

## KONTRIBUSI ENERGI TERBARUKAN TERHADAP PDB MELALUI EMISI KARBON: STUDI PADA NEGARA OKI BERPENDAPATAN MENENGAH ATAS

*Iqbal Firmani*

Email: [Iqbalfirmani205@gmail.com](mailto:Iqbalfirmani205@gmail.com)

(STAI Ihyaul Ulum Gresik)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh energi terbarukan terhadap pertumbuhan ekonomi melalui emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebagai variabel mediasi, dengan menggunakan pendekatan analisis jalur (*path analysis*). Studi dilakukan pada 13 negara Organisasi Kerja Sama Islam (OKI) dengan Produk Domestik Bruto (PDB) menengah keatas dalam rentan waktu 2001–2021. Variabel yang dianalisis mencakup penggunaan energi terbarukan, emisi CO<sub>2</sub>, Produk PDB per kapita, dan *Foreign Direct Investment* (FDI) sebagai variabel kontrol.

Hasil analisis menunjukkan bahwa energi terbarukan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub>, dan emisi CO<sub>2</sub> juga berpengaruh negatif signifikan terhadap PDB per kapita. Selain itu, energi terbarukan secara langsung juga menunjukkan pengaruh negatif terhadap PDB per kapita, sementara FDI sebagai variabel kontrol memiliki pengaruh positif signifikan. Uji Sobel menunjukkan bahwa emisi CO<sub>2</sub> memediasi secara signifikan pengaruh energi terbarukan terhadap PDB per kapita, dengan nilai  $t$ -hitung 2,31 >  $t$ -tabel 1,97.

Temuan ini menunjukkan bahwa melalui pengurangan emisi karbon dioksida, penggunaan energi terbarukan memiliki Kontribusi positif secara tidak langsung terhadap peningkatan PDB. Penggunaan energi terbarukan dapat mereduksi emisi karbon dioksida dalam jangka panjang, hal ini akan memperbaiki kondisi lingkungan dan kesehatan publik. Dengan terjaganya kualitas lingkungan dan kesehatan maka masa depan perekonomian suatu negara tentu akan lebih baik. Implikasi dari penelitian ini menekankan pentingnya pengembangan energi bersih dalam jangka anjang sebagai strategi menuju pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

**Kata kunci:** Energi terbarukan, Emisi CO<sub>2</sub>, PDB per kapita, FDI, Analisis jalur, Negara OKI

## Pendahuluan

Isu perubahan iklim dan penurunan kualitas lingkungan global telah menjadi perhatian utama dalam agenda pembangunan berkelanjutan. Salah satu faktor utama yang memengaruhi kerusakan lingkungan adalah emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang berasal dari konsumsi energi berbasis fosil. Dalam konteks ini, transisi menuju energi terbarukan tidak hanya dilihat sebagai solusi lingkungan, tetapi juga sebagai strategi ekonomi jangka panjang.

Negara-negara anggota Organisasi Kerja Sama Islam (OKI) yang berada dalam kategori pendapatan menengah atas, seperti Indonesia, Turki, Pakistan, dan Uzbekistan, menghadapi tantangan ganda: menjaga momentum pertumbuhan ekonomi sekaligus menurunkan ketergantungan terhadap energi fosil. Di satu sisi, pengembangan energi terbarukan diharapkan dapat menurunkan emisi CO<sub>2</sub>. Di sisi lain, adopsi energi hijau dalam jangka pendek dapat menimbulkan biaya transisi yang memengaruhi output ekonomi.<sup>1</sup>

Beberapa studi menunjukkan bahwa penggunaan energi terbarukan memiliki hubungan yang kompleks terhadap pertumbuhan ekonomi. Sebagian penelitian menemukan bahwa dalam jangka pendek, kontribusinya terhadap PDB belum signifikan karena masih rendahnya efisiensi dan tingginya biaya awal.<sup>2</sup> Namun, dalam jangka panjang, energi bersih justru menjadi pendorong pertumbuhan ekonomi yang lebih berkelanjutan.<sup>3</sup> Dalam konteks ini, emisi karbon dapat berperan sebagai variabel mediasi yang menjembatani pengaruh energi terbarukan terhadap ekonomi.

