

DETERMINAN INTENSITAS ENERGI DI INDONESIA: ANALISIS DATA PANEL

ENERGY INTENSITY DETERMINANT IN INDONESIA: A PANEL DATA ANALYSIS

Rhisa Azaliah¹, Djoni Hartono²

¹Badan Tenaga Nuklir Nasional, rhisazaliah@gmail.com;

² Departemen Ilmu Ekonomi - Universitas Indonesia, djoni.hartono@gmail.com.

Abstrak

Studi ini bertujuan untuk menginvestigasi peran PDRB per kapita, keterbukaan perdagangan, proporsi sektor industri, kepadatan penduduk, dan *Foreign Direct Investment* (FDI) per kapita terhadap intensitas energi di Indonesia. Analisis data panel digunakan untuk menganalisis pengaruh dari variabel-variabel tersebut terhadap intensitas energi pada 33 provinsi di Indonesia sepanjang tahun 2008-2015. Hasil dari studi ini menunjukkan bahwa intensitas energi pada level provinsi di Indonesia sangat ditentukan oleh aktivitas ekonomi daerah. Peran sektor industri dalam memengaruhi intensitas energi cukup dominan dan juga didukung oleh temuan pada variabel keterbukaan perdagangan dan FDI per kapita. Oleh karena itu, kebijakan dalam bidang industri akan sangat memengaruhi tercapainya target pemerintah terkait dengan kebijakan energi dalam upaya menurunkan 1% intensitas energi per tahun.

Kata kunci: energi, intensitas energi, data panel, Indonesia

Klasifikasi JEL: Q40, Q43

Abstract

This study aims to discuss the role of GDP per capita, trade openness, the proportion of industrial sector, population density, and Foreign Direct Investment (FDI) per capita on energy intensity in Indonesia. The panel data analysis was applied to analyze the effect of those variables on energy intensity across 33 provinces in Indonesia during 2008-2015. The results of this study indicate that energy intensity in Indonesia provinces is highly determined by regional economic activity. The role of the industrial sector in determining energy intensity is quite dominant, supported by findings on the trade openness and FDI per capita. Therefore, policy in the industrial sector will significantly affect the attainment of the Government' target in reducing 1% of energy intensity per year.

Keywords: energy, energy intensity, panel data, Indonesia

JEL Classification: Q40, Q43

PENDAHULUAN

Hingga tahun 2045, Badan Pusat Statistik (BPS) memproyeksikan peningkatan jumlah penduduk Indonesia sebanyak 4,5% dari total penduduk pada tahun 2015 (BPS, 2018). Hal tersebut serta merta akan mendorong terjadinya peningkatan permintaan energi di Indonesia. Kebutuhan energi masyarakat Indonesia sampai saat ini sangat bergantung pada energi fosil

yang merupakan jenis energi tak terbarukan. Ketergantungan tersebut perlahan mulai dialihkan dengan penetapan target peningkatan bauran energi terbarukan dalam kebijakan energi di Indonesia sebanyak 23% hingga pada tahun 2025 (Dewan Energi Nasional, 2014). Selain dengan peningkatan target penggunaan energi terbarukan, agar dapat memenuhi kebutuhan energi masyarakat, isu efisiensi energi perlu

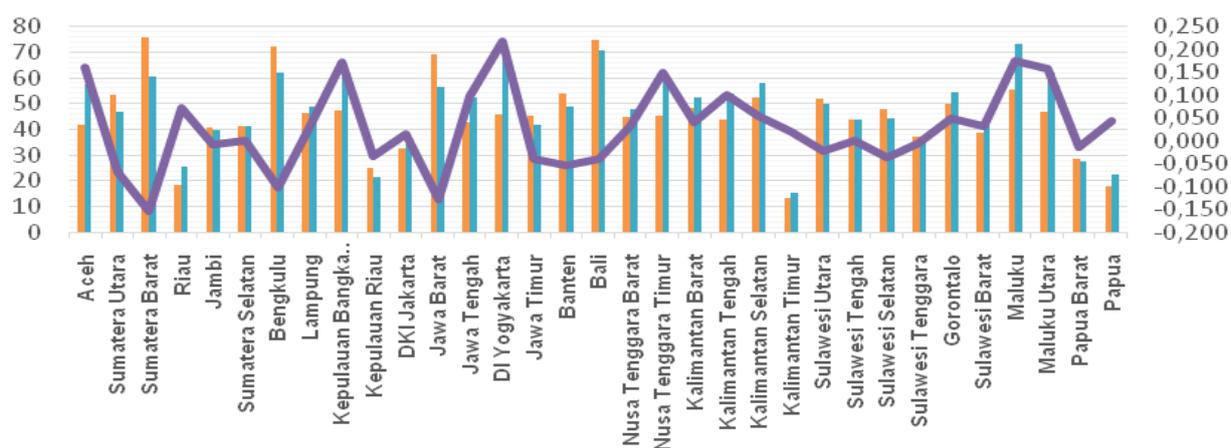
mendapatkan perhatian yang cukup. Dengan melakukan efisiensi energi, permintaan akan energi dapat dikelola secara berkelanjutan serta mengurangi potensi pencemaran dan kerusakan lingkungan. Selain itu, kebutuhan investasi infrastruktur pembangkit listrik juga dapat ditekan dengan melakukan efisiensi energi (Hayes dan Kubes, 2018).

Intensitas energi merupakan parameter efisiensi energi di suatu negara (Thaler, 2011). Hubungan antara energi dan pertumbuhan berkelanjutan sangat erat kaitannya dengan efisiensi energi. Semakin baik suatu negara dalam mengelola energi maka semakin efisien negara tersebut. Efisiensi energi juga merupakan salah satu indikator pada *Sustainable Development Goals* (SDGs). Salah satu indikator menyebutkan bahwa pada tahun 2030, diharapkan dunia dapat meningkatkan efisiensi energinya dua kali lipat. Berdasarkan laporan International Energy Agency (IEA) pada tahun 2018, telah terjadi peningkatan efisiensi energi dunia sebanyak 13% dari tahun 2000 hingga 2016 akibat berbagai bentuk kebijakan bidang energi, inovasi teknologi, dan kompetisi global.

Seiring dengan fokus dunia dalam meningkatkan efisiensi energi, Indonesia, melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) telah melakukan beberapa kebijakan, seperti menargetkan penurunan intensitas energi sebanyak 1% per tahun hingga 2025. Beberapa kebijakan yang telah dilakukan oleh pemerintah, seperti: (i) perencanaan efisiensi energi sektor industri yang akan diatur dalam Peraturan Menteri Perindustrian; (ii) mengarahkan diversifikasi energi pada sektor transportasi melalui Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2018 tentang Rencana Induk Transportasi Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi; (iii) penyusunan standar intensitas energi pada industri (standar industri hijau) oleh Kementerian Perindustrian; (iv) menetapkan standar *eco-building* melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) No.92/PRT/M/2015 terkait penerapan desain rumah sesuai dengan standar efisiensi energi; (v) serta beberapa peraturan lain terkait efisiensi energi di berbagai sektor.

Berdasarkan data intensitas energi dari tahun 2008 hingga 2015, kondisi intensitas energi pada berbagai wilayah di Indonesia cukup bervariasi seperti terlihat pada Gambar 1. Beberapa provinsi sudah menampakkan kepeduliannya terhadap efisiensi energi dengan mengalami penurunan intensitas energi seperti Sumatera Utara, Jawa Barat, Bengkulu, Bali, Sulawesi Selatan, dan provinsi-provinsi lain. Namun, sebagian lagi justru mengalami peningkatan intensