

Pengaruh Keketatan Kebijakan Lingkungan dan Investasi Asing Langsung terhadap Efisiensi Energi di Kelompok Negara BRIICS

Bintang Lazuardi¹, Rico Ricardo^{2*)}, Andika Pambudi², Feriansyah², Diza Tunnisa Empa²

¹Program Pascasarjana Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia, Depok, 16424, Indonesia

²Program Studi Ekonomi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Pertamina, Jakarta Selatan 12220, Indonesia

*) Corresponding author: rico.ricardo@universitaspertamina.ac.id

[Accepted 08-12-2023; revision 12-12-2023; Published 13-12-2023]

Abstract

This research aims to analyze the influence of the environmental policy stringency index (EPS) and foreign direct investment (FDI) on energy efficiency in BRIICS countries. The data used is secondary data, with EPS variables from the OECD and FDI, energy intensity from the World Bank. The method used is the Generalized Method of Moments (GMM) for 6 BRIICS countries (Brazil, Russia, India, India, China, South Africa) for 26 years, from 1990 to 2015. The study results show that both in the short and long term, environmental policy stringency index and foreign direct investment have a significant negative relationship to energy intensity in BRIICS countries.

Keywords: Energy Efficiency, Generalized Method of Moments, Environmental Policy Stringency Index, Foreign Direct Investment.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh indeks ketatnya kebijakan lingkungan (EPS) dan investasi langsung asing (FDI) terhadap efisiensi energi di negara-negara BRIICS. Data yang digunakan adalah data sekunder, dengan variabel EPS dari OECD dan FDI serta intensitas energi dari Bank Dunia. Metode yang digunakan adalah Generalized Method of Moments (GMM) untuk 6 negara BRIICS (Brasil, Rusia, India, Indonesia, Cina, Afrika Selatan) selama 26 tahun, dari 1990 hingga 2015. Hasil studi menunjukkan bahwa baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, indeks keketatan kebijakan lingkungan dan investasi langsung asing memiliki hubungan negatif yang signifikan terhadap intensitas energi di negara-negara BRIICS.

Kata kunci: Efisiensi Energi, Generalized Method of Moments, Indeks Keketatan Kebijakan Lingkungan, Investasi Asing Langsung.

Pendahuluan

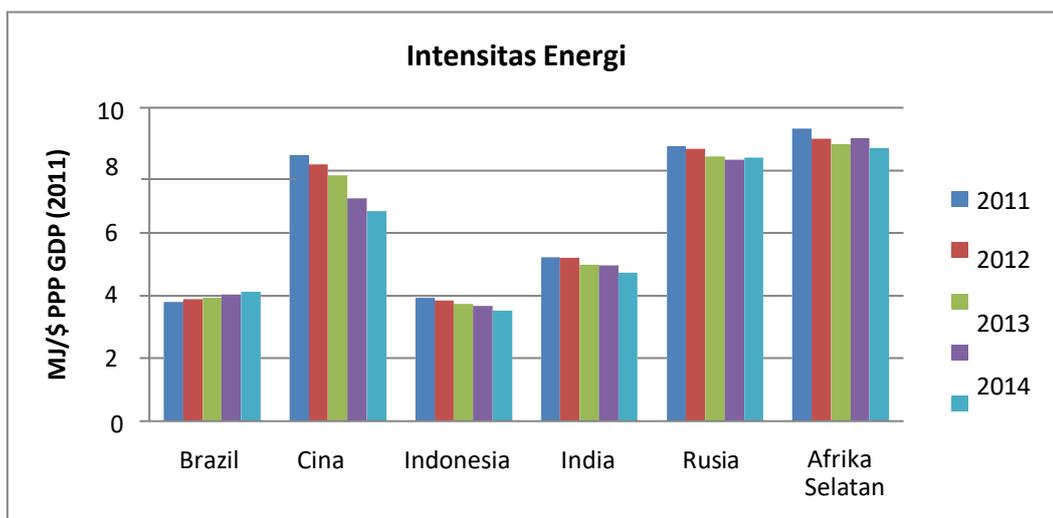
Peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) telah berdampak pada pemanasan global yang menimbulkan fenomena perubahan iklim. Meningkatnya emisi tersebut membuat negara-negara di dunia mulai melakukan tindakan dalam menangani peningkatan emisi tersebut, salah satu bentuk upaya dalam menangani fenomena perubahan iklim adalah Conference of Parties (COP). Conference of Parties merupakan konferensi yang dilaksanakan untuk konvensi perubahan iklim dimana pertemuan ini bertujuan untuk mengendalikan GRK serta melindungi atmosfer dari aktivitas manusia yang menyebabkan peningkatan emisi GRK yang bisa memengaruhi perubahan iklim (UNFCCC, 2021). Konferensi terbaru yang dilaksanakan pada tahun 2021 (COP-26) di Glasgow melahirkan Pakta Iklim Glasgow yang akhirnya melengkapi Buku Aturan Paris. Dari hasil konferensi tersebut, seluruh negara didorong untuk melaksanakan aksi mitigasi (terkait pengurangan emisi), adaptasi (bantuan untuk negara-negara yang sudah terkena dampak dari perubahan iklim), keuangan (membantu negara-negara untuk mencapai tujuan iklimnya), dan kolaborasi (bekerja sama untuk tindakan yang lebih besar).