Studi lintas negara terhadap negara-negara OKI berpendapatan menengah atas menjadi penting mengingat karakteristik struktural ekonomi mereka yang mirip:

---

<sup>1</sup> Sadorsky, P., "Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies". *Energy Policy*, 37, 10, 2009, 4026.

<sup>2</sup> Al-mulali, U., & Che Sab, C. N. B. The Impact of Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emission on the Economic Growth of 16 Emerging Countries. *Energy*, 39 (1), 2012, 215

<sup>3</sup> Omri, A., Daly, S., Rault, C., & Chaibi, A. Financial Development, Environmental Quality, Trade and Economic Growth: What causes in MENA countries. *Energy Economics*, 48 (2), 2015, 247.

ketergantungan pada sektor primer, adopsi energi bersih yang masih terbatas, serta ketidakstabilan dalam arus investasi asing. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji apakah energi terbarukan memiliki pengaruh langsung maupun tidak langsung (melalui emisi CO<sub>2</sub>) terhadap pertumbuhan ekonomi di kelompok negara ini.

Baru-baru ini penelitian lintas negara khususnya negara OKI dilakukan oleh Rahmadani (2003) tentang pengaruh penggunaan energi terbarukan, emisi karbon dan FDI terhadap PDB di Negara-negara OKI. Pada penelitian ini disebutkan bahwa penggunaan renewable energi berpengaruh negatif terhadap produktifitas ekonomi negara berdasarkan analisis regresi data panel secara langsung<sup>4</sup>. Oleh karenanya pada penelitian ini akan dikembangkan dengan menganalisis pengaruh tersebut dengan analisis jalur melalui variable emisi CO<sub>2</sub>.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh energi terbarukan terhadap PDB per kapita secara langsung maupun melalui emisi CO<sub>2</sub> sebagai variabel mediasi. Selain itu, penelitian ini juga mempertimbangkan peran *Foreign Direct Investment* (FDI) sebagai variabel kontrol dalam model pertumbuhan ekonomi.

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian kausal. Tujuannya adalah untuk menguji pengaruh langsung dan tidak langsung antar variabel, khususnya pengaruh energi terbarukan terhadap pertumbuhan ekonomi melalui emisi CO<sub>2</sub> sebagai variabel mediasi. Untuk mengontrol ragam crossection antar negara ditambahkan variable FDI sebagai variable kontrol. Analisis dilakukan dengan menggunakan analisis jalur (*path analysis*) berbasis data panel.

*Purposive sampling* merupakan Teknik sampling yang diterapkan, sampel dipilih berdasarkan kriteria tertentu. Adapun penentuan kriteria ialah negara anggota OKI yang memiliki PDB menengah keatas. Teknik ini dipilih untuk

---

<sup>4</sup> Rahmadani Nadira, Puspita Dewi E. Pengaruh Energi Terbarukan, Emisi Karbon, Dan Foreign Direct Investment Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Negara Anggota OKI. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 9 (01), 2023, 415

meminimalisir ragam kondisi dimasing-masing negara. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh negara anggota Organisasi Kerja Sama Islam (OKI). Terdapat 13 negara yang memenuhi kriteria, yaitu: Albania, Cameroon, Comoros, Côte d'Ivoire, Gabon, Indonesia, Kyrgyzstan, Nigeria, Pakistan, Suriname, Tajikistan, Turki, dan Uzbekistan.

