions: An empirical analysis from OECD countries. *Energy Policy*, 151(January), 112171. p. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112171>

Zafar, M. W., Saeed, A., Zaidi, S. A. H. and Waheed, A. (2021). The linkages among natural resources, renewable energy consumption, and environmental quality: A path toward sustainable development. *Sustainable Development*, 29(2), 353–362. pp. <https://doi.org/10.1002/sd.2151>

Zafar, M. W., Sinha, A., Ahmed, Z., Qin, Q. and Zaidi, S. A. H. (2021). Effects of biomass energy consumption on environmental quality: The role of education and technology in Asia-Pacific Economic Cooperation countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 142(February), 110868. p. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110868>