



PENGARUH PAJAK KARBON, PENGGUNAAN BAHAN BAKAR FOSIL, DAN PERTUMBUHAN PDB TERHADAP EMISI KARBON

Pradita Galih Sekar Palupi¹⁾; Masruri Muchtar²⁾; Pardomuan Robinson Sihombing³⁾

¹⁾ *praditagalih16@gmail.com, Prodi IV Manajemen Keuangan Negara Politeknik Keuangan Negara STAN**

²⁾ *masruri.m@pknstan.ac.id, Prodi IV Manajemen Keuangan Negara Politeknik Keuangan Negara STAN*

³⁾ *robinson@bps.go.id, Badan Pusat Statistik*

**penulis korespondensi*

Abstract

This study examines the effect of carbon taxes, use of fossil fuels, and GDP growth on carbon emissions. The sample used is 12 European countries in the period 2016 – 2020. The analytical method used in this study is multiple linear regression analysis using panel data. The results of the study show that the use of natural gas and oil is a variable that influences carbon emissions which cause global warming. A 1% increase in the use of natural gas will increase carbon emissions by 0.24% and a 1% increase in the use of petroleum will also increase carbon emissions by 0.71%. This research also provides recommendations on fiscal policies that can be implemented in Indonesia related to the government's efforts to reduce carbon emissions.

Keywords: Carbon emissions, Carbon tax; Fossil fuels; GDP growth

Abstrak

Penelitian ini menguji pengaruh pajak karbon, penggunaan bahan bakar fosil, dan pertumbuhan PDB terhadap emisi karbon. Sampel yang digunakan yaitu 12 negara Eropa dalam kurun waktu 2016 – 2020. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis regresi linear berganda menggunakan data panel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan gas alam dan minyak bumi menjadi variabel yang memengaruhi emisi karbon yang menyebabkan pemanasan global. Kenaikan 1% dari penggunaan gas alam akan meningkatkan emisi karbon sebesar 0,24% dan kenaikan 1% dari penggunaan minyak bumi juga akan meningkatkan emisi karbon sebesar 0,71%. Penelitian ini juga memberikan rekomendasi terhadap kebijakan fiskal yang dapat diterapkan di Indonesia terkait upaya pemerintah untuk mengurangi emisi karbon.

Kata Kunci: Bahan bakar fosil; Emisi karbon; Pajak karbon; Pertumbuhan PDB

PENDAHULUAN

Mobilitas penduduk bumi hingga kini belum mampu terlepas dari penggunaan bahan bakar fosil. Berbagai jenis kendaraan yang digunakan penduduk bumi mayoritas berbahan bakar fosil, yaitu minyak bumi. Selain itu, bahan bakar fosil berupa batubara, terbentuk dari tumbuhan yang telah mati 400 juta tahun lalu, digunakan penduduk bumi untuk menghidupkan pembangkit listrik (Eirin, 2022). Intensitas penggunaan bahan bakar fosil yang meningkat berbanding lurus dengan peningkatan pelepasan karbon ke lapisan atmosfer bumi, sehingga terbentuklah emisi karbon yang meningkatkan suhu bumi (Ritchie & Roser, 2020).

Gambar 1. Emisi CO₂ Tahunan



Sumber: Ritchie & Roser (2020)



Pada gambar 1, dapat dilihat pertumbuhan emisi dunia dari tahun 1750 hingga sekarang. Ketika awal masa revolusi industri di tahun 1760, terlihat emisi masih sangat rendah sekitar 0 milyar ton. Pertumbuhan emisi dunia mulai meningkat di tahun 1950 menjadi 6 milyar ton karbondioksida. Emisi karbon meningkat hingga hampir empat kali lipat di tahun 1990, mencapai lebih dari 22 milyar ton. Hingga kini emisi karbon terus meningkat mencapai lebih dari 34 milyar ton setiap tahunnya.

Qotrunnada (2022) menjelaskan bahwa emisi karbon menjadi salah satu penyebab perubahan iklim yang berdampak terhadap lingkungan, kesehatan, hingga perekonomian. Senada dengan ini, Aisyah et al. (2020) menjelaskan bahwa konsekuensi dari perubahan iklim memberikan dampak negatif terhadap kualitas hidup manusia hingga mengusik aktivitas perekonomian secara global. Fakta yang terlihat menunjukkan bahwa emisi karbon senantiasa meningkat setiap tahunnya, pada akhirnya akan menimbulkan eksternalitas negatif berupa pencemarnya udara yang manusia hirup setiap hari dan meningkatnya suhu bumi atau (pemanasan global) (Marron et al., 2015). Udara merupakan barang publik dan diperlukan seluruh makhluk hidup dalam menunjang keberlangsungan hidupnya, sehingga jika terjadi eksternalitas negatif diperlukan kontribusi bersama untuk mengatasinya (Ratnawati, 2016).

Salah satu bentuk kesepakatan internasional dalam upaya mencegah perubahan iklim adalah Paris Agreement. Sebanyak 196 negara sepakat untuk membatasi pemanasan global hingga dibawah 1,5 derajat celsius dibandingkan dengan level pra-industri (United Nations Climate Change, n.d.). Paris Agreement melatar belakangi terbitnya kebijakan harga pada karbon berupa emission trading system (ETS) dan pemungutan pajak karbon di 57 negara (World Bank Group, 2019).

Finlandia merupakan negara pertama di dunia yang menerapkan pajak karbon pada tahun 1990. Kebijakan tersebut selanjutnya diikuti oleh negara-negara di Eropa (Asen, 2020). Menurut Pandey et al. (2022), Uni Eropa merupakan contoh terbaik dalam penerapan sistem cap-and-trade, yaitu sistem yang diterapkan untuk pembatasan emisi gas rumah kaca. Berdasarkan peraturan emisi karbon Uni Eropa, importir barang-barang tinggi emisi diwajibkan membayar biaya sesuai dengan apa yang telah dibayarkan oleh produsen. Pada September 2021, harga karbon per ton sesuai dengan Sistem Perdagangan Emisi UE berada di 62,45 Euro dan terus mengalami peningkatan.

Allan et al. (2014) tertarik untuk menguji pengaruh pajak karbon di Skotlandia terhadap perekonomian dan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pajak karbon secara simultan mampu menstimulasi kegiatan ekonomi serta mengurangi emisi. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Khastar et al. (2020) juga menunjukkan bahwa kebijakan pajak karbon mampu mengurangi emisi karbon di Finlandia. Marron et al. (2015) juga menemukan hal serupa, yaitu pajak karbon mampu mengurangi emisi karbon sebesar 1,5% - 6% di beberapa negara maju antara lain Finlandia, Denmark, dan Swedia.

Alper (2017) meneliti pengaruh pajak karbon, perkembangan ekonomi, urbanisasi, penggunaan gas alam dan minyak bumi terhadap emisi karbon dengan sampel beberapa negara di Eropa untuk periode tahun 1995 – 2015. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Alper (2017) menunjukkan bahwa peningkatan sebesar 1% pada pajak lingkungan akan mengurangi emisi karbon sebesar 0,9%. Lebih lanjut, penggunaan gas alam dan minyak bumi sebesar 1% akan meningkatkan emisi karbon masing-masing sebesar 0,1% dan 0,7%. Sedangkan urbanisasi yang meningkat sebesar 1% akan mengurangi emisi karbon sebesar 0,9%. Penelitian yang dilakukan oleh Zeng et al. (2021) menunjukkan hasil yang berbeda dari penelitian Alper (2017). Zeng et al. (2021) menemukan bahwa urbanisasi, perkembangan industri, kerusakan hutan, dan pertumbuhan PDB merupakan faktor yang menyebabkan peningkatan emisi karbon.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu terkait penerapan pajak karbon, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh pendapatan yang



diperoleh dari environmental tax, pertumbuhan PDB, penggunaan gas alam dan minyak bumi terhadap emisi karbon di 12 negara Eropa selama rentang waktu tahun 2016 – 2020. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi kebijakan yang dapat diterapkan dalam penerapan pajak karbon di Indonesia.

KAJIAN PUSTAKA

Emisi Karbon

Emisi karbon merupakan jumlah emisi yang dihasilkan oleh individu maupun kelompok dalam periode tertentu yang diukur dengan satuan ton setara CO₂ (tCO₂e) atau kilogram setara CO₂ (kgCO₂e) (Ratnawati, 2016). Zhang et al. (2008) menjelaskan bahwa emisi karbon senantiasa mengalami peningkatan setelah terjadinya revolusi industri pada tahun 1751. Menurut Zhang et al. (2008), emisi karbon mayoritas berasal dari industri di negara maju sehingga menimbulkan emisi karbon tiga kali lipat lebih besar jika dibandingkan dengan negara berkembang pada tahun 1980.