Data yang diolah dalam penelitian ini didapat dari publikasi World Bank. Data yang digunakan sebagai proksi antara lain PDB perkapita, prosentase konsumsi energi terbarukan terhadap total energi (%), FDI dan Emisi Karbon dioksida Perkapita. Adapun rentan waktu pengamatan ialaha 21 tahun, dimulai dari tahun 2001 sampai dengan tahun 2021.<sup>5</sup> Berikut tabel yang menjelaskan distribusi masing-masing variabel:

**Tabel 1.1. Distribusi Variabel**

Jenis Variabel	Nama Variabel	Proksi/Mewakili
Independen	Energi Terbarukan	Renewable energy consumption (% of total final energy consumption)
Dependen	PDB per kapita	Logaritma natural dari PDB per kapita (constant 2015 US\$)
Mediasi	Emisi CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> emissions per capita (metric tons per person)
Kontrol	FDI	<i>Foreign direct investment, net inflows</i> (% of GDP)

Analisis data dilakukan dengan analisis jalur (path analysis) yang terdiri dari dua model regresi utama, adapun 2 model regresi tersebut dijabarkan sebagai berikut:

**A. Model 1 (Pengaruh Energi Terbarukan terhadap Emisi CO<sub>2</sub>):**

<sup>5</sup> World Bank. (2021). *World Development Indicators*. <https://data.worldbank.org>

$$CO_{2it} = a + \beta_1 RE_{it} + \beta_2 FDI_{it} + e_{1it}$$

Variabel emisi karbon dioksida dilambangkan dengan  $CO_2$ , RE mewakili penggunaan energi terbarukan dan FDI sebagai *foreign direct investement*. I dan t melambangkan silang objek dan waktu. Untuk koefisien dilambangkan dengan  $\alpha$  dan standar eror ditunjukkan dengan lambang  $e$ .

**B. Model 2** (Pengaruh Energi Terbarukan dan Emisi  $CO_2$  terhadap PDB per kapita yang dikontrol dengan FDI):

$$\ln GDP_{it} = a + \beta_1 RE_{it} + \beta_2 CO_{2it} + \beta_3 FDI_{it} + e_{1it}$$

Model ini digunakan untuk melihat pengaruh variable independent terhadap variable dependen. Adapun logaritma natural PDB dilambangkan dengan Log GDP, penggunaan energi terbarukan dilambangkan dengan RE, emisi karbon dilambangkan dengan  $CO_2$ , dan Variabel control *Foreign Direct Investement* dilambangkan dengan FDI. Untuk melihat bagaimana pengaruh variable baik secara individu maupun secara parsial dapat dilihat berdasarkan uji t dan uji F.

Model estimasi menggunakan pendekatan regresi data panel dengan pemilihan model terbaik antara *Common Effect*, *Fixed Effect* dan *Random Effect* berdasarkan uji *Chow*, uji *Hausman* dan Uji *Lagrange Multiplier*. Adapun uji asumsi klasik tidak dilakukan, mengingat data yang diolah dalam penelitian ini berupa data panel, yang secara otomatis terbebas dari masalah asumsi klasik.

Untuk melihat pengaruh tidak langsung penggunaan energi terbarukan terhadap PDB Uji mediasi dilakukan dengan menggunakan uji Sobel, untuk melihat apakah emisi  $CO_2$  secara signifikan memediasi hubungan antara energi terbarukan dan PDB per kapita. Nilai t hitung dibandingkan dengan t tabel pada tingkat signifikansi 5% (0,05). Adapun untuk menghitung t hitung digunakan rumus :

$$t = \frac{ab}{\sqrt{(b^2 SE a^2) + (a^2 SE b^2)}}$$

Dimana :

a = jalur variable independent terhadap variable mediasi

b = jalur variable mediasi terhadap variable dependen

SE = standar eror

## Kerangka Teori

### A. Pertumbuhan Ekonomi dan Energi Terbarukan

Pertumbuhan ekonomi merupakan peningkatan kapasitas suatu perekonomian dalam menghasilkan barang dan jasa dari waktu ke waktu. Menurut Boediono pertumbuhan ekonomi terjadi ketika terjadi peningkatan output riil dalam jangka panjang.<sup>6</sup> Salah satu faktor pendorongnya adalah ketersediaan energi, teknologi, dan investasi.

Pada dasarnya, ekonomi negara berkembang mengalami pertumbuhan yang dipengaruhi oleh struktur sektor ekonomi, sumber daya alam, dan kemampuan menyerap teknologi. Pertumbuhan ini bisa dipercepat melalui efisiensi energi dan keterbukaan terhadap teknologi baru, termasuk dalam bidang energi alternatif.

Energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, angin, air, dan biomassa. Menurut Nasution<sup>7</sup> peran energi dalam pembangunan sangat krusial karena menjadi input utama dalam kegiatan ekonomi. Namun, jenis energi yang digunakan menentukan dampak lingkungannya.

Di banyak negara berkembang, transisi dari energi fosil ke energi terbarukan masih dihadapkan pada tantangan biaya, teknologi, dan regulasi. Oleh karena itu, Santosa berpendapat bahwa kontribusi energi terbarukan terhadap ekonomi bisa bersifat jangka panjang dan tidak langsung.<sup>8</sup> Dalam jangka pendek, pengaruhnya terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) mungkin belum terasa secara signifikan, namun dalam jangka panjang dapat menciptakan sistem ekonomi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Ha1: Penggunaan energi terbarukan berpengaruh negatif terhadap emisi CO<sub>2</sub>.

<sup>6</sup> Boediono. *Ekonomi Makro*. BPFE. Yogyakarta: 1999, 74.

<sup>7</sup> Nasution, A.. *Pembangunan Ekonomi dan Energi*. Lembaga Penerbit FEUI. Jakarta: 2010. 124.

<sup>8</sup> Santosa, H.. *Energi Terbarukan dan Pembangunan Berkelanjutan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta: 2013. 45.

Ha2: Penggunaan energi terbarukan berpengaruh negatif terhadap PDB per kapita.

Ha3: Emisi CO<sub>2</sub> berpengaruh negatif terhadap PDB per kapita

### **B. Emisi Karbon Sebagai Perantara**

Emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan gas rumah kaca utama yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Menurut Kuncoro (2013), emisi yang tinggi bukan hanya memperburuk lingkungan, tetapi juga berdampak pada kesehatan dan produktivitas masyarakat.<sup>9</sup>

Hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan emisi karbon sering kali membentuk pola yang dikenal dengan Environmental Kuznets Curve (EKC). Pada tahap awal pembangunan, emisi meningkat seiring pertumbuhan ekonomi, tetapi pada tingkat pendapatan tertentu, masyarakat mulai lebih peduli terhadap lingkungan, dan emisi cenderung menurun. Hal ini menjadikan emisi karbon sebagai variabel antara yang penting dalam menganalisis hubungan antara sumber energi dan pertumbuhan ekonomi.<sup>10</sup>

Berdasarkan teori mediasi terdapat variable mediasi untuk menjembatani hubungan kausalitas variable dependen dan independent.<sup>11</sup> Teori ini menjelaskan bahwa variabel mediasi dapat digunakan sebagai penghubung untuk melihat pengaruh antara variabel independen dan dependen. Jika energi terbarukan memengaruhi PDB melalui emisi CO<sub>2</sub>, maka emisi bertindak sebagai mediator.

Ha4: Emisi CO<sub>2</sub> memediasi hubungan antara penggunaan energi terbarukan dan PDB per kapita.

### **C. Foreign Direct Investment (FDI)**

Penanaman Modal Asing atau *Foreign Direct Investment* (FDI) merupakan investasi jangka panjang dari luar negeri dalam bentuk kepemilikan saham atau aset

---

<sup>9</sup> Kuncoro, M.. Ekonomi Pembangunan: Teori, Masalah dan Kebijakan. Erlangga. Jakarta: 2013. 24.

<sup>10</sup> Todaro, M. P., & Smith, S. C.. Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga (Edisi ke-9). Erlangga. Jakarta: 2006.

<sup>11</sup> Baron, R.M. & Kenny, D.A.. The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations. *Journal of personality and Social Psychology*. 51 (6), 1986, 1190.

produktif di suatu negara. Infestasi ini berperan cukup penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi karena tidak hanya membawa modal, tetapi juga teknologi dan keahlian manajerial.

