

MODEL PANEL *GREEN ECONOMY* DALAM RANGKA PENCAPAIAN PERTUMBUHAN EKONOMI BERKELANJUTAN PADA 21 NEGARA ANGGOTA OKI

Ulya Thahirah^{1*}, Muhammad Adam²

¹Sains Ekonomi Islam, Universitas Airlangga
Email: ulya.thahirah-2019@feb.unair.ac.id

²Sains Ekonomi Islam, Universitas Airlangga
Email: muhammad.adam-2019@feb.unair.ac.id

*penulis korespondensi

Masuk : 17-07-2021, revisi: 10-10-2021, diterima untuk diterbitkan : 23-10-2021

ABSTRAK

Isu lingkungan, energi, dan pertumbuhan ekonomi berkelanjutan adalah agenda utama dalam rangka global termasuk Negara OKI. Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan hubungan dan pengaruh Emisi Gas Karbon, Konsumsi Energi terhadap Pertumbuhan Ekonomi di 21 Negara OKI menggunakan data tahunan sejak 1974-2014 dari data *World Development Indicator* (WDI) dengan total 861 observasi. Dengan menggunakan *Fixed Effect Model* pada data panel yang didukung oleh *Johansen Cointegration Test* dan *Robust Analysis* menggunakan *M-Estimation* dan *multimodel analysis* penelitian ini menemukan bahwa CO₂ dan EC memiliki korelasi positif dan signifikan dengan PDB, dalam jangka panjang ketiga variabel juga bertepatan. Selain itu, berdasarkan *Robust Analysis Model* hasilnya menunjukkan konsistensi pengaruh signifikan dan positif dalam model. Beberapa rekomendasi kebijakan yang dituangkan dalam penelitian ini mendorong upaya strategi ekonomi hijau dan inovasi konsumsi energi terbarukan untuk menjadi solusi penting dalam mengatasi dan menyelesaikan masalah lingkungan dan energi dalam rangka mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan di negara-negara OKI.

Kata Kunci: Emisi CO₂, Konsumsi Energi, PDB, *Fixed Effect Model*, Ekonomi Hijau

ABSTRACT

Environmental issues, energy, and sustainable economic growth are the main agenda in the global framework, including the OIC countries. The ultimate aims of research are to determine the relationship and impact between Carbon Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in 21 OIC Countries using annual data since 1974-2014 from World Development Indicator (WDI) data with a total of 861 observations. Using the Fixed effect model on panel data supported by the Johansen Cointegration Test and Robust Analysis using M-Estimation and multimodel analysis, this study found that CO₂ and EC have a positive and significant correlation with GDP, in the long run the three variables also coincide. In addition, based on the Robust Analysis Model the results show the consistency of significant and positive effects in the model. Some of the policy recommendations outlined in this study encourage the efforts of green economy strategies and innovation of renewable energy consumption to become important solutions in overcoming and solving environmental and energy problems in order to achieve sustainable economic growth in OIC Countries.

Keywords: CO₂ Emission, Energy Consumption, GDP, *Fixed Effect Model*, Green Economy

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

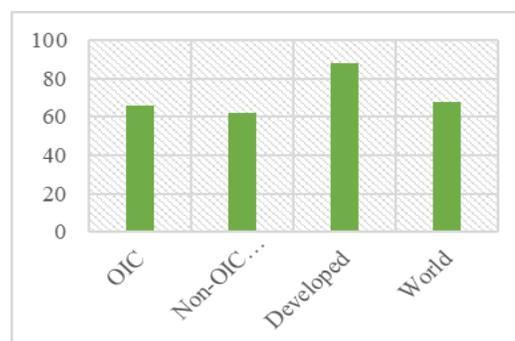
Isu lingkungan dan energi masih menjadi isu penting pada tatanan global, Sejak disorot oleh PBB dalam konvensinya pada akhir tahun 1997 di Kyoto yang membahas tentang perubahan iklim dunia menunjukkan bahwa Isu ini menjadi sentral dalam mencapai pembangunan berkelanjutan baik dalam tatanan lokal maupun global. Variabel utama yang banyak diangkat dalam isu lingkungan ini antara lain adalah berkaitan tentang Pertumbuhan Ekonomi, Emisi Gas Karbon serta konsumsi Energi. Memang telah banyak Penelitian terdahulu yang mencoba menyelidiki lebih dalam kaitan antara pertumbuhan ekonomi, Emisi gas karbon serta konsumsi energi bersama dengan variabel-variabel lain yang mempengaruhinya. Setidaknya ada tiga *cluster* pembahasan mengenai hal ini berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya. Kluster pertama penelitian yakni yang mengubungkan antara pertumbuhan ekonomi dan emisi gas karbon tanpa memasukkan variabel konsumsi energi (Mardani et al., 2019; Hannesson, 2019; Kumar & Muhuri, 2019). Kluster kedua, penelitian yang berfokus pada keterkaitan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi (Kuznetsova & Kravchenko, 2020; Formánek, 2020). Klusterketiga, penelitian yang meneliti keterkaitan antar ketiga variabel dalam satu penelitian (Waheed et al., 2019; Ozcan et al., 2020; Benali & Feki, 2020; Raza et al., 2020; Wasti & Zaidi, 2020) . Penelitian yang dilakukan disini

merupakan bentuk pendalaman dari penelitian bentuk ketiga dari penelitian-penelitian sebelumnya yang mencoba untuk meneliti tiga variabel tersebut secara bersama-sama dengan tujuan agar meningkatkan komperhensifitas dari penelitian terdahulu yang telah dilakukan.

Dalam pengamatan kami, walaupun penelitian ini banyak dilakukan, namun masih jarang penelitian yang menyoroti fenomena lingkungan, energi dan pertumbuhan ini di negara-negara dengan basis persatuan nilai yang menjadi landasan perkumpulannya semisal negara-negara Organisasi Kerja sama Islam (OKI). Beberapa penelitian sebelumnya mendasarkan penelitian berdasarkan tingkat pendapatan negara (Abban, Wu, & Mensah, 2020; Antonakakis et al., 2017), berdasarkan wilayah (*region*) (Ozcan et al., 2020; Formánek, 2020; Awodumi & Adewuyi, 2020; Yang et al., 2020; Acheampong, 2018) atau kumpulan negara dengan kriteria ekonomi tertentu semisal BRICS (Raza et al., 2020) serta hanya berfokus kepada satu negara tertentu (Wasti & Zaidi, 2020; Kuznetsova & Kravchenko, 2020; Benali & Feki, 2020), namun masih jarang penelitian yang menghubungkan dan menganalisisnya bedasarkan kesamaan karakteristik nilai-nilai yang ada pada negara-negara tersebut. Penelitian ini mencoba menganalisisnya berdasarkan kelompok negara yang disatukan atas dasar nilai-nilai tersebut, yaitu Organisasi Kerja sama Islam.

Organisasi Kerja sama Islam (OKI) sendiri merupakan salah satu organisasi perkumpulan Negara yang menjadikan isu lingkungan dan energi sebagai prioritas program dan kebijakan dalam konferensi-konferensinya. Hal ini disebabkan karena negara-negara OKI mayoritas berada di tempat dengan suhu yang tinggi dan cenderung ‘gersang’ sehingga perubahan iklim termasuk emisi gas karbon dan isu energi sangat mengancam pembangunan berkelanjutan di negara-negara OKI. Bukti bahwa hal ini menjadi perhatian serius negara-negara OKI adalah dengan diadakannya Konferensi oleh Menteri Lingkungan Hidup OKI dalam pertemuan keempatnya di Tunisia pada tahun 2010 mengeluarkan deklarasi tentang “*Enhancing the Efforts of the Islamic World towards Environmental Protection and Sustainable Development*” yang pada akhirnya disepakati untuk mempromosikan kerja sama antara negara-negara Islam terkait persoalan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan. Lebih lanjut lagi bahkan Isu ini menjadi isu penting yang tertuang baik dalam resolusinya maupun Dokumen Strategi Kaum Muda (*OIC Youth Strategy*) yang diterbitkan secara resmi oleh OKI pada tahun 2018. Dalam resolusi OKI Nomor *OIC/CFM-45/2018/ST/RES/ FINAL* pada poin Resolusi No.4/45-S&T disebutkan bahwa permasalahan lingkungan ini meliputi perlindungan lingkungan (*Environment Protection*), perubahan iklim, energi terbarukan dan *green technology* (OIC, 2018a).

Namun masih ada beberapa permasalahan mengenai isu lingkungan dan energi ini di negara-negara dengan basis Islam tersebut. Berdasarkan dokumen resmi *OIC Environment Report* tahun 2019 (OIC, 2019) beberapa kendala yang menyebabkan lemahnya manajemen pada negara-negara OKI mengenai isu lingkungan dan pembangunan berkelanjutan ini masih berfokus pada beberapa permasalahan di antaranya regulasi dan kebijakan yang dibuat masih cenderung bersifat parsial, selain itu ketersediaan data yang bisa digunakan sebagai *priority setting* dalam menyikapi isu ini masih terbatas, demikian pula informasi kepada publik berkaitan dengan isu lingkungan yang bisa dijadikan rujukan dalam melihat kondisi yang ada di negara OKI itu sendiri juga masih belum memadai. Sehingga salah satu peranan penting penelitian ini adalah memberikan informasi empiris dan saran untuk implikasi kebijakan yang bisa diambil oleh Negara-negara OKI terkait isu tersebut



Gambar 1. Indeks Performa Lingkungan Negara OKI dan Non-OKI
Sumber: *OIC Environment report 2018*

Jika dilihat berdasarkan data yang ada, negara-negara OKI sesungguhnya telah memiliki nilai performa lingkungan yang baik yaitu 65,8 dibandingkan dengan negara berkembang non-OKI yang masih berada pada poin 61,9 namun jika dibandingkan dengan Performa rata-rata negara di seluruh dunia pada poin 67,8 posisi performanya masih berada dibawah rata-rata tersebut (referensi). Permasalahan ini perlu diatasi dengan beberapa kebijakan penting berkaitan dengan konsumsi energi maupun pengurangan emisi gas karbon di negara-negara OKI tersebut.

Berdasarkan kondisi tersebut, akan dilakukan pengukuran sejauh mana hubungan dan pengaruh dari emisi gas karbon dan konsumsi energi di negara-negara OKI mempengaruhi pertumbuhan ekonominya dengan pendekatan model statis data panel yang ditambah dengan analisis dinamis untuk mengetahui hubungan jangka panjang dan ketahanan modelnya yang pada akhirnya bisa memberikan gambaran dalam memberikan masukan kebijakan yang bisa menjadi jawaban atas beberapa rumusan masalah:

1. Apakah terdapat hubungan dan pengaruh antara CO₂ dan EC terhadap GDP baik dalam jangka pendek maupun panjang di Negara-Negara OKI?
2. Apakah terdapat hubungan dan pengaruh antara Emisi gas karbon (CO₂) terhadap Pertumbuhan Ekonomi (GDP)
3. Apakah terdapat hubungan dan pengaruh antara Konsumsi Energi (EC) dan Pertumbuhan Ekonomi (GDP)

Perumusan Hipotesis

Lingkungan, Energi dan Pertumbuhan Ekonomi (GDP)

Salah satu ciri kemunculan degradasi lingkungan yang ditandai dengan peningkatan emisi gas karbon. Selain itu, penggunaan energi yang menjadi kebutuhan negara-negara di dunia serta pertumbuhan ekonomi yang menjadi tolak ukur pembangunan ekonomi berkelanjutan merupakan bagian dari fokus penelitian kali ini. Abban et al., (2020) meneliti ketiga variabel tersebut dan menemukan bahwa ketiganya saling berkaitan secara positif, penelitian dengan pendekatan klasifikasi pendapatan negara tersebut menjelaskan kenaikan konsumsi energi akan meningkatkan emisi gas karbon serta juga berimplikasi terhadap perekonomian negara. Raza et al., (2020) yang meneliti tentang *CO₂ emission*, energi dan juga GDP dengan menggunakan *Environmental Kuznet curve* (EKC) membuktikan bahwa dalam jangka panjang, variabel-variabel Lingkungan, energi dan ekonomi itu saling terkontegrasi. Hubungan yang terjalin diantara ketiga variabel tersebut memang sangat kompleks yakni hubungan saling timbal balik antara ketiganya (Bélaïd & Youssef, 2017). Dengan demikian secara dasar konseptual berdasarkan penelitian terdahulu diketahui bahwa lingkungan, energi dan pertumbuhan ekonomi merupakan variabel-variabel yang saling terkoneksi satu dengan yang lain.