Terkait aksi mitigasi, pada dokumen Nationally Determined Contribution (NDC) pertama, Indonesia menguraikan target dalam melakukan transisi menuju rendah emisi dan berketahanan iklim di masa depan. Setelah 2020, Indonesia memiliki rencana untuk meningkatkan target pengurangan emisi dimana Indonesia mengambil berbagai langkah yang signifikan dalam mengurangi emisi di sektor berbasis lahan, sektor energi, dan sektor limbah. Pada sektor energi, Indonesia telah menetapkan kebijakan bauran energi dan juga kebijakan nasional terkait pengembangan sumber energi bersih yang mengarahkan Indonesia ke jalur dekarbonisasi. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, Indonesia telah menetapkan ambisi untuk melakukan perubahan di tahun 2025 dan 2050 terkait bauran penyediaan energi utama, diantaranya energi baru terbarukan setidaknya sebesar 23% di tahun 2025 dan 31% di tahun 2050, minyak harus kurang dari 25% di tahun 2025 dan kurang dari 20% di tahun 2050, batubara paling sedikit sebesar 30% di tahun 2025 dan 25% di tahun 2050, lalu gas paling sedikit 22% di tahun 2025 dan 24% di tahun 2050. Transformasi bauran penyediaan energi utama tersebut berpengaruh terhadap konsumsi energi dalam pembangunan ekonomi nasional (Masripatin, 2017).

Pembangunan ekonomi yang pada satu sisi dimaksudkan untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat seperti membangun infrastruktur dan pengembangan berbagai sektor, di sisi lain justru menimbulkan eksternalitas negatif terhadap lingkungan seperti meningkatnya limbah industri serta sampah rumah tangga. Pembangunan ekonomi, khususnya di negara berkembang, memerlukan energi yang tidak sedikit dimana dalam hal ini konsumsi energi fosil sangat besar untuk digunakan dalam pembangunan berbagai sektor. Di sisi lain konsumsi energi juga semakin meningkatkan emisi GRK sehingga berbagai negara berupaya meningkatkan efisiensinya dengan mengurangi intensitas energi (Chang et al. 2018). Peningkatan efisiensi energi berarti menurunkan intensitas penggunaan energi khususnya energi fosil untuk mencapai lebih banyak

aktivitas ekonomi, dimana hal tersebut dapat mengurangi pemborosan energi. International Energy Agency (IEA) telah menggambarkan bahwa dengan meningkatkan efisiensi energi di berbagai gedung, proses industri, serta transportasi dapat mengurangi sepertiga dari permintaan energi dunia di tahun 2050 dan tentunya membantu menahan serta mengendalikan emisi GRK dunia (Yang, 2021).

Berbagai negara semakin fokus dalam meningkatkan efisiensi energi tak terkecuali Indonesia. Pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) telah melaksanakan sejumlah kebijakan diantaranya seperti menargetkan penurunan intensitas energi sebesar 1% per tahun sampai 2025. Beberapa kebijakan lain yang diterapkan pemerintah antara lain adalah membuat perencanaan efisiensi energi pada sektor energi yang akan diatur dalam Peraturan Menteri Perindustrian, memandu diversifikasi energi sektor transportasi yang diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 55 tentang Rencana Induk Transportasi Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, menyusun standar intensitas energi pada sektor industri (standarisasi industri hijau) oleh Kementerian Perindustrian, dan menetapkan standar eco-building melalui Peraturan Menteri PUPR (Azaliah & Hartono, 2020).

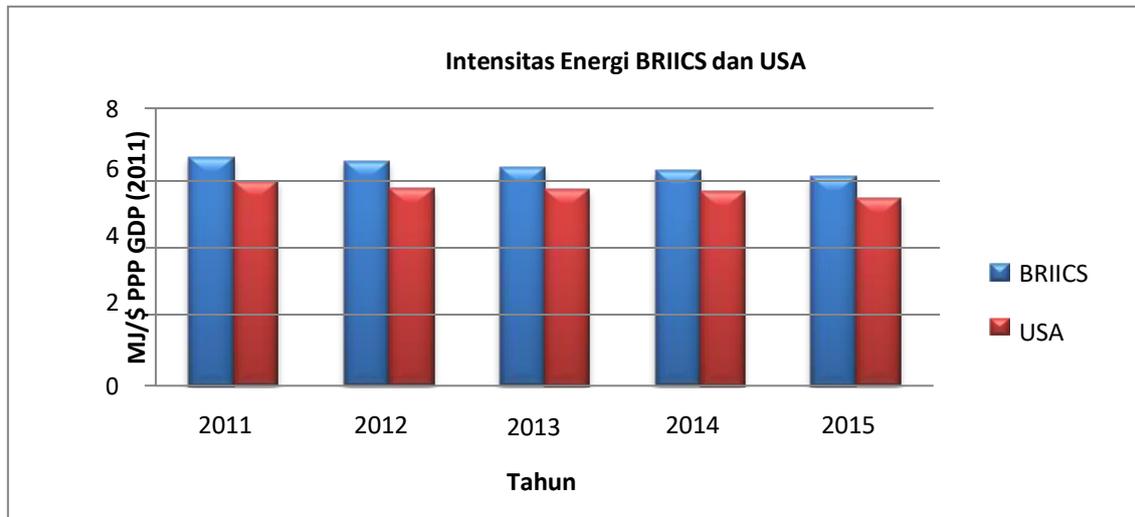


Gambar 1. Intensitas Energi di Negara BRIICS

Sumber: Bank Dunia (2021)

Kelompok negara BRIICS merupakan negara-negara dengan pertumbuhan ekonomi yang pesat. Pertumbuhan ekonomi tersebut tentunya menggerakkan berbagai sektor terutama sektor industri dalam mendorong perekonomian negara. Meningkatnya aktivitas industri tersebut akan meningkatkan intensitas penggunaan energi di setiap prosesnya. Intensitas energi dalam kegiatan ekonomi perlu dikurangi demi menekan laju peningkatan emisi GRK. Berdasarkan data Bank Dunia, intensitas energi menunjukkan hasil yang beragam di tahun 2011 hingga 2015. Hal itu dapat terlihat pada Gambar 1 untuk negara Brazil, India dan Indonesia cenderung lebih rendah dibandingkan dengan Cina, Rusia, dan Afrika Selatan. Indonesia menjadi negara dengan tingkat intensitas energi terendah selama tahun 2011 hingga 2015 dengan penggunaan energi sebesar 3,52

MJ/\$ PPP GDP (2011) di tahun 2015 dan Afrika Selatan memiliki intensitas tertinggi dibandingkan dengan negara-negara BRIICS lainnya dengan penggunaan energi sebesar 8,69 MJ/\$ PPP GDP (2011) di tahun 2015. Hal ini menunjukkan penggunaan energi di kelompok negara BRIICS belum efisien dilihat dari intensitas energinya yang cenderung tinggi. Gambar 2 juga menjelaskan bahwa intensitas energi kelompok negara BRIICS lebih tinggi jika dibandingkan dengan Amerika Serikat sebagai salah satu dari lima negara terbesar dalam mengkonsumsi energi fosil. Pada tahun 2015 kelompok negara BRIICS memiliki intensitas energi sebesar 6,59 MJ/\$ PPP GDP (2011) lebih besar dibanding Amerika Serikat sebesar 5,4 MJ/\$ PPP GDP (2011).

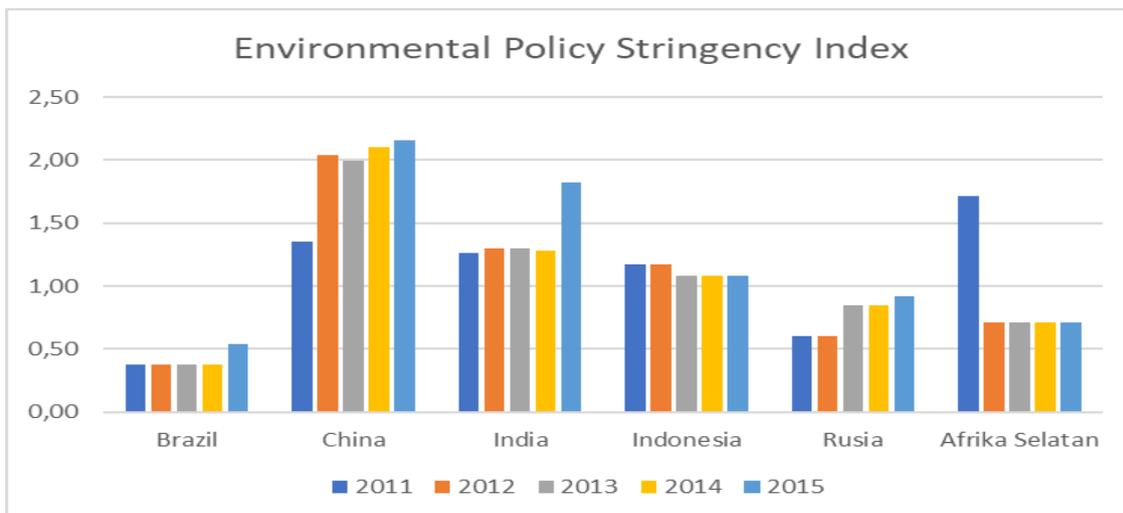


Gambar 2. Intensitas Energi BRIICS dan USA

Sumber: Bank Dunia (2021)