Environmental Tax

Menurut Markandya (2012), pajak lingkungan merupakan pajak yang diterapkan untuk menjaga kelestarian lingkungan. Eurostat (2013) menambahkan bahwa pajak lingkungan adalah pajak yang dikenakan atas kegiatan yang memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Selanjutnya Aisyah et al. (2020) menjelaskan bahwa pajak karbon merupakan jenis dari pajak lingkungan yang dikenakan pada penggunaan bahan bakar antara lain gas, batubara, dan minyak. Pajak atas penggunaan bahan bakar fosil akan meningkatkan harga bahan bakar tersebut sehingga sesuai dengan hukum permintaan maka peningkatan harga akan berdampak terhadap menurunnya permintaan bahan bakar fosil. Menurut Amalia (2018), dengan menerapkan pajak atas bahan bakar fosil maka pemerintah dapat menjaga kelestarian lingkungan.

Penggunaan Gas dan Minyak Bumi

Menurut IPCC dalam ClientEarth (2022), faktor utama yang menyebabkan pemanasan global adalah emisi dari penggunaan bahan bakar fosil. Pada tahun 2018 sekitar 89% dari total emisi global berasal dari industri dan bahan bakar fosil. Gas alam merupakan bahan bakar fosil yang tersusun atas metana. Penggunaan gas alam akan melepaskan metana ke udara dan berdampak terhadap meningkatnya emisi gas rumah kaca yang dilepaskan ke atmosfer (METGroup, 2020).

Penelitian Terdahulu dan Hipotesis Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh Lin & Li (2011) telah menguji dampak mitigasi dari penerapan pajak karbon menggunakan metode difference-in-difference dengan sampel lima negara di Eropa Utara. Hasil penelitian Lin & Li (2011) menunjukkan bahwa pajak karbon di Finlandia memiliki efek negatif terhadap peningkatan emisi karbon per kapita. Hasil penelitian juga menunjukkan efek negatif namun tidak signifikan untuk Denmark, Swedia, dan Belanda. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Marron et al. (2015), menemukan bahwa pajak karbon mampu mengurangi emisi karbon sebesar 1,5% - 6% di Finlandia, Denmark, dan Swedia.

Penelitian sebelumnya juga telah menguji industri yang sangat bergantung terhadap energi. Penelitian tersebut dilakukan oleh Zhao (2011) dengan menggunakan gravity model dan data diperoleh dari 21 negara OECD dengan periode tahun 1992 – 2008. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengenaan pajak karbon berdampak negatif terhadap sektor terkait karena menciptakan keadaan kompetitif yang merugikan bagi industri yang menggunakan energi lebih banyak.

Selanjutnya Allan et al. (2014) tertarik untuk menguji pengaruh pajak karbon di Skotlandia terhadap perekonomian dan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pajak



karbon secara simultan mampu menstimulasi kegiatan ekonomi serta mengurangi emisi. Akan tetapi hal ini hanya berlaku untuk pendapatan yang telah dikenakan pajak penghasilan.

Alper (2017) meneliti pengaruh pajak karbon, perkembangan ekonomi, urbanisasi, penggunaan gas alam dan minyak bumi terhadap emisi karbon dengan sampel beberapa negara di Eropa untuk periode tahun 1995 – 2015. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan sebesar 1% pada pajak lingkungan akan mengurangi emisi karbon sebesar 0,9%. Lebih lanjut, penggunaan gas alam dan minyak bumi sebesar 1% akan meningkatkan emisi karbon masing-masing sebesar 0,1% dan 0,7%. Sedangkan urbanisasi yang meningkat sebesar 1% akan mengurangi emisi karbon sebesar 0,9%.

Penelitian yang dilakukan oleh Zeng et al. (2021) menunjukkan hasil yang berbeda dari penelitian Alper (2017). Zeng et al. (2021) menemukan bahwa urbanisasi, perkembangan industri, kerusakan hutan, dan pertumbuhan PDB merupakan faktor yang menyebabkan peningkatan emisi karbon.

Penelitian yang dilakukan oleh Sadr et al. (2022) juga menunjukkan hasil yang sedikit berbeda. Sadr et al. (2022) menemukan bahwa Paris Agreement hanya mampu mengurangi emisi karbon sebanyak 1% sehingga perjanjian tersebut dinilai kurang efektif. Selain itu Sadr et al. (2022) menjelaskan bahwa faktor penting yang berpengaruh terhadap emisi karbon adalah konsumsi minyak bumi. Jika konsumsi minyak bumi meningkat sebesar 1% maka akan menghasilkan emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer sebesar 0,56%.