H₁ = Terdapat hubungan dan pengaruh positif secara simultan antara variable kontrol CO₂ dan EC terhadap GDP

Emisi Gas Karbon (CO₂) dan Pertumbuhan Ekonomi (GDP)

Mardani et al (2019) yang mereview secara sistematis penelitian-penelitian sejak tahun 1995 sampai 2017 yang menghubungkan CO₂ dan GDP menemukan 23 Penelitian dari total 173 Paper yang ditelitiny dan menyimpulkan bahwa banyak hasil yang beragam dari para peneliti mengenai hubungan CO₂ dan GDP namun mayoritas penelitian menyimpulkan bahwa GDP dan CO₂ memiliki hubungan. Ozcan et al., (2020) menemukan bahwa antara GDP dan CO₂ hanya memiliki hubungan yang searah, sementara sebaliknya tidak, artinya GDP lah yang menjadi variabel kontrol atas CO₂, namun secara umum bahwa hubungannya bersifat positif, Antonakakis et al., (2017) saat meneliti hubungan dinamis CO₂ dan GDP dengan Panel Vector Auto Regression (PVAR) menemukna bahwa hubungannya tidak hanya searah, namun dua arah (*bidirectional*). Selain itu Bélaïd & Youssef (2017) yang meneliti degradasi lingkungan dan konsumsi energi di Algeria dengan metode ARDL menyebutkan bahwa antar variabel terhadap kointegrasi positif termasuk hubungan CO₂ terhadap GDP, secara langsung Acheampong (2018) pada hasil penelitiannya menyebutkan bahwa Emisi gas karbon secara positif mempengaruhi GDP

H₂ = Terdapat hubungan dan pengaruh yang berimplikasi positif dan searah secara parsial antara Emisi gas karbon (CO₂) terhadap Pertumbuhan Ekonomi (GDP)

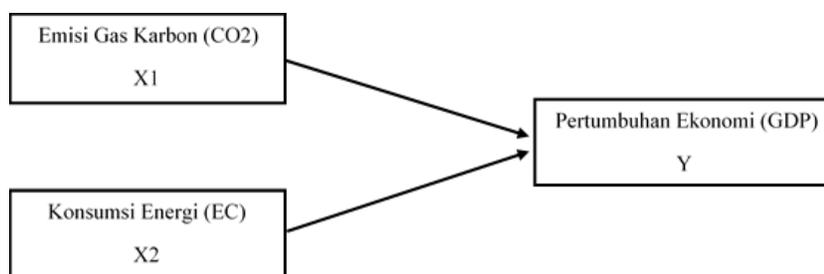
Konsumsi Energi (EC) dan Pertumbuhan Ekonomi (GDP)

Berbeda saat menjelaskan hubungan antara CO₂ dan GDP, Ozcan et al., (2020) menemukan bahwa antara konsumsi energi dengan GDP memiliki hubungan timbal balik dan positif. Ratnasari & Rahmandani (2020); Yang et al., (2020) meneliti hubungan antara pertumbuhan pada aspek keuangan terhadap konsumsi energi namun pada penelitian Ratnasari & Rahmandani (2020) secara hasil tidak menunjukkan signifikansi berbeda dengan Yang et al., (2020) yang menjelaskan bahwa antara perkembangan keuangan dan Energi konsumsi memiliki hubungan kausalitas dua arah dan saling timbal balik. Kuznetsova & Kravchenko (2020) yang meneliti tentang kondisi energi di negara China juga mengindikasikan hubungan yang erat antara ekonomi sebuah negara dengan konsumsi energinya, namun yang membedakan adalah pola dan bentuk konsumsi yang dilakukan, apakah berfokus pada konsumsi internal ataukah mendorong produksi energi untuk dikonsumsi secara eksternal atau dengan kata lain di ekspor ke negara lain. Mezghani & Ben Haddad (2017) yang meneliti konsumsi energi dalam penggunaan listrik di Arab Saudi menjelaskan bahwa konsumsi energi listrik memberikan shock dan efek positif terhadap GDP walaupun berbeda tergantung tingkat volatilitas GDP sebuah daerah. Sementara itu Formánek (2020) yang meneliti konsumsi energi dalam ranah energi terbarukan menjelaskan bahwa konsumsi energi secara umum memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap GDP sebuah negara. Tidak hanya energi terbarukan, energi non-terbarukan semisal minyak bumi juga dengan sangat jelas mendorong pertumbuhan ekonomi (Awodumi & Adewuyi, 2020), senada dengan hal tersebut Benali & Feki (2020) menjelaskan bahwa dalam jangka panjang konsumsi energi memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi. Namun, memang jika dikaitkan dengan isu lingkungan energi terbarukan mampu menjadi alternatif konsumsi bagi energi dalam mendorong pertumbuhan ekonomi.

H₃ = Terdapat hubungan dan pengaruh yang berimplikasi positif dan searah secara parsial antara Konsumsi Energi (EC) dan Pertumbuhan Ekonomi (GDP)

Model hubungan dan pengaruh

Berdasarkan penelitian terdahulu dalam membangun hipotesis-hipotesis di atas, maka kerangka konseptual model utama antar variabel, sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka model penelitian

2. METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan analisis data panel (Baltagi, 2005). Pada penelitian ini dilakukan penelitian dengan model kuantitatif berbasis ekonometrik, pertama untuk meneliti hubungan jangka panjang antar variabel kami menggunakan uji kointegrasi Johansen yang diawali dengan uji akar unit Johansen Fisher data panel dikembangkan oleh Maddala & Wu (1999). Namun, kami menggunakan model statis data panel yang dikembangkan oleh Baltagi (2005) sebagai model utama dalam penelitian ini. Hal ini dikarenakan penggunaan data panel berupa gabungan antara data tahunan (time series) dan data negara yang dipilih sebagai sampel penelitian (cross section). Formula umum yang digunakan, dituangkan dalam persamaan berikut:

$$\ln Y_{i,t} = \beta_1(\ln X_{1,i,t}) + \beta_2(\ln X_{2,i,t}) + \alpha_i + e_{i,t} \quad (1)$$

Sumber data, unit analisis, dan operasional variabel

Untuk menganalisa efek dari emisi gas karbon dan konsumsi energi terhadap pertumbuhan ekonomi penelitian ini menggunakan data panel seimbang yang dikumpulkan melalui data sekunder dan mencakup data runtut waktu selama 41 tahun dengan unit analisis data berbentuk data tahunan

(*annual data*) sejak tahun 1974 sampai dengan 2014 pada negara-negara OKI. Untuk memenuhi kriteria penelitian ini, data dipilih dan diseleksi dari total 57 negara yang terdaftar sebagai anggota OKI ada 21 negara yang kemudian ditetapkan memenuhi kriteria data penelitian dan memiliki ketersediaan data. Data-data tersebut diperoleh dari data bank dunia melalui data set *World Development Indicator* (WDI) sebanyak 861 observasi dengan total 2583 dataset.