Intensitas energi yang masih tergolong tinggi pada negara BRIICS menyebabkan efisiensi dalam penggunaan energi di kelompok negara tersebut masih rendah. Penggunaan energi yang tinggi tersebut tentunya berdampak pada kesehatan lingkungan. Dalam hal ini diperlukan kebijakan yang menjaga kesehatan lingkungan serta mengatur penggunaan emisi yang dihasilkan dari penggunaan energi tersebut. Indeks keketatan kebijakan lingkungan yang diperkenalkan oleh OECD telah mengumpulkan informasi-informasi terkait kebijakan lingkungan yang telah dipilih untuk membuat suatu ukuran gabungan dari keketatan kebijakan relatif di seluruh negara tiap tahunnya (Botta & Koźluk, 2014). Kebijakan tersebut memiliki tujuan untuk mengatur serta mengatasi permasalahan tersebut seperti keketatan kebijakan lingkungan atau environmental policy stringency index (EPS). Fokus utama indeks keketatan kebijakan lingkungan ini ada pada sektor yang memiliki keterkaitan langsung dengan lingkungan yaitu sektor hulu dimana terdapat sektor energi dan sektor transportasi. Skala nilai indeks dalam EPS adalah 0-6, dimana jika nilai indeks semakin mendekati atau bernilai 6 maka akan semakin ketat kebijakan lingkungan di negara tersebut (OECD, 2016). Gambar 3 menunjukkan indeks keketatan kebijakan lingkungan di negara BRIICS dari tahun 2011-2015. Gambar tersebut menunjukkan bahwa China merupakan negara dengan kebijakan lingkungan yang paling ketat diantara negara BRIICS lainnya, dimana hal ini menandakan bahwa

tingkat kerusakan lingkungan akibat pembangunan ekonomi di negara ini masih tinggi. Sementara negara-negara lain menunjukkan nilai indeks di angka rata-rata.



Gambar 3. Indeks Keketatan Kebijakan Lingkungan

Sumber: OECD (2021)

Salah satu faktor penting dalam pembangunan ekonomi adalah investasi asing langsung (FDI). Investasi asing langsung berperan sebagai pendorong transfer modal dalam pembangunan, khususnya dalam bidang energi, FDI mendorong transfer untuk teknologi hemat energi sehingga bisa mengurangi intensitas energi (Mielnik & Goldemberg, 2002). Dalam bidang energi, pengembangan sektor keuangan sangat penting dikarenakan dapat meningkatkan efisiensi perekonomian suatu negara. Pengembangan keuangan dapat mendorong berbagai perubahan di suatu negara salah satunya di bidang energi dimana dapat memengaruhi permintaan energi melalui berbagai cara salah satunya adalah dengan mempermudah konsumen meminjam uang untuk membeli barang seperti rumah, mobil, AC, serta mesin cuci. Singkatnya pengembangan keuangan dapat memudahkan konsumen dalam memuaskan keinginan serta kebutuhannya (Sadorsky, 2010). Menurut Doytch & Narayan (2016) FDI dapat mengurangi permintaan energi fosil yang bergantung pada sektor pendapatan, dimana secara khusus menunjukkan hubungan FDI di jasa keuangan meningkatkan energi terbarukan, sementara hubungan FDI dengan manufaktur justru sebaliknya. Investasi asing langsung yang diberikan pada sektor hulu dengan penggunaan energi yang besar dapat membantu menurunkan intensitas energi pada aktivitas di sektor tersebut. Investasi asing langsung dapat menjadi modal untuk teknologi hijau dimana teknologi tersebut dapat mengoptimalkan penggunaan energi terhadap output yang dihasilkan.

Berdasarkan uraian di atas dapat ditunjukkan bahwa dampak emisi GRK yang menyebabkan perubahan iklim telah membuat negara di seluruh dunia berupaya untuk menekan laju pertumbuhan emisi dengan membentuk Conference of Parties (COP) yang bertujuan untuk mengendalikan GRK serta melindungi dari aktivitas manusia yang bisa menyebabkan pertumbuhan emisi GRK. Selain itu, terdapat juga kesepakatan baru yaitu Paris Agreement yang bertujuan untuk menahan laju peningkatan suhu global di bawah 2 derajat celcius sebelum masa pra-industrialisasi serta menahan kenaikan suhu global

sebesar 1,5 derajat Celsius sesudah masa pra-industrialisasi. Upaya penurunan emisi GRK ini tidak terlepas dari konsumsi energi terutama energi fosil. Negara-negara berkembang yang sedang meningkatkan pertumbuhan ekonominya pastinya perlu mengembangkan berbagai sektor termasuk sektor industri. Dalam pelaksanaannya, pengembangan sektor-sektor tersebut dengan tujuan mendorong pertumbuhan ekonomi tentunya mengkonsumsi energi dalam jumlah besar. Hal tersebut berpengaruh terhadap tingkat emisi GRK global serta berpengaruh terhadap efisiensi energi di negara tersebut. Intensitas penggunaan energi sebagai tolak ukur tingkat efisiensi energi pada suatu negara akan berpengaruh terhadap tingkat kesehatan lingkungan di negara tersebut. Jika intensitas energi pada suatu negara tinggi, maka efisiensi energi di negara tersebut rendah.

Dalam mengembangkan serta mendorong pengendalian emisi GRK, perlu adanya bantuan teknologi dalam merealisasikan pengendalian tersebut yang tentunya membutuhkan pasokan dana yang tidak sedikit. Investasi asing langsung dalam hal ini dapat berperan sebagai salah satu instrumen untuk memasok modal bagi teknologi lingkungan yang hemat energi sehingga dapat mengurangi intensitas energi. Dalam mendukung penggunaan teknologi hemat energi di suatu negara tersebut tentunya dibutuhkan kebijakan yang dapat mengatur sebagai sistem yang dapat menghindari terjadinya kerugian bagi pemerintah, masyarakat, dan juga negara.

Selain teknologi, perlu adanya kebijakan seperti kebijakan lingkungan yang bisa meminimalisir eksternalitas negatif dari konsumsi energi yang besar tersebut. Kebijakan lingkungan memiliki peran penting pada kesejahteraan dan keberlanjutan pertumbuhan jangka panjang (OECD, 2016). Indeks ketetapan kebijakan lingkungan merupakan indikator yang mengukur seberapa ketatnya kebijakan lingkungan di suatu negara dalam upaya menjaga kesehatan lingkungan di negara tersebut. Nilai rata-rata indeks ketetapan kebijakan lingkungan pada kelompok negara BRIICS tergolong tinggi pada tahun 2015 dengan China memiliki nilai indeks lebih tinggi dibanding negara BRIICS lainnya. Kondisi tersebut menunjukkan tingginya intensitas energi pada kelompok negara tersebut guna melakukan pembangunan ekonomi. Berdasarkan uraian diatas, pengujian variabel indeks ketetapan kebijakan lingkungan terhadap tingkat efisiensi energi di kelompok negara BRIICS perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh ketetapan kebijakan lingkungan terhadap efisiensi energi di kelompok negara BRIICS serta dampak dari investasi asing langsung terhadap efisiensi energi di kelompok negara tersebut. Dalam konteks ini, fokus utama penelitian adalah untuk memahami bagaimana kebijakan lingkungan yang ketat mampu mempengaruhi tingkat efisiensi energi di negara-negara BRIICS. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengeksplorasi hubungan antara investasi asing langsung dengan tingkat efisiensi energi di kelompok negara tersebut.

Metodologi

Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder dengan periode waktu selama 26 tahun yaitu dari tahun 1990 sampai 2015. Data yang digunakan merupakan data panel. Sumber data dalam penelitian ini didapat dari situs-situs terpercaya. Data indeks ketetapan kebijakan lingkungan (EPS) didapat dari situs OECD sementara data investasi asing langsung (FDI) dan Intensitas Energi diperoleh dari situs

World Bank. Penelitian ini menggunakan enam sampel negara pada kelompok BRIICS yaitu Brazil, Rusia, India, Indonesia, China, dan Afrika Selatan.

Pengukuran

Variabel yang digunakan dalam penelitian terangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Variabel penelitian

No	Variabel	Satuan	Sumber
1	Intensitas Energi (EI)	MJ/\$ PPPGDP (2011) Besaran mega joule yang dibutuhkan dalam menghasilkan 1 US Dollar	World Bank (2021)
2	Indeks Keketatan Kebijakan Lingkungan (EPS)	-	<i>The Organisation for Economic Co- Operation and Development (OECD)</i>
3	Investasi Asing Langsung (FDI)	Current US Dollar	World Bank (2021)

Analisis

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak dari indeks keketatan kebijakan lingkungan (EPS) dan investasi asing langsung (FDI) terhadap intensitas energi di negara BRIICS (Brazil, Rusia, India, Indonesia, China, Afrika Selatan) dengan menggunakan metode regresi data GMM (Generalized Method of Moments). Penggunaan metode regresi data tersebut dikarenakan data yang digunakan merupakan data panel dinamis. Data panel dinamis merupakan model yang digunakan untuk melihat hubungan antar variabel ekonomi yang pada dasarnya bersifat dinamis dimana hubungan tersebut pada dasarnya tidak hanya dipengaruhi oleh variabel di waktu yang sama namun juga dipengaruhi oleh variabel pada waktu yang sebelumnya (Lubis, 2013).

Permodelan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui serta menganalisis besaran pengaruh environmental policy stringency index dan FDI terhadap tingkat efisiensi energi di negara BRIICS. Model estimasi pada penelitian ini menggunakan model panel dinamis yang merupakan hasil adaptasi dari penelitian-penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai referensi acuan. Pada model penelitian ini, lag dari variabel intensitas energi sebagai variabel endogen eksplanatori. Sesuai dalam tujuan penelitian ini maka persamaan ekonometrika yang dibangun dapat dilihat pada persamaan (1).

$$LnEI_{it} = \beta_0 + \beta_1 LnEI_{it-1} + \beta_2 LnEPS_{it} + \beta_3 FDI_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Dimana:

- $LnEI_{it}$ = Tingkat penggunaan energi untuk negara i pada periode t
- $LnEI_{it-1}$ = Tingkat penggunaan energi untuk negara i pada periode tahun sebelumnya
- $LnEPS_{it}$ = Skala indeks keketatan kebijakan lingkungan untuk negara i pada

	periode t
FDI_{it}	= Penanaman modal asing bersih untuk negara i pada periode t
ε_{it}	= Komponen <i>error</i> untuk negara i pada periode t
β_0	= Koefisien variabel konstanta
β_1	= Koefisien variabel intensitas energi
β_2	= Koefisien variabel indeks keketatan kebijakan lingkungan
β_3	= Koefisien variabel investasi asing langsung

Hasil

Hasil Estimasi

Analisis mengenai variabel terkait dilakukan untuk dapat memberikan gambaran mengenai pengaruh variabel indeks keketatan kebijakan lingkungan dan investasi asing langsung terhadap variabel intensitas energi sebagai salah satu proksi dari efisiensi energi di kelompok negara BRIICS. Perhitungan hasil estimasi ini didapatkan dengan menggunakan analisis panel dinamis yaitu Generalized Method of Moments (GMM). Analisis ini dilakukan dengan tiga tahapan. Pertama, uji estimasi model tidak bias yang ditunjukkan dengan nilai koefisien dari lag Y_{it-1} dimana nilai koefisien tersebut harus berada diantara nilai koefisien lag Y_{it-1} dari hasil analisis Pooled Least Square (PLS) dan analisis Fixed Effect Model (FEM) atau dengan perbandingan sebagai berikut $FEM < GMM < PLS$ agar model tidak bias. Kedua, Uji Arellano-Bond yang bertujuan untuk melihat serta memastikan bahwa variabel yang digunakan tidak mengandung autokorelasi. Ketiga, Uji Sargan yang digunakan untuk melihat validitas dari model yang digunakan.

Hasil Uji Tidak Bias

Pada uji ini, hasil regresi yang didapat harus memastikan bahwa model GMM yang digunakan tidak bias. Hasil dari regresi model GMM yang didapat adalah nilai koefisien dari lag Y_{it-1} sebesar 0,9285 dimana nilai koefisien tersebut berada diantara nilai koefisien dari hasil model PLS sebesar 0,9741 dan hasil model FEM sebesar 0,8732. Hasil ini menunjukkan bahwa model yang digunakan tidak bias. Hasil perbandingan dari ketiga model tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Tidak Bias

Parameter	FEM	GMM	PLS
Koefisien Lag Ln_Intensitas Energi	0,8732	0,9285	0,9741
Jumlah Observasi	139	139	139
Jumlah Grup	6	6	6

Hasil Uji Arellano-Bond

Uji Arellano-Bond ini dilakukan untuk melihat konsistensi dari koefisien model GMM yang diolah. Model dikatakan konsisten jika nilai p-value pada ordo ke dua (AR2) tidak signifikan atau tidak tolak H_0 yaitu lebih besar dari taraf signifikan 1%, 5%, dan 10%. Hasil pada uji ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Arellano Bond

<i>Arellano-Bond AR1 in first difference</i>	Z = -1,93	Prob>z = 0,0526
<i>Arellano-Bond AR2 in first difference</i>	Z = 0,48	Prob>z = 0,6266

Pada hasil Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa nilai prob>chi pada AR2 sebesar 0,5609 yang menandakan bahwa hasil tersebut tidak signifikan atau tidak tolak H_0 yaitu lebih besar dari taraf signifikan 1%, 5%, 10%. Hasil tersebut menandakan bahwa model GMM yang digunakan pada penelitian ini tidak terdapat autokorelasi.

Hasil Uji Sargan

Uji ini dilakukan untuk melihat validitas dari model yang digunakan. Hasil uji sargan pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai p-value sebesar 0,0678 lebih besar dari alpha 0,05 yang menandakan bahwa hasil tersebut tidak tolak H_0 atau variabel instrumen tersebut valid dan tidak ada korelasi dengan komponen *error*.

Hasil Analisis *Generalized Method of Moments* (GMM)

Hasil analisis mengenai pengaruh variabel indeks keketatan kebijakan lingkungan dan investasi asing langsung terhadap variabel intensitas energi sebagai proksi efisiensi energi dapat dilihat pada Tabel 4. Analisis ini menggunakan metode SYS-GMM karena mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan FD-GMM. Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel indeks keketatan kebijakan lingkungan (EPS) dan investasi asing langsung (FDI) mempengaruhi variabel intensitas energi.

Tabel 4. Hasil Estimasi Variabel

Variabel	Koefisien
Lag Ln_IntensitasEnergi	0,92864***
Ln_EPS	-0,02165***
FDI	-0,00491***
Konstanta	0,22516***

*Catatan: Tingkat Signifikansi (α) ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,1

Pada Tabel 4 nilai lag period dari variabel intensitas energi secara signifikan positif mempengaruhi variabel intensitas energi. Variabel tersebut memiliki koefisien sebesar 0,92864 yang menandakan apabila intensitas energi di tahun sebelumnya mengalami peningkatan sebesar 1% maka akan menyebabkan peningkatan intensitas energi sebesar 0,92% di tahun berikutnya dengan asumsi *ceteris paribus*.

Variabel Ln_EPS yaitu indeks keketatan kebijakan lingkungan secara signifikan berpengaruh negatif terhadap intensitas energi di kelompok negara BRIICS. Variabel tersebut memiliki koefisien sebesar -0,02165. Hal tersebut menandakan bahwa apabila terjadi pengetatan kebijakan lingkungan sebesar 1%, maka akan menyebabkan penurunan intensitas energi sebesar 0,021% dengan asumsi *ceteris paribus*.

Variabel FDI sebagai investasi asing langsung secara signifikan berpengaruh negatif terhadap intensitas energi. Variabel dengan koefisien sebesar -0,00491 tersebut

menandakan bahwa apabila terjadi peningkatan investasi asing langsung bersih sebesar 1 dollar maka akan menyebabkan terjadinya penurunan intensitas energi sebesar 0,49% dengan asumsi *ceteris paribus*.

Tabel 5. Hasil Estimasi Jangka Panjang

Variabel	Koefisien
Ln_EPS	-0,30342***
FDI	-0,06887***

*Catatan: Tingkat Signifikansi (α) *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Keunggulan model panel dinamis atau *Generalized Method of Moment (GMM)* ini adalah dapat mengestimasi pengaruh suatu variabel berdasarkan periode waktu. Pada penelitian ini estimasi yang didapat adalah dengan menghitung pengaruh jangka panjang dari tiap variabel independen terhadap variabel dependen. Tabel 5 memperlihatkan hasil dari pengaruh variabel indeks keketatan kebijakan lingkungan dan investasi asing langsung terhadap variabel intensitas energi di jangka panjang.

Variabel Ln_EPS sebagai indeks keketatan kebijakan lingkungan memiliki hubungan yang signifikan negatif terhadap intensitas energi. Variabel dengan koefisien sebesar -0,30342 itu menandakan bahwa setiap 1% peningkatan indeks keketatan kebijakan lingkungan akan mempengaruhi 0,30% penurunan intensitas energi pada jangka panjang dengan asumsi *ceteris paribus*.

Variabel FDI sebagai investasi asing langsung memiliki hubungan yang signifikan negatif terhadap intensitas energi. Variabel dengan koefisien sebesar -0,06887 tersebut menandakan bahwa setiap 1 dollar peningkatan investasi asing langsung bersih akan mempengaruhi 6,89% penurunan intensitas energi pada jangka panjang dengan asumsi *ceteris paribus*.

Pembahasan

Kelompok negara BRIICS merupakan negara-negara dengan tingkat perekonomian yang tinggi dimana hal tersebut menandakan bahwa intensitas penggunaan energi di kelompok negara tersebut juga tinggi. Semakin tinggi penggunaan energi di suatu negara mengakibatkan tingkat intensitas energi semakin meningkat dan efisiensi energi di negara tersebut semakin rendah. Keketatan kebijakan lingkungan menjadi salah satu alat dalam menjaga kesehatan lingkungan di negara tersebut akibat tingginya intensitas penggunaan energi. Keketatan kebijakan lingkungan dihitung dalam skala indeks 0-6 dimana semakin mendekati atau menyentuh angka 6 maka semakin ketat kebijakan lingkungan yang diterapkan. Semakin ketat kebijakan lingkungan yang diterapkan maka semakin efisien penggunaan energi sehingga terjadi penurunan intensitas energi. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini dimana indeks keketatan kebijakan lingkungan berpengaruh negatif terhadap intensitas energi. Jika semakin ketat kebijakan lingkungan yang diterapkan maka akan menurunkan intensitas penggunaan energi. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya Yang (2021) yang memiliki hasil penelitian serupa dimana indeks keketatan kebijakan lingkungan berpengaruh namun memiliki hubungan yang negatif terhadap intensitas energi.

Dalam menjaga upaya penurunan intensitas energi tentunya perlu adanya modal sebagai salah satu alat dalam setiap aktivitas serta inovasi hijau yang dilakukan dalam peningkatan efisiensi energi. Investasi asing langsung dapat menjadi pasokan modal dalam merealisasikan kebijakan lingkungan sehingga berpeluang pada peningkatan efisiensi energi di suatu negara. Pada penelitian ini investasi asing langsung berpengaruh negatif terhadap intensitas energi. Hasil dari penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yaitu Adom (2015) yang menyatakan bahwa investasi asing langsung dan intensitas energi memiliki hubungan yang negatif karena kondisi industri dan pasar di masa sekarang telah memperhatikan dampak lingkungan sehingga investasi asing langsung yang masuk sudah berfokus pada teknologi hijau yang ramah lingkungan sehingga dapat menurunkan intensitas energi dimana dalam hal ini menandakan tingkat penggunaan energi dalam menghasilkan suatu output semakin efisien.

Penelitian Huang et al. (2018) juga menunjukkan tren positif investasi asing langsung terhadap efisiensi energi di negara Cina. Hasil dari penelitian tersebut adalah investasi asing langsung dapat mendorong inovasi dengan memberikan limpahan teknologi dalam produksi. Hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi energi di negara penerima. Investasi asing langsung di negara China juga dipengaruhi oleh stok sumber daya manusia dalam memperkuat serta menyerap efek limpahan teknologi. Dengan meningkatnya sumber daya manusia di negara tersebut akan memperkuat efek dari adanya investasi asing langsung dalam mendukung inovasi teknologi rendah emisi di negara tersebut.

Menurut Ramdhan et al. (2019), Indonesia sendiri juga mendapat manfaat dari serapan teknologi yang dibantu investasi asing langsung melalui perusahaan FDI yang masuk pada industri manufaktur dimana industri tersebut merupakan sektor hulu dimana terdapat tingginya penggunaan energi dalam produksi. Hasil penelitian tersebut juga menandakan bahwa perusahaan FDI memiliki intensitas energi yang lebih rendah dibanding perusahaan non-FDI.

Hasil diatas menunjukkan bahwa investasi asing langsung menjadi salah satu instrumen penting dalam efisiensi energi melalui limpahan teknologinya memungkinkan negara penerima mendapatkan hasil inovasi ramah lingkungan yang diterapkan baik oleh pemerintah maupun melalui perusahaan. Tentunya investasi asing langsung harus didukung dengan pengoptimalan sumber daya manusia karena dengan inovasi dan teknologinya tersebut butuh sumber daya yang berkualitas agar dapat memaksimalkan manfaat dari limpahan teknologi tersebut.

Kesimpulan

Perubahan iklim merupakan dampak dari emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang semakin meningkat. Berbagai negara telah fokus dalam upaya penurunan emisi GRK dengan upaya meningkatkan efisiensinya. Kelompok negara BRIICS merupakan kumpulan negara dengan aktivitas perekonomian yang besar tentunya memiliki tingkat

konsumsi energi yang besar sehingga memiliki intensitas energi yang tinggi. Intensitas energi menjadi proksi efisiensi energi pada penelitian ini dimana semakin rendah tingkat intensitas energi di suatu negara maka semakin efisien penggunaan energi di negara tersebut. Dalam mendukung upaya peningkatan efisiensi energi tersebut perlu adanya kebijakan yang dapat meminimalisir dampak dari penggunaan energi tersebut. Pengetatan kebijakan lingkungan dinilai atas dasar tingkat kerusakan lingkungan yang ada pada negara tersebut. Selain itu juga diperlukan modal salah satunya investasi asing langsung dalam mengembangkan inovasi hijau yang dapat mendukung penurunan intensitas energi. Hasil analisis pada penelitian ini menunjukkan bahwa indeks keketatan kebijakan lingkungan berpengaruh negatif terhadap intensitas energi dimana semakin ketat kebijakan lingkungan di negara tersebut maka semakin rendah intensitas energinya. Investasi asing langsung memiliki pengaruh yang signifikan negatif terhadap intensitas energi dimana semakin besar investasi asing langsung yang masuk akan menurunkan intensitas energi.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah perlunya meningkatkan pengetatan kebijakan lingkungan pada kelompok negara BRIICS. Pengetatan ini diharapkan mampu mengurangi kerusakan lingkungan sehingga dampaknya pada jangka panjang dapat meningkatkan kesejahteraan dan juga mampu meningkatkan aktivitas ekonomi dengan memperhatikan lingkungan. Selain itu, perlu adanya upaya peningkatan asing langsung yang diberikan kepada sektor-sektor dengan penggunaan energi yang besar dan membutuhkan teknologi hijau sehingga teknologi tersebut dapat digunakan dalam meningkatkan efisiensi energi dan bisa beralih ke energi terbarukan.

Daftar Pustaka

- Adom, P. K. (2015). Asymmetric impacts of the determinants of energy intensity in Nigeria. *Energy Economics*, 49, 570–580. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.03.027>
- Azaliah, R., & Hartono, D. (2020). Energy intensity determinant in Indonesia: a panel data analysis. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, 28(1), 53–63. <https://doi.org/10.14203/JEP.28.1.2020.53-63>
- Botta, E., & Koźluk, T. (2014). *Measuring environmental policy stringency in OECD countries: A composite index approach*. <https://doi.org/10.1787/18151973>
- Chang, C. P., Wen, J., Zheng, M., Dong, M., & Hao, Y. (2018). Is higher government efficiency conducive to improving energy use efficiency? Evidence from OECD countries. *Economic Modelling*, 72, 65–77. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.01.006>
- Doytch, N., & Narayan, S. (2016). Does FDI influence renewable energy consumption? An analysis of sectoral FDI impact on renewable and non-renewable industrial

- energy consumption. *Energy Economics*, 54, 291–301.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.12.010>
- Huang, J., Hao, Y., & Lei, H. (2018). Indigenous versus foreign innovation and energy intensity in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1721–1729.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.266>
- Lubis, K. A. (2013). *Penerapan Generalized Method Of Moments Pada Persamaan Simultan Panel Dinamis Untuk Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia*.
- Masripatin, N. (2017). *Strategi Implementasi Nationally Determined Contribution (NDC)* (N. Masripatin (ed.)). Ditjen PPI Kementerian KLHK.
- Mielnik, O., & Goldemberg, J. (2002). Foreign direct investment and decoupling between energy and gross domestic product in developing countries. *Energy Policy*, 30(2), 87–89.
- OECD. (2016). How stringent are environmental policies? *Oecd*, 16.
<https://www.oecd.org/economy/greeneco/How-stringent-are-environmental-policies.pdf>
- Ramadhan, I., Panennungi, A., & M. (2019). Foreign Direct Investment (FDI) dan Efisiensi Energi Pada Industri Manufaktur di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Ekonomi*, 15(1), 10.
- Sadorsky, P. (2010). The impact of financial development on energy consumption in emerging economies. *Energy Policy*, 38(5), 2528–2535.
- UNFCCC. (2021). *Conference of the Parties (COP)*.
<https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>
- World Bank. (2021a). *Energy intensity level of primary energy*.
<https://data.worldbank.org/indicator/EG.EGY.PRIM.PP.KD>
- World Bank. (2021b). *Foreign direct investment*.
<https://data.worldbank.org/indicator/BN.KLT.DINV.CD>
- Yang, H. C. (2021). Impact of environmental stringency on energy efficiency. *Energy RESEARCH LETTERS*.