Berdasarkan data dan penelitian terdahulu, pengembangan hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H₁ : Pajak karbon berpengaruh terhadap emisi karbon

H₂ : Penggunaan gas alam dan minyak bumi berpengaruh terhadap emisi karbon

H₃ : Pertumbuhan PDB berpengaruh terhadap emisi karbon

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Sumber data diperoleh dari website OECD dan World Bank serta review statistik energi dunia tahun 2021 yang diterbitkan oleh British Petroleum. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu negara-negara Uni Eropa sebanyak 27 negara. Namun hingga saat ini, kebijakan pajak karbon baru diterapkan oleh 20 negara Uni Eropa (Bray, 2022). Sehingga sampel dalam penelitian ini ditentukan sebanyak 12 negara Uni Eropa meliputi Spanyol, Perancis, Belanda, Austria, Polandia, Norwegia, Swedia, Inggris, Finlandia, Portugal, Swiss, dan Hungaria dan data yang digunakan untuk periode tahun 2016 - 2020. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis regresi linear berganda menggunakan data panel untuk mengetahui apakah pajak karbon (ET), pertumbuhan PDB (GDP), penggunaan gas (NG) dan minyak bumi (O) berpengaruh terhadap emisi karbon (CO₂). Perhitungan atau pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan STATA 16. Metode analisis regresi linear berganda dipilih karena variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini lebih dari satu variabel. Adapun persamaan regresi linear berganda dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$CO_{2,i,t} = \beta_0 + \beta_1 ET_{i,t} + \beta_2 NG_{i,t} + \beta_3 O_{i,t} + \beta_4 GDP_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Emisi karbon (CO₂) diukur dalam satuan juta ton. Pendapatan pajak karbon (ET) diperoleh berdasarkan persentase pendapatan pajak karbon dalam PDB negara Uni Eropa. Penggunaan gas alam (NG) merupakan konsumsi yang diukur dalam milyar kubik meter. Penggunaan minyak bumi (O) diukur dalam ribuan barrel per hari. Pertumbuhan PDB (GDP) merupakan persentase pertumbuhan PDB tahunan negara Uni Eropa berdasarkan mata uang lokal konstan.



Dalam mengestimasi model yang tepat untuk digunakan dalam regresi data panel, dapat ditinjau dari struktur model yaitu Pooled Regression (PLS), Fixed Effect (FEM), dan Random Effect (REM) (Greene, 2002). Pemilihan model yang tepat dilakukan dengan Uji Chow, Uji Hausman, dan Uji Breusch-Pagan sesuai tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Pemilihan Model Estimasi Data Panel

UJI	H0	H1
Chow	PLS	FEM
Breusch-Pagan	PLS	REM
Hausman	REM	FEM

Sumber: Indrasetianingsih & Wasik (2020)

Model yang paling tepat adalah model yang memenuhi seluruh asumsi yang menjadi persyaratan pada masing-masing model. Model terbaik memiliki nilai R^2 yang paling tinggi dan modelnya valid untuk digunakan berdasarkan uji F yang telah dilakukan (Indrasetianingsih & Wasik, 2020).

Pada regresi data panel, apabila estimator yang digunakan adalah Feasible Generalized Least Square (FGLS) maka hanya akan melakukan dua tahap estimasi yang berbeda dengan OLS. Sehingga pada saat pengujian asumsi klasik hanya akan dilakukan pengujian multikolinearitas dan normalitas (Ekananda, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik deskriptif dalam penelitian ini untuk seluruh variabel adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Statistik Deskriptif

Variabel	Mean	Max.	Min.	Std. Dev.
CO2	147,9067	416,4	32	129,1091
ET	2,1646	3,18	0,99	0,5214
NG	20,3633	80,7	1	22,4133
O	600,9667	1594	152	511,3465
GDP	0,9383	5,4	-10,8	3,5410

Sumber: Diolah dari <https://stats.oecd.org>; <https://data.worldbank.org>; dan British Petroleum Co. (2021)

Berdasarkan tabel 1, diketahui bahwa emisi karbon yang dihasilkan 12 negara di Eropa dalam kurun waktu 2016 – 2020 rata-rata sebanyak 147,9067 juta ton. Dengan sumbangan emisi karbon terendah sebesar 32 juta ton dan tertinggi sebanyak 416,4 juta ton. Hal ini menunjukkan bahwa 12 negara di Eropa yang menjadi sampel penelitian masih berkontribusi terhadap peningkatan emisi karbon dalam kurun waktu 2016 – 2020.

Tabel 3. Hasil Pemilihan Model Estimasi Data Panel

UJI	H0	H1	PROB. VALUE F	KETERANGAN
Chow	PLS	FEM	0,0000	FEM
Breusch-Pagan	PLS	REM	0,0000	REM
Hausman	REM	FEM	0,1547	REM

Sumber: Diolah dari <https://stats.oecd.org>; <https://data.worldbank.org>; dan British Petroleum Co. (2021)

Untuk mengestimasi model regresi dengan data panel, dapat menggunakan model *Ordinary Least Square (OLS)*, *Fixed Effect Model (FEM)*, atau *Random Effect Model (REM)*. Pemilihan model dilakukan melalui pengujian statistik yaitu dengan menggunakan uji *Chow*, uji *Breusch & Pagan Lagrange Multiplier*, serta uji *Hausmann*. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 3, maka diputuskan bahwa model regresi data panel yang paling sesuai untuk digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan *random effect model (REM)*.



Pengujian asumsi klasik dalam penelitian ini menggunakan estimator *Feasible Generalized Least Square (FGLS)*. Uji normalitas menggunakan uji CLT (*Central Limit Theorem*) yaitu jika jumlah observasi yang ditentukan cukup besar ($n > 30$), maka asumsi normalitas dapat diabaikan (Gujarati, 2003). Sampel dalam penelitian ini berjumlah 60 ($n > 30$). Sehingga data dapat dikatakan berdistribusi normal dan dapat disebut sebagai sampe besar. Selanjutnya dilakukan uji multikolinearitas. Hasil pengujian diperoleh nilai mean VIF = 2,32 ($> \alpha = 0,05$) dan kurang dari 10. Sehingga disimpulkan model bebas dari asumsi multikolinearitas.

Tabel 4. Hasil Regresi Data Panel

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>t-stat.</i>	<i>Prob.</i>
C	-0,5195	-0,86	0,390
ET	0,0798	1,10	0,272
LNG	0,2469	3,28	0,001
LO	0,7185	6,25	0,000
GDP	0,0023	0,74	0,459
R2		0,9367	
Adj. R2		0,9386	
Prob(F-stat.)		0,0000	

Sumber: Diolah dari <https://stats.oecd.org>; <https://data.worldbank.org>; dan British Petroleum Co. (2021)

Sesuai dengan tabel 4, setelah dilakukan pengujian *Goodness of Fit*, diperoleh nilai *R-squared* sebesar 0,9367. Hal ini menunjukkan bahwa variasi emisi karbon (CO₂) mampu dijelaskan oleh pajak karbon (ET), pertumbuhan PDB (GDP), penggunaan gas (NG) dan minyak bumi (O) sebesar 93,67%. Sementara untuk uji F, nilai Prob(F-stat.) menggunakan model REM menunjukkan angka 0,0000 ($< \alpha = 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa secara simultan pajak karbon (ET), pertumbuhan PDB (GDP), penggunaan gas (NG) dan minyak bumi (O) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi karbon (CO₂). Selain itu, dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan cukup fit untuk menjelaskan variabel dependen yaitu emisi karbon (CO₂).

Signifikansi parsial dari masing-masing variabel independen ditunjukkan oleh nilai prob. sesuai tabel 4. Berdasarkan hasil uji model panel REM, variabel independen dengan nilai prob. $< \alpha = 0,05$ adalah variabel *luseofNG* (NG) dan *luseofoil* (O). Sehingga secara parsial penggunaan gas alam (NG) dan minyak bumi (O) memiliki pengaruh signifikan terhadap emisi karbon (CO₂).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan 1% dari penggunaan gas alam akan meningkatkan emisi karbon sebesar 0,24% dan kenaikan 1% dari penggunaan minyak bumi juga akan meningkatkan emisi karbon sebesar 0,71%. Sehingga hipotesis kedua (H₂) diterima. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Alper (2017) dan Sadr et al. (2022). Alper (2017) menunjukkan penggunaan gas alam dan minyak bumi sebesar 1% akan meningkatkan emisi karbon masing-masing sebesar 0,1% dan 0,7%. Sadr et al. (2022) juga menemukan bahwa faktor penting yang berpengaruh terhadap emisi karbon adalah konsumsi minyak bumi. Jika konsumsi minyak bumi meningkat sebesar 1% maka akan menghasilkan emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer sebesar 0,56%. Penggunaan gas alam dan minyak bumi menjadi faktor penting yang memengaruhi emisi karbon di 12 negara Eropa dalam kurun waktu 2016 – 2020.

Variabel kebijakan pajak karbon dan pertumbuhan PDB tidak memengaruhi emisi karbon yang dihasilkan oleh 12 negara di Eropa dalam kurun waktu yang diteliti. Hal ini tidak sesuai dengan beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Allan et al. (2014), Marron et al. (2015), dan Zeng et al. (2021). Hasil penelitian Allan et al. (2014) menunjukkan bahwa pajak karbon secara simultan mampu menstimulasi kegiatan ekonomi serta mengurangi emisi.



Marron et al. (2015), menemukan bahwa pajak karbon mampu mengurangi emisi karbon sebesar 1,5% - 6% di Finlandia, Denmark, dan Swedia. Penelitian yang dilakukan oleh Zeng et al. (2021) menunjukkan hasil yang berbeda dari penelitian Alper (2017). Zeng et al. (2021) menemukan bahwa urbanisasi, perkembangan industri, kerusakan hutan, dan pertumbuhan PDB merupakan faktor yang menyebabkan peningkatan emisi karbon.

PENUTUP

Kebijakan pajak karbon telah diimplementasikan oleh negara-negara Eropa yang juga merupakan sampel dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil penelitian dengan sampel 12 negara di Eropa selama kurun waktu tahun 2016 – 2020, menunjukkan bahwa secara parsial penggunaan gas alam (NG) dan minyak bumi (O) memiliki pengaruh signifikan terhadap emisi karbon (CO₂). Sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor yang memengaruhi peningkatan emisi karbon adalah penggunaan gas alam dan minyak bumi, sedangkan pajak karbon tidak berpengaruh terhadap tingkat emisi karbon yang menyebabkan pemanasan global.

Kebijakan fiskal yang dapat dilakukan oleh Indonesia sebelum menerapkan pajak karbon antara lain dengan mengurangi konsumsi BBM dan mulai beralih menggunakan moda transportasi dengan kendaraan bermotor listrik. Hingga saat ini BBM di Indonesia masih diberikan fasilitas subsidi oleh pemerintah sehingga pengguna kendaraan nyaman menggunakan BBM dan terus meningkatkan emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer. Guna mengurangi emisi karbon, pemerintah dapat mulai mengurangi bahkan mencabut subsidi BBM. Kebijakan ini selanjutnya dapat diikuti dengan penyediaan fasilitas pendukung kendaraan listrik di Indonesia salah satunya yaitu penyediaan pembangkit listrik. Pembangkit listrik menggunakan energi baru dan terbarukan yang bersumber dari panas bumi, air, bioenergi, sinar matahari, dan angin. Diharapkan kebutuhan energi Indonesia di masa yang akan datang dapat dipenuhi oleh energi baru dan terbarukan sehingga mampu menurunkan emisi karbon.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, R. N., Majid, J., & Suhartono. (2020). Carbon Tax: Alternatif Kebijakan Pengurangan External Diseconomies Emisi Karbon. *Islamic Accounting and Finance Review*, 1(2), 48–66. <https://doi.org/10.24252/isafir.v1i2.17603>
- Allan, G., Lecca, P., McGregor, P., & Swales, K. (2014). The Economic and Environmental Impact of a Carbon Tax for Scotland: A Computable General Equilibrium Analysis. *Ecological Economics*, 100, 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.01.012>
- Alper, A. E. (2017). Analysis of Carbon Tax on Selected European Countries: Does Carbon Tax Reduce Emissions? *Applied Economics and Finance*, 5(1), 29. <https://doi.org/10.11114/aef.v5i1.2843>
- Amalia, Y. (2018). Dampak Politik dan Ekonomi Penghapusan Pajak Karbon Pada Masa Pemerintahan Tony Abbott Tahun 2014. *Journal Ilmu Hubungan Internasional*, 6(1), 181–194.
- Asen, E. (2020). Carbon Taxes in Europe. Tax Foundation. <https://taxfoundation.org/carbon-taxes-in-europe-2020>
- Bray, S. (2022). Carbon Taxes in Europe. Tax Foundation. <https://taxfoundation.org/carbon-taxes-in-europe-2022/>
- British Petroleum Co. (2021). Statistical Review of World Energy 2021. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>
- ClientEarth. (2022). Fossil Fuels and Climate Change: The Facts. <https://www.clientearth.org/latest/latest-updates/stories/fossil-fuels-and-climate-change-the-facts/>