Penentuan rentang data sejak 1974-2014 dalam penelitian ini bertujuan untuk memenuhi model penelitian dengan rancangan model data panel seimbang (*balanced panel data*) dengan kriteria *complete panel data* (Jacob, Sumarjaya, & Susilawati, 2014). Lebih lanjut lagi, pemilihan rentang data tersebut didasari oleh ketersediaan data pada database WDI dalam rangka memaksimalkan pembentukan model dan meminimalisir bias penelitian serta menghindari erosi data (*data attrition*) pada analisis data panel (Andres & Bahuguna, 2020) yang harapannya meningkatkan ketahanan model penelitian. Hal ini dikarenakan berdasarkan hasil *collecting* data, diketahui bahwa ketersediaan data pada negara-negara OKI terpilih hingga saat ini memiliki ketersediaan data paling lengkap hingga tahun 2014 saja.

Terdapat beberapa variabel dalam penelitian ini: Pertumbuhan Ekonomi yang merupakan nilai GDP atas harga tetap (*constant GDP*) dalam satuan US dollar yang disimbolkan dengan GDP, emisi gas karbon merupakan jumlah emisi gas karbon pada negara-negara yang terpilih dengan satuan kilo tons disimbolkan dengan CO2, sedangkan konsumsi energi merupakan konsumsi minyak dalam satuan kilogram per capita yang disimbolkan dengan EC. Selain itu, pada bagian pengujian terhadap ketahanan model kami menambahkan variabel pertumbuhan populasi sebagai variabel bebas tambahan untuk melihat perubahan pengaruh variabel-variabel pada model utama.

Penelitian ini terlebih dahulu melogaritmakan nilai dari setiap variabel penelitian sebagaimana yang dijelaskan oleh Manning (1998). Hal ini dilakukan agar bisa mengatasi masalah ketimpangan data yang tinggi. $\ln Y_{i,t}$ merupakan logaritma natural dari variabel terikat penelitian, dimana i merupakan symbol data *crosssection* dalam penelitian, sedangkan t merupakan data waktu (*time*) penelitian yang dilakukan. β_1 merupakan koefisien variabel $\ln X_1$ yang merupakan logaritma natural dari variabel X_1 , β_2 merupakan koefisien variabel $\ln X_2$. Adapun α_i merupakan konstanta *impact* dari data *cross section* dalam hal ini model merupakan konstanta dalam bentuk *within estimator* dan $e_{i,t}$ adalah standar error model penelitian.

Dengan memasukkan variabel dari penelitian, yakni Pertumbuhan ekonomi sebagai Y, Emisi gas karbon sebagai X1 dan Konsumsi energi sebagai X2, maka model umum di atas menjadi model ekonometrika sebagai berikut:

$$\ln GDP_{i,t} = \beta_1(\ln CO_{2,i,t}) + \beta_2(\ln EC_{i,t}) + \alpha_i + e_{i,t} \quad (2)$$

Dengan demikian $\ln GDP_{i,t}$ merupakan logaritma natural dari Pertumbuhan Ekonomi (GDP) dan β_1 merupakan koefisien dari Emisi logaritma natural gas karbon $\ln CO_2$ adapun dan β_2 merupakan koefisien dari Emisi logaritma natural Konsumsi energi $\ln EC$, sedangkan α_i konstanta nilai intersep Negara Oki ke- i $e_{i,t}$ merupakan standar error model. Seluruh koefisien ditujukan pada data ke- i tahun ke- t .

Tabel 1. Operasional variabel

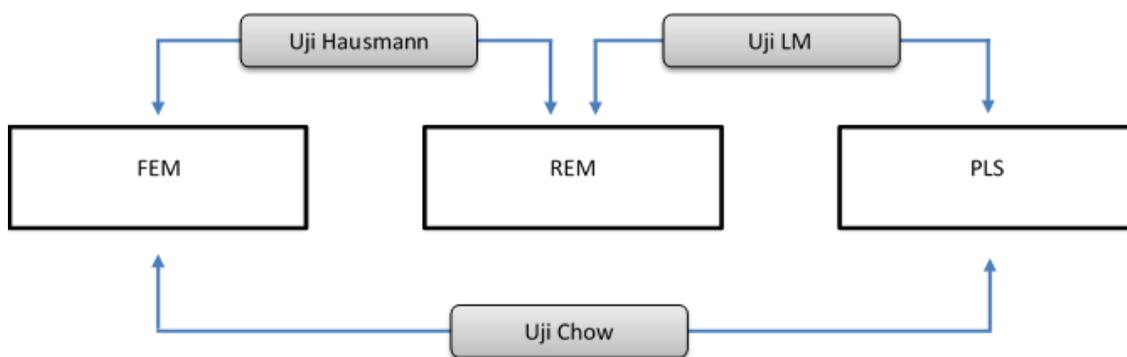
Variabel	Notasi	Definisi	Satuan	Ketersediaan data	Sumber
Model Utama					
Pertumbuhan Ekonomi	lnGDP	GDP Konstan 2010	USD	1974-2014	WDI
Emisi Gas Karbon	lnCO2	CO2 Emission	Kilo tons	1974-2014	WDI
Konsumsi energi	lnEC	Energi consumption	Kilogram oil/capita	1974-2014	WDI
Variabel tambahan untuk <i>robustness</i>					
Pertumbuhan penduduk	POP_Growth	Population growth	Percent	1974-2014	WDI

Langkah-langkah analisis data

Sebelum kami memproses data panel secara lebih mendalam, kami pertama kali melakukan uji akar unit kepada ketiga variabel terpilih baik yang dependen maupun independen untuk menentukan terkait stasioner atau tidaknya suatu data. Hal ini dilakukan karena pada penelitian ini kami juga melihat hubungan jangka panjang antar variabel yang diteliti sebelum dimasukkan ke dalam model statis.

Selanjutnya, dilanjutkan dengan pengujian kointegrasi menggunakan *trace test* dan *Max-Eigen test* untuk melihat hubungan jangka panjang serta ketahanan model menggunakan turunan yang pertama dari variabel yang diuji.

Pada tahap selanjutnya, dilakukan estimasi data panel dari semua model yang mungkin terbentuk baik *Common Effect Model* (CEM) atau *Ordinary least Square* (OLS), *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Random Effect Model*. Selanjutnya, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model yang paling tepat yaitu menggunakan proses uji Chow dan Hausmann.



Gambar 2. Langkah pemilihan model terbaik data panel

Setelah diperoleh model terbaik berdasarkan analisis sebelumnya, pada tahap penetapan model, dilakukan estimasi terhadap model terpilih di antara ketiga model yang ada. Selanjutnya, untuk menguji ketahanan model dan penetapan kesimpulan, kami melakukan uji ketahanan model dengan *Robustness Analysis* sebagaimana banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya, semisal Liu et al. (2020). Pada penelitian ini ketahanan model diestimasi menggunakan *M-Estimation* melalui turunan pertama dari setiap variabel serta dilakukan pembuatan model baru dengan menambahkan variabel bebas untuk menguji konsistensi pada model utama dengan model OLS yang sesuai dengan model terpilih data panel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

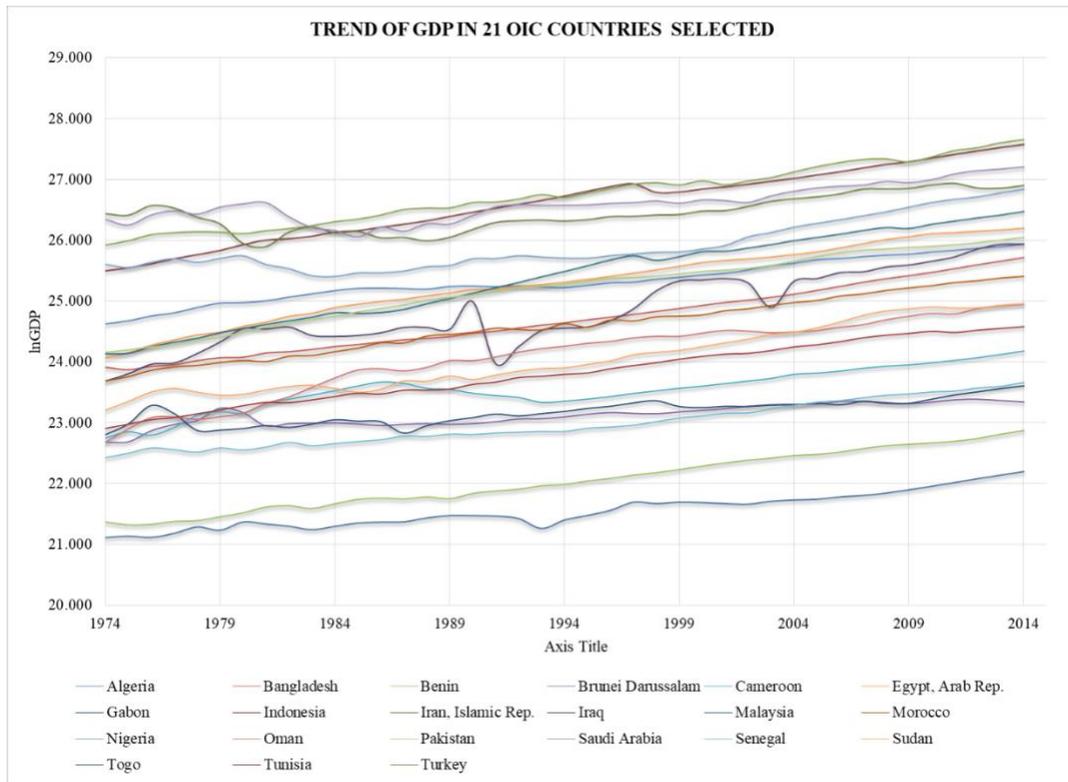
Statistik deskriptif variabel

Tabel 1 menunjukkan statistik deskriptif dasar dari tiga variabel terpilih dalam penelitian yang menunjukkan data nilai rata-rata, standar deviasi, nilai terendah, nilai tertinggi, probabilitas serta jumlah observasi setiap variabel.

Tabel 2. Statistik deskriptif variabel terpilih

Variabel	Definition	Mean	Std. Deviation	Min	Max	Prob	N Obs
GDP	GDP Constant 2010 in USD	24,57117	1,534626	21,10452	27,65617	0,000002	861
CO2	CO2 Emission in kilo tons	10,09338	1,794689	5,562054	13,38393	0,000000	861
EC	Energi Consumption in kilogram oil per capita	6,631488	0,985402	4,558648	9,193952	0,000000	861

Grafik 1 menunjukkan *trend* dari setiap variabel dari tahun 1974-2014 dari data diketahui bahwa berdasarkan grafik bahwa GDP pada 21 negara OKI tersebut walaupun memiliki volatilitas yang cukup beragam sejak tahun 1974 - 2014, namun menunjukkan trend yang terus meningkat.



Grafik 1. Trend GDP di 21 Negara-Negara OKI Terpilih

Uji akar unit dan Uji Kointegrasi data panel

Hasil dari analisa akar unit bisa dilihat pada tabel 2. Sebagaimana yang dapat kita lihat bahwa pada tingkat level dua variabel yaitu GDP dan CO2 tidak stasioner, sedangkan EC pada tingkat level masih stasioner tingkat alpha 5%, namun secara keseluruhan variabel menunjukkan bahwa data tidak stasioner di tingkat level. Sedangkan jika kita lihat pula dalam tabel, bahwa seluruh variabel yang ada menunjukkan stasioner pada saat dilakukan uji akar unit pada *first difference*. Oleh karena itu pada variabel ini selanjutnya untuk melihat hubungan jangka panjang serta ketahanan model dilakukan menggunakan turunan yang pertama dari variabel yang diuji.

Tabel 3. Uji Akar Unit data panel

Variabel	IPS	Fisher-ADF	Fisher-PP	Common Unit Root Test
Level				
GDP	5,14005	23,8348	37,5041	0,19695
CO2	0,95569	42,0106	49,0371	-4,52210***
EC	-0,30594	55,1584*	64,6290**	-3,43780***
First Different				
GDP	-14,6749***	289,055***	454,749***	-10,6167***
CO2	-18,3182***	372,560***	676,930***	-15,8981***
EC	-16,1953***	321,854***	531,330***	-13,1822***
*sig. level 10%				
** sig. level 5%				
***sig. level 1%				

Hasil dari langkah analisis kedua uji kointegrasi diperoleh hasil pada tabel 3 terlihat bahwa baik dari hasil uji kointegrasi dengan *trace test* maupun *Max-Eigen test* didapati adanya hubungan jangka panjang antar variabel yang ada dengan tingkat signifikansi level 1%. Dengan demikian melalui uji kointegrasi ini bisa diketahui bahwa dalam data penelitian ini GDP, CO2 dan EC saling berhubungan dalam jangka waktu yang panjang.