Namun, pengaruh FDI terhadap lingkungan sangat bergantung pada sektor yang dimasuki. Jika FDI masuk ke sektor energi bersih, maka akan mendukung transisi energi dan menurunkan emisi. Sebaliknya, jika masuk ke industri padat karbon, maka justru dapat memperburuk kondisi lingkungan.<sup>12</sup>

**Ha5: Foreign Direct Investment (FDI) berpengaruh positif terhadap PDB per kapita.**

## Pembahasan

### A. Statistik Deskriptif

Distribusi dari seluruh data dimasing-masing varibel dapat dijelaskan melalui statistic deskriptif. Tabel.2.D memuat informasi terkait jumlah observasi, mean, standar deviasi, nilai tertinggi dan terendad dari data dari maisng masing variabel.

**Tabel 4.1. Statistik Deskriptif**

	Observasi	Mean	St. Dev	N. Tertinggi	N. Terendah
Ln GDP	273	7.6	0.91	9.43	5.12
Ren. Energy	273	47.02	27.2	91.3	0.80
CO <sub>2</sub> Emission	273	1.64	1.45	5.04	0.18
FDI	273	2.37	3.23	17.13	-8.4

Variabel log GDP memiliki rata-rata sebesar 7,6 dengan standar deviasi 0,91. Nilai tertinggi tercatat dimiliki oleh Turkey tahun 2013 sebesar 9,43, sementara nilai terendah adalah 5,12 di Tajikistan tahun 2001. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat pendapatan per kapita yang cukup signifikan antar negara dalam sampel. Variasi ini mencerminkan heterogenitas ekonomi di antara negara-negara

<sup>12</sup> Sukirno, S. *Pengantar Teori Mikroekonomi*. Raja grafindo Persada. Jakarta: 2011. 24.

OKI, mulai dari negara dengan struktur ekonomi relatif maju seperti Turki, hingga negara dengan pendapatan per kapita yang lebih rendah.

Rata-rata konsumsi energi terbarukan sebesar 47,02%, dengan standar deviasi 27,2%. Nilai maksimum sebesar 91,3% menunjukkan bahwa ada negara yang hampir sepenuhnya mengandalkan sumber energi terbarukan seperti Gabon dan Nigeria, sedangkan nilai minimum sebesar 0,80% menunjukkan adanya negara yang masih sangat bergantung pada energi fosil. Tingginya standar deviasi mengindikasikan ketimpangan besar dalam bauran energi antar negara, yang dapat dipengaruhi oleh kondisi geografis, kebijakan energi, dan kapasitas teknologi masing-masing negara.

Emisi karbon rata-rata tercatat sebesar 1,64 ton per kapita, dengan nilai maksimum 5,04 ton dan minimum 0,18 ton. Nilai ini menunjukkan bahwa sebagian besar negara dalam penelitian memiliki tingkat emisi yang relatif rendah hingga sedang, namun terdapat perbedaan cukup signifikan antar negara. Negara dengan industrialisasi lebih tinggi cenderung memiliki emisi lebih besar, sedangkan negara agraris atau yang memiliki bauran energi terbarukan lebih tinggi menunjukkan emisi yang lebih rendah.

FDI memiliki rata-rata 2,37% dari PDB, dengan standar deviasi 3,23%, nilai tertinggi 17,13%, dan nilai terendah -8,4%. Nilai negatif FDI menunjukkan adanya outflow atau penarikan investasi asing, yang bisa terjadi karena instabilitas politik, krisis ekonomi, atau perubahan kebijakan investasi. Sementara itu, nilai maksimum yang cukup tinggi menandakan bahwa beberapa negara mampu menarik investasi asing dalam jumlah besar. Fluktuasi ini menunjukkan bahwa aliran FDI sangat sensitif terhadap kondisi makroekonomi dan regulasi negara penerima.

Dari statistik deskriptif ini dapat disimpulkan bahwa keempat variabel memiliki tingkat penyebaran data yang cukup beragam antar negara dan tahun. Hal ini memperkuat argumen penggunaan analisis data panel dan model efek tetap (Fixed Effect) atau efek acak (Random Effect) yang mempertimbangkan dimensi waktu dan karakteristik unik masing-masing negara.

## B. Pengaruh Enenergi Terbarukan Terhadap Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Pada tahap ini yang pertama dilakukan adalah pemilihan model terbaik dengan melakukan uji Chow, Hausman dab Lagrange Multiplier untuk memilih model terbaik antara CEM, FEM, dan REM. Adapun hasil pemilihan model terbaik dari masing-masing pengujian ditampilkan pada tabel 3.D berikut:

**Tabel 3.D. Pemilihan Model Terbaik (Hubungan V. Independen - V. Mediasi**

	Uji-Chow	Uji-Hausman	Uji-Lagrange Mult.
Nilai Prob.	0,0000	0,9677	0,0000

Dari nilai masing-masing probabilitas pengujian diatas daapat disimpulkan bahwa model terbaik adalah REM (*Random Effect Model*). Selanjutnya akan dilakukan pengujian secara simultan dan parsial untuk melihat pengaruh penggunaan Energi Terbarukan dan FDI terhadap emisi dioksida/ CO<sub>2</sub>. pada tabel 4.D akan dimunculkan hasil pengolahan data dengan model REM.

**Tabel 4.D. Pengujian Variabel Independen Terhadap Variabel Mediasi**

	Random Effect Model			
	Coefficient	Stand. Error	Prob. t	Hubungan
C	3,249	0.387	0,0000	
R_Energy	-0,0346	0,0039	0,0000	Sigifikan -- Negatif
FDI	0,0121	0,0094	0,199	Tidak signifikan
R-Squared	0,22			
Prob. F-Sattistik	0,000			Signifikan

Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel energi terbarukan (*Renewable Energy*) memiliki pengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub>, dengan koefisien sebesar -0,0346 dan nilai probabilitas (p-value) sebesar 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1% dalam konsumsi energi terbarukan berpotensi menurunkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,0346 metrik ton per kapita, dengan asumsi variabel lain konstan. Temuan ini sejalan dengan teori transisi energi yang menyatakan bahwa peralihan dari energi fosil ke energi terbarukan akan menurunkan tingkat polusi udara dan emisi karbon, serta didukung oleh temuan

Sadorsky (2009) dan Nasution (2010) yang menekankan pentingnya energi bersih dalam pembangunan berkelanjutan.

Sementara itu, variabel kontrol *Foreign Direct Investment* (FDI) menunjukkan koefisien positif sebesar 0,0121, tetapi tidak signifikan secara statistik ( $p$ -value = 0,199). Artinya, arus investasi asing yang masuk ke negara-negara OKI berpendapatan menengah atas dalam penelitian ini tidak memberikan pengaruh yang cukup kuat terhadap peningkatan atau penurunan emisi karbon. Hal ini dapat disebabkan oleh variasi sektor yang menerima FDI; sebagian mungkin masuk ke industri ramah lingkungan, sementara sebagian lain justru ke industri padat energi. Secara keseluruhan, model ini memiliki nilai R-squared sebesar 0,22, yang berarti 22% variasi emisi CO<sub>2</sub> dapat dijelaskan oleh variabel energi terbarukan dan FDI. Selain itu, nilai probabilitas F-statistik sebesar 0,000 menunjukkan bahwa model secara simultan signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, variabel-variabel dalam model ini layak digunakan untuk menjelaskan perubahan emisi CO<sub>2</sub> di negara-negara yang diteliti.

Dari uraian diatas maka dapat ditarik keputusan bahwa Ha1 diterima. Olehkarenanya asumsi Ha1 tersetujui, bahwa penggunaan energi terbarukan dapat menurunkan tingkat emisi karbon dioksida/ CO<sub>2</sub>.

### C. Pengaruh Renewable Energi Terhadap PDB

Untuk melihat bagaimana pengaruh energi terbarukan secara langsung maupun tidak langsung terhadap PDB maka perlu dilakukan pemilihan model terbaik pada model 2. Yang mana memodelkan hubungan antara variabel energi terbarukan, emisi karbon dan FDI terhadap PDB. Berikut hasil uji Chow, Hausman dan Lagrange Multiplier yang termuat dalam Tabel 5.D.