- Eirin, G. (2022). Contoh Pemanfaatan Bahan Bakar Fosil dalam Kehidupan Sehari-hari. bobogrid.id. <https://bobogrid.id/read/083164882/contoh-pemanfaatan-bahan-bakar-fosil-dalam-kehidupan-sehari-hari?page=all>
- Ekananda, M. (2016). Analisis Ekonometrika Data Panel (2 ed.). Mitra Wacana Media.
- Eurostat. (2013). Environmental Taxes: A Statistical Guide. Publication Office of The European Union. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5936129/KS-GQ-13-005-EN.PDF>
- Greene, W. H. (2002). Econometric Analysis (5 ed.). Macmillan Publishing Company.
- Gujarati, D. (2003). Ekonometri Dasar. Erlangga.
- Indrasetianingsih, A., & Wasik, T. K. (2020). MODEL REGRESI DATA PANEL UNTUK MENGETAHUI FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT KEMISKINAN DI PULAU MADURA. *Jurnal Gaussian*, 9(3), 355–363. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v9i3.28925>
- Khastar, M., Aslani, A., & Nejati, M. (2020). How does carbon tax affect social welfare and emission reduction in Finland? *Energy Reports*, 6, 736–744. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.03.001>
- Lin, B., & Li, X. (2011). The Effect of Carbon Tax on Per Capita CO₂ Emissions. *Energy Policy*, 39(9), 5137–5146. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.05.050>
- Markandya, A. (2012). Environmental Taxation: What Have We Learnt in The Last 30 Years? Springer.
- Marron, D., Todd, E., & Austin, L. (2015). Taxing Carbon: What, Why, and How. Tax Policy Center. <https://www.taxpolicycenter.org/publications/taxing-carbon-what-why-and-how/full>
- METGroup. (2020). Natural Gas Environmental Impact: Problems and Benefits. <https://group.met.com/en/mind-the-fyouture/mindthefyouture/natural-gas-environmental-impact>
- Pandey, F., Kuntjoro, Y. D., Uksan, A., & Sundari, S. (2022). Rencana Penerapan Pajak Karbon di Indonesia. 6(2), 7.
- Qotrunnada, R. (2022). Emisi Karbon: Penyebab, Dampak, dan Cara Mengurangnya. *lindungihutan*. <https://lindungihutan.com/blog/emisi-karbon/>
- Ratnawati, D. (2016). Carbon Tax Sebagai Alternatif Kebijakan Mengatasi Eksternalitas Negatif Emisi Karbon di Indonesia. *Jurnal Perbendaharaan, Keuangan Negara, dan Kebijakan Publik*, 1(2), 53–67.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2020). CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. *OurWorldInData.org*. <https://ourworldindata.org/co2-emissions>
- Sadr, N. R., Bahrdo, T., & Taghizadeh, R. (2022). Impacts of Paris Agreement, Fossil Fuel Consumption, and Net Energy Imports on CO₂ Emissions: A Panel Data Approach for Three West European Countries. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24, 1521–1534. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02264-z>
- United Nations Climate Change. (t.t.). The Paris Agreement. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- World Bank Group. (2019). State and Trends of Carbon Pricing 2019. The World Bank. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/191801559846379845/state-and-trends-of-carbon-pricing-2019>
- Zeng, C., Stringer, L. C., & Lv, T. (2021). The spatial spillover effect of fossil fuel energy trade on CO₂ emissions. *Energy*, 223, 120038. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120038>



- Zhang, Z., Qu, J., & Zeng, J. (2008). A Quantitative Comparison and Analysis on The Assessment Indicators of Greenhouse Gases Emission. *Journal of Geographical Sciences*, 18(4), 387–399. <https://doi.org/10.1007/s11442-008-0387-8>
- Zhao, Y. H. (2011). The Study of Effect of Carbon Tax on The International Competitiveness of Energy-Intensive Industries: An Empirical Analysis of OECD 21 Countries, 1992—2008. *Energy Procedia*, 5, 1291–1302. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.225>