Tabel 4. Uji kointegrasi

Hypothesized No. of CE(s)	Trace test			Max-Eigen Test		
	Eigenvalue	Trace Statistic	Critical Value at 5%	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	Critical Value at 5%
None *	0.348754	797.2055***	35.19275	0.348754	333.2302***	22.29962
At most 1 *	0.275504	463.9753***	20.26184	0.275504	250.4112***	15.89210
At most 2 *	0.240319	213.5641***	9.164546	0.240319	213.5641***	9.164546

***Menunjukkan signifikansi pada level 1%

Model Data Panel

Hasil pengujian tiga model CEM atau OLS, FEM dan REM) dapat dilihat pada pada tabel 5. Dalam tabel tersebut menunjukkan bahwa baik dalam model CEM, FEM maupun REM tingkat probabilitas hubungan dari variabel independen yakni CO2 dan EC terhadap variabel dependen GDP adalah signifikan pada level 1%. Seluruh variabel independen berpengaruh secara positif terhadap GDP kecuali hubungan EC terhadap GDP yang terdapat pada CEM. Namun, untuk menentukan model yang paling sesuai dalam analisa panel, dengan melakukan serangkain uji untuk memilih model terbaik diantara ketiga model yang ada.

Tabel 5. Model Analisis Data Panel

Variabel	CEM		FEM		REM	
	Coefficient	Std. Error	Coefficient	Std. Error	Coefficient	Std. Error
Constant	16,59875***	0,108387	16,76425***	0,145539	16,77078***	0,163382
CO2	0,835516***	0,008333	0,618019***	0,017216	0,646615***	0,016148
EC	-0,069480***	0,015177	0,236601***	0,029757	0,192093***	0,028010

Oleh karena itu, pertama kami melakukan pemilihan antara model CEM dan FEM dengan melakukan uji Chow untuk memilih model yang terbaik antar keduanya. Hasil Uji Chow bisa terlihat pada tabel 6, terlihat bahwa effect test pada data *cross section* penelitian menunjukkan nilai probabilitas 0,0000 sehingga H0 ditolak dan model yang dipilih dari kedua model adalah model FEM. Maka dari itu karena yang terpilih adalah model FEM, selanjutnya kami melakukan perbandingan dan pemilihan antara model FEM dan model REM dengan melakukan uji Hausman.

Tabel 6. Uji Chow

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	121.546737	(20,838)	0.0000
Cross-section Chi-square	1171.994357	20	0.0000

Dengan melakukan uji hausman pada model REM kami mendapatkan hasil yang tertera pada tabel 6 dimana probabilitas lebih kecil dari alpha 5% dan menyentuh signifikansi pada level 1% sehingga bisa disimpulkan bahwa model yang sesuai digunakan adalah model FEM.

Tabel 7. Uji Hausman

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	23.131722	2	0.0000

Estimasi Model efek tetap data panel

Dari hasil pengujian yang dilakukan sebelumnya, maka diketahui bahwa model terbaik dalam menginterpretasi dan mengestimasi data penelitian dengan sampel yang kami gunakan adalah model FEM, maka dari tabel 8 bisa dilihat hasil dari estimasi model menggunakan model efek tetap, tabel 8 juga menunjukkan hasil dari variabel kontrol CO2 dan EC sebagaimana terdapat pada persamaan (2). Kolom 1 pada tabel menunjukkan koefisien pengaruh variabel kontrol terhadap variabel terikat, sedang kolom 2 dan 3 secara berurutan menunjukkan standar error dan nilai t-statistik dari masing-masing variabel.

Tabel 8. Estimasi Model

Variabel	<i>Fixed Effect Model (FEM)</i>		
	Coefficient	Std. Error	t-statistic
Constant	16,76425***	0,145539	115,1875
CO2	0,618019***	0,017216	35,89889
EC	0,236601***	0,029757	7,950985

***Menunjukkan signifikansi pada level 1%

Dari model FEM berdasarkan tabel 8 bisa disimpulkan bahwa variabel CO2 dan dan EC memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel GDP pada tingkat level 1%, dengan nilai *t-statistic* lebih besar daripada t-tabel. Konstanta model (α_i) sesuai dengan persamaan (2) pada penelitian ini adalah 16,76425 dengan efek setiap *cross section* terhadap model bisa dilihat pada tabel 9. Sedangkan tabel 8 sendiri adalah model FEM dengan pola *within estimator*.

Tabel 9. Efek Setiap Negara terhadap Model

Turkey	0.957471
Indonesia	0.803018

Nigeria	0.751858
Bangladesh	0.678398
Sudan	0.489276
Cameroon	0.316645
Saudi Arabia	0.205191
Iran, Islamic Rep.	0.204838
Morocco	0.120236
Pakistan	0.098957
Algeria	0.012746
Egypt, Arab Rep.	-0.030882
Malaysia	-0.074266
Senegal	-0.188612
Tunisia	-0.419799
Iraq	-0.420924
Oman	-0.480837
Benin	-0.493420
Gabon	-0.634105
Togo	-0.879320
Brunei Darussalam	-1.016469

Berdasarkan hasil analisis diperoleh pula koefisien determinasi *R-squared* penelitian sebesar 0,981441 dengan demikian bahwa secara simultan dan bersama-sama dalam model penelitian ini variabel kontrol CO2 dan EC bisa menerangkan variasi variabel terikat GDP sebesar 98,14% dengan nilai *F-Statistic* 2014,313 dengan demikian H1 penelitian ini dapat diterima sebagai bahan diskusi selanjutnya.

Tabel 10. Hasil Analisis Data

Cross-section fixed (dummy variabls)	
R-squared	0.981441
Adjusted R-squared	0.980954
S.E. of regression	0.211792
Sum squared resid	37.58910
Log likelihood	126.3532
<i>F-Statistic</i>	2014.313
Prob(<i>F-Statistic</i>)	0.000000

Artinya bahwa di negara-Negara OKI variabel lingkungan dan Energi ini memang sejalan dengan pertumbuhan ekonomi Negara tersebut dan dalam model penelitian ini berarti kedua variabel tersebut merupakan determinan yang harus diperhatikan dalam mencapai pertumbuhan berkelanjutan di Negara-Negara OKI khususnya di 21 Negara OKI yang menjadi sampel penelitian ini.