**Tabel 5.D. Hasil Uji Pemilihan Model Terbaik (Hubungan V. Independen - V. Dependen**

	Uji-Chow	Uji-Hausman	Uji-Lagrange Mult.
--	----------	-------------	--------------------

Nilai Prob.	0,0000	0,000	0,0000
-------------	--------	-------	--------

Berdasarkan Tabek 5.D pada Uji-Chow dan Uji-hausman nilai probabilitasnya sama-sama 0,000, hal ini menunjukkan bahwa model terbaik adalah Fix Effect Model (FEM). Oleh karenanya untuk melihat pengaruh variabel energi terbarukan secara langsung terhadap PDB maka akan dilakukan analisis regresi data panel pada model 2 dengan FEM. Berikut akan dipaparkan pada

**Tabel 6.D. Pengujian V. Independen Terhadap V. Dependen Secara Langsung**

	Random Effect Model			
	Coefficient	Stand. Error	Prob. t	Hubungan
C	9,5429	0.3013	0,0000	
R_Energy	-0,0371	0,0049	0,0000	Sigifikan -- Negatif
CO <sub>2</sub> .	-0,1701	0,658	0,0103	Signifikan -- Negatif
FDI	0,379	0,01004	0,0002	Signifikan Positif
R-Squared	0,39			
Prob. F-Sattistik	0,000			Signifikan

Hasil regresi menunjukkan bahwa variabel energi terbarukan (*Renewable Energy*) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap PDB per kapita, dengan koefisien sebesar -0,0371 dan tingkat signifikansi 0,000. Ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1% pada konsumsi energi terbarukan akan menurunkan PDB per kapita (dalam bentuk logaritma natural) sebesar 0,0371 poin. Hasil ini mengindikasikan bahwa pada negara-negara OKI dengan pendapatan menengah atas, penggunaan energi terbarukan belum memberikan kontribusi langsung terhadap pertumbuhan ekonomi. Hal ini mungkin disebabkan oleh tingginya biaya awal, kurangnya efisiensi teknologi, serta belum optimalnya dukungan kebijakan dan infrastruktur energi bersih. Temuan ini mendukung hasil penelitian Al-mulali dan Che Sab (2012), yang menyebutkan bahwa dalam jangka pendek, energi

terbarukan sering kali belum berdampak signifikan secara ekonomi, terutama di negara berkembang. Berdasarkan pernyataan tersebut pula maka asumsi Ha2 diterima.

Sementara itu, variabel emisi CO<sub>2</sub> juga menunjukkan pengaruh negatif dan signifikan terhadap PDB, dengan koefisien sebesar -0,1701 dan nilai probabilitas 0,0103. Artinya, peningkatan emisi karbon berdampak buruk terhadap pertumbuhan ekonomi. Hal ini konsisten dengan teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC), di mana pada tahap pembangunan awal, emisi meningkat, tetapi setelah mencapai ambang pendapatan tertentu, dampak negatif emisi terhadap produktivitas dan kesehatan mulai terasa, sehingga pertumbuhan ekonomi melambat. Maka asumsi Ha3 diterima.

Adapun variabel kontrol FDI (*Foreign Direct Investment*) menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap PDB, dengan koefisien 0,379 dan nilai probabilitas 0,0002. Ini menunjukkan bahwa Ha5 diterima. Artinya, masuknya investasi asing secara langsung memberikan kontribusi terhadap peningkatan PDB per kapita. Hal ini mencerminkan bahwa FDI tetap menjadi motor penggerak pertumbuhan di negara-negara OKI, karena membawa modal, teknologi, serta memperluas kesempatan kerja dan ekspor.

Secara keseluruhan, model ini memiliki nilai R-squared sebesar 0,39, yang berarti bahwa 39% variasi PDB per kapita dapat dijelaskan oleh ketiga variabel dalam model, yaitu energi terbarukan, emisi CO<sub>2</sub>, dan FDI. Nilai probabilitas F-statistik sebesar 0,000 mengindikasikan bahwa model regresi secara simultan signifikan dalam menjelaskan variasi PDB di negara-negara yang diteliti.

#### **D. Pengaruh Energi Terbarukan Terhadap PDB Melalui Penurunan Emisi Karbon**

Untuk menguji apakah emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) memediasi hubungan antara penggunaan energi terbarukan dan Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita,

dilakukan uji mediasi dengan menggunakan rumus Sobel. Jika  $t$  hitung pada Rumus Sobel memiliki nilai lebih dari  $t$ -tabel maka menunjukkan signifikansi hubungan secara tidak langsung, begitupun sebaliknya. Berikut akan dilakukan perhitungan  $t$ -Hitung berdasarkan Rumus Sobel:

$$t = \frac{ab}{\sqrt{(b^2 SEa^2) + (a^2 SEb^2)}}$$

$$t = \frac{-0,03 * -0,17}{\sqrt{(-0,17^2 * 0,004^2) + (-0,03^2 * 0,07^2)}}$$

$$t = \frac{0,0051}{\sqrt{(0,0289 * 0,000016) + (0,0009 * 0,0049)}}$$

$$t = \frac{0,0051}{\sqrt{(0,0000004624) + (0,00000441)}}$$

$$t = \frac{0,0051}{\sqrt{(0,0000048724)}}$$

$$t = \frac{0,0051}{0,002207}$$

$$t = 2,31$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai  $t$ -hitung sebesar 2,31, sedangkan nilai  $t$ -tabel pada tingkat signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ) dengan derajat kebebasan 270 adalah 1,97. Karena nilai  $t$ -hitung  $>$   $t$ -tabel ( $2,31 > 1,97$ ), maka dapat disimpulkan bahwa emisi CO<sub>2</sub> secara signifikan memediasi pengaruh energi terbarukan terhadap PDB per kapita.

Hal ini berarti bahwa asumsi Ha4 diterima. Meskipun pengaruh langsung energi terbarukan terhadap PDB per kapita bersifat negatif (seperti ditunjukkan dalam model regresi sebelumnya), namun secara tidak langsung energi terbarukan memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi melalui perannya dalam menurunkan emisi karbon. Dengan kata lain, energi terbarukan berkontribusi dalam menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat, yang pada gilirannya

dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi beban biaya kesehatan, dan mendukung pembangunan ekonomi yang berkelanjutan.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan energi terbarukan secara langsung memang belum mendukung pertumbuhan ekonomi di negara-negara OKI dengan pendapatan nasional menengah atas. Namun, energi terbarukan efektif dalam menurunkan emisi CO<sub>2</sub>. Seperti yang kita analisis sebelumnya bahwa Emisi CO<sub>2</sub> berdampak negatif terhadap PDB. Secara tidak langsung, energi terbarukan berkontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi melalui penurunan emisi CO<sub>2</sub>. Temuan ini menguatkan posisi energi terbarukan sebagai komponen penting dalam strategi pembangunan jangka panjang. Dampak jangka panjangnya melalui perbaikan lingkungan sangatlah signifikan, sehingga pengembangan energi bersih tetap harus menjadi prioritas kebijakan energi di negara-negara OKI.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-mulali, U., & Che Sab, C. N. B. (2012). The impact of energy consumption and CO<sub>2</sub> emission on the economic growth of 16 emerging countries. *Energy*, 39(1), 212-218.
- Baron, R.M. & Kenny, D.A. 1986. The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations. *Journal of personality and Social Psychology*. 51 (6), 1173-1182
- Boediono. (1999). *Ekonomi Makro*. Yogyakarta: BPFE
- Gujarati, N. D. (2012). *Dasar-Dasar Ekonometrika*. Jakarta: Salemba
- Kuncoro, M. (2013). *Ekonomi Pembangunan: Teori, Masalah dan Kebijakan*. Jakarta: Erlangga.
- Nasution, A. (2010). *Pembangunan Ekonomi dan Energi*. Jakarta: Lembaga Penerbit FEUI
- Omri, A., Daly, S., Rault, C., & Chaibi, A. (2015). *Financial development, environmental quality, trade and economic growth: What causes what in MENA countries*. *Energy Economics*, 48, 242-252.