Emisi Gas karbon dan Pertumbuhan Ekonomi di Negara OKI

Emisi Gas karbon pada penelitian ini diketahui termasuk faktor yang tumbuh sejalan dengan perkembangan ekonomi di negara-negara OKI. Hal ini terlihat dari koefisien pengaruhnya yang mencapai 0,618019 dengan nilai probabilitas sangat signifikan dengan nilai t-statistic sebesar 35,89889 dan standar error 0,017216. Hal ini mendukung banyak penelitian sebelumnya bahwa memang dalam pertumbuhan ekonomi hubungan antara kedua variabel ini adalah saling beriringan secara positif (Acheampong, 2018; Bélaïd & Youssef, 2017; Antonakakis, et al., 2017). Penelitian ini secara tidak langsung menambah bukti dari sudut pandang bahwa emisi gas karbon saat ini memang masih berpengaruh positif dan mendukung pernyataan pada H2, namun fakta model ini juga menghasilkan hal yang dilematis mengingat dampak emisi gas karbon yang buruk terhadap lingkungan (Bélaïd & Youssef, 2017). Oleh karenanya perlu perhatian serius bagi setiap pemangku kebijakan untuk membangun inovasi industri dan produksi untuk memecahkan problematika ini, dan ini menjadi tantangan besar bagi setiap komponen di negara-negara OKI untuk bisa menyusun strategi pertumbuhan ekonomi yang lebih ramah lingkungan. Dengan demikian, perlu ada perhatian lebih dalam menyusun strategi agar *green economy* mampu mensupport Pertumbuhan Ekonomi yang kemudian menerapkan strategi tersebut secara kuat dan tegas, saran ini juga dikemukakan oleh beberapa peneliti semisal Wasti & Zaidi (2020) saat membahas tentang Emisi dan gas Karbon di Kuwait yang merupakan bagian dari Negara OKI terlebih lagi secara empiris telah terbukti di banyak penelitian bahwa GDP dan CO2 saling tumbuh bersamaan dan seiring dengan semakin kayanya sebuah negara, sehingga perlu pula ada keseriusan untuk membangun strategi untuk dekarbonisasi

(Hannesson, 2019) agar pertumbuhan yang dihasilkan itu semakin ramah lingkungan.

Konsumsi energi dan Pertumbuhan Ekonomi di Negara OKI

Adapun konsumsi energi pada penelitian ini juga menjadi determinasi penting pada pertumbuhan ekonomi negara-negara OKI, dapat dilihat melalui nilai koefisien pengaruh 0,236601 dengan nilai probabilitas yang signifikan dan menghasilkan t-statistic sebesar 7,950985 dan standar error 0,029757. Artinya bahwa peran konsumsi energi dalam menyumbang pertumbuhan GDP adalah 23,66% dari setiap kenaikan 1 angka GDP. Memang koefisien konsumsi energi ini belum terlalu besar namun tetap memberikan efek positif yang signifikan sebagaimana di banyak model penelitian sebelumnya (Kuznetsova & Kravchenko, 2020; Formánek, 2020). Yang perlu diperhatikan disini adalah bahwa dalam penelitian ini penyumbang konsumsi energi masih dalam bentuk energi konvensional minyak yang dihasilkan dari fosil, perlu ada peningkatan konsumsi energi dalam bentuk energi-energi terbarukan sehingga konsumsi energi bisa dialihkan ke dalam bentuk yang ramah lingkungan selain itu juga perlu ada strategi dan inovasi berkelanjutan dalam meningkatkan konsumsi energi yang menopang pembangunan ekonomi berkelanjutan di Negara-Negara OKI penjelasan ini juga mengindikasikan bahwa *H3* dari penelitian ini dapat diterima.

Uji Ketahanan (*Robustness Analysis*)

Sebagai tambahan kami melakukan uji ketahanan model dengan *Robustness Analysis* sebagaimana banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya, semisal Liu et al. (2020). Pada penelitian ini ketahanan model diestimasi menggunakan *M-Estimation* melalui turunan pertama dari setiap variabel dengan persamaan sebagai berikut:

$$d(\ln GDP_{i,t}) = \beta_1(d(\ln CO2_{i,t})) + \beta_2(d(\ln EC_{i,t})) + \alpha_i + e_{i,t} \quad (3)$$

Dari hasil estimasi diketahui bahwa dari penelitian ini terdapat konsistensi hubungan secara linear dari model-model yang dilakukan, namun perbedaan terdapat pada koefisien variabel kontrol mana yang lebih besar koefisiennya dalam mempengaruhi variabel terikat. Pada model FEM yang lebih besar efeknya terhadap GDP adalah CO2 sementara dalam uji ketahanan yang lebih besar adalah EC. Namun secara umum dari kedua model menunjukkan bahwa variabel kontrol CO2 dan EG memiliki hubungan searah yang bersifat positif.

Tabel 11. Uji Ketahanan Model

Dependent Variabel: D(GDP)
 Method: Robust Least Squares
 Sample (adjusted): 1975 2014
 Included observations: 840 after adjustments
 Method: M-estimation
 M settings: weight=Bisquare, tuning=4.685, scale=MAD (median centered)
 Huber Type I Standard Errors & Covariance

Variabel	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.038566	0.001392	27.69613	0.0000
D(CO2)	0.036501	0.007537	4.843004	0.0000
D(EC)	0.078758	0.016492	4.775492	0.0000

$$d(\ln GDP_{i,t}) = 0,038566 + 0,036501 (d(\ln CO2_{i,t})) + 0,078758 (d(\ln EC_{i,t})) + e_{i,t}$$

Selain itu, kami mencoba memvariasikan model dengan menambah variabel kontrol (independen) yakni variabel pertumbuhan populasi pada negara-negara tersebut dan kembali memproses model dengan model FEM dan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 12. Variasi Uji Ketahanan Model

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	17.12310	0.174343	98.21524	0.0000
CO2	0.608170	0.017297	35.16021	0.0000
EC	0.213038	0.030225	7.048434	0.0000
POP_Growth	-0.040800	0.011097	-3.676746	0.0003

$$\ln GDP_{i,t} = 17,12310 + 0,608170 \ln CO2_{i,t} + 0,213038 \ln EC_{i,t} + e_{i,t}$$

Dari tabel 12 diketahui bahwa model dengan tiga variabel independen dengan penambahan Pertumbuhan populasi pada tiap-tiap negara memiliki konsistensi dengan model dasar *Green*

Economy yang ada. Pada model ini, populasi sebagai variabel kontrol memberikan efek negatif dan signifikan terhadap GDP. Hal ini disebabkan bahwa semakin banyak populasi pada sebuah negara akan semakin membagi output produksi menjadi lebih banyak, sehingga jika diasumsikan bahwa GDP bersifat konstan dan populasi bertambah maka akan memperkecil porsi GDP dalam sebuah negara karena penduduk akan menyerap hasil dari output produksi yang dihasilkan. Namun secara umum, terbukti bahwa model data panel di awal merupakan model yang konsisten dengan adanya variasi model dengan tiga variabel independen penelitian.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian kuantitatif ini dapat disimpulkan bahwa: *Pertama*, Terdapat hubungan dan pengaruh antara CO₂ dan EC terhadap GDP baik dalam jangka pendek maupun panjang di Negara-Negara OKI. dari aspek hubungan jangka panjang terdapat kointegrasi antar variabel baik emisi gas karbon CO₂, konsumsi energi EC dan pertumbuhan ekonomi GDP. Berdasarkan model utama analisis Panel dengan model efek tetap (FEM) disimpulkan bahwa baik secara variabel-variabel kontrol yaitu CO₂ dan EC berpengaruh positif dan signifikan terhadap GDP. *Kedua*, Secara parsial terdapat hubungan dan pengaruh antara Emisi gas karbon (CO₂) terhadap Pertumbuhan Ekonomi (GDP) dengan pertumbuhan yang beriringan secara positif dan signifikan sehingga perlu perhatian mendalam dan fokus dalam menyusun strategi *green economy* dan dekarbonisasi di Negara-Negara OKI yang nantinya harus dilaksanakan secara ketat dan tegas.

Ketiga, Secara parsial terdapat hubungan dan pengaruh antara Konsumsi Energi (EC) dan Pertumbuhan Ekonomi (GDP) secara positif dan signifikan namun masih belum seimbang dengan pertumbuhan pada emisi gas karbon, maka untuk mensupport konsumsi energi perlu ada diversifikasi konsumsi ke arah Energi terbarukan serta transfer konsumsi dari energi fosil ke arah energi alternatif yang ramah lingkungan.

Penelitian ini sebagai bagian dalam melengkapi penelitian-penelitian sebelumnya yang tentu memiliki batasan dan perlu terus untuk dilakukan pendalaman dan penguatan. Penelitian-penelitian selanjutnya diharapkan mampu untuk memperkuat hasil dan rekomendasi penelitian ini dengan melakukan penelitian model-model dinamis yang lebih kompleks dengan objek negara-negara OKI dalam isu lingkungan, energi dan pertumbuhan ini selain itu para peneliti selanjutnya juga diharapkan mampu menganalisa sejauh mana strategi-strategi dan inovasi di bidang lingkungan dan energi telah dilaksanakan di negara-negara OKI dan sudah sejauh mana implikasi dari kebijakan-kebijakan, strategi serta inovasi tersebut berperan dalam mendorong pembangunan berkelanjutan di negara-negara OKI.

REFERENSI

- Abban, O. J., Wu, J., & Mensah, I. A. (2020). Analysis on the nexus amid CO₂ emissions, energy intensity, economic growth, and foreign direct investment in Belt and Road economies: does the level of income matter? *Environmental Science and Pollution Research*, (13). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07685-9>
- Acheampong, A. O. (2018). Economic growth, CO₂ emissions and energy consumption: What causes what and where? *Energy Economics*, 74, 677–692. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.022>
- Andres, L. A., & Bahuguna, A. (2020). Overcoming missing data bias in water utility indicators by using nested balanced panels. *Utilities Policy*, 67(November 2019), 101109. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101109>
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Filis, G. (2017). Energy consumption, CO₂ emissions, and economic growth: An ethical dilemma. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(September 2016), 808–824. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.105>
- Awodumi, O. B., & Adewuyi, A. O. (2020). The role of non-renewable energy consumption in economic growth and carbon emission: Evidence from oil producing economies in Africa. *Energy Strategy Reviews*, 27, 100434. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100434>
- Bélaïd, F., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.012>
- Benali, N., & Feki, R. (2020). Evaluation of the relationship between freight transport, energy

- consumption, economic growth and greenhouse gas emissions: the VECM approach. *Environment, Development and Sustainability*, 22(2), 1039–1049. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0232-x>
- Formánek, T. (2020). Semiparametric spatio-temporal analysis of regional GDP growth with respect to renewable energy consumption levels. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 36(1), 145–158. <https://doi.org/10.1002/asmb.2445>
- Hannesson, R. (2019). CO2 intensity and GDP per capita. *International Journal of Energy Sector Management*, 14(2), 372–388. <https://doi.org/10.1108/IJESM-02-2019-0011>
- Jacob, C. A., Sumarjaya, I. W., & Susilawati, M. (2014). Analisis Model Regresi Data Panel Tidak Lengkap Komponen Galat Dua Arah dengan Penduga Feasible Generalized Least Square (FGLS). *Jurnal Matematika*, 4(1), 22–38.
- Kumar, S., & Muhuri, P. K. (2019). A novel GDP prediction technique based on transfer learning using CO2 emission dataset. *Applied Energy*, 253(January 2018), 113476. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113476>
- Kuznetsova, N. V., & Kravchenko, A. A. (2020). The problems of China as a major consumer of energy resources. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(1), 331–341. <https://doi.org/10.32479/ijeep.8478>
- Maddala, G. ., & Wu, S. (1999). A COMPARATIVE STUDY OF UNIT ROOT TESTS WITH PANEL DATA AND A NEW SIMPLE TEST. *Offord Bulletin of Economics and Statistics*, (Special Issue), 631–652.
- Manning, W. G. (1998). The logged dependent variable, heteroscedasticity, and the retransformation problem. *Journal of Health Economics*, 17(3), 283–295. [https://doi.org/10.1016/S0167-6296\(98\)00025-3](https://doi.org/10.1016/S0167-6296(98)00025-3)
- Mardani, A., Streimikiene, D., Cavallaro, F., Loganathan, N., & Khoshnoudi, M. (2019). Carbon dioxide (CO2) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017. *Science of the Total Environment*, 649, 31–49. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.229>
- Mezghani, I., & Ben Haddad, H. (2017). Energy consumption and economic growth: An empirical study of the electricity consumption in Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75(June 2015), 145–156. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.058>
- OIC. (2018a). *OIC Resolution Number OIC/CFM-45/2018/ST/RES/ FINAL*.
- OIC. (2018b). *The OIC Youth Strategy*.
- OIC. (2019). *OIC ENVIRONMENT REPORT 2019*.
- Ozcan, B., Tzeremes, P. G., & Tzeremes, N. G. (2020). Energy consumption, economic growth and environmental degradation in OECD countries. *Economic Modelling*, 84(September 2018), 203–213. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.04.010>
- Ratnasari, R. T., & Rahmandani, N. (2020). The correlation of financial development on energy consumption: A study case in Indonesia. *Test Engineering and Management*, 83(3560), 3560–3564.
- Raza, S. A., Shah, N., & Khan, K. A. (2020). Residential energy environmental Kuznets curve in emerging economies: the role of economic growth, renewable energy consumption, and financial development. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(5), 5620–5629. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06356-8>
- Wasti, S. K. A., & Zaidi, S. W. (2020). An empirical investigation between CO2 emission, energy consumption, trade liberalization and economic growth: A case of Kuwait. *Journal of Building Engineering*, 28(November 2019), 101104. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101104>
- Yang, L., Hui, P., Yasmeen, R., Ullah, S., & Hafeez, M. (2020). Energy consumption and financial development indicators nexuses in Asian economies: a dynamic seemingly unrelated regression approach. *Environmental Science and Pollution Research*, (2018). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08123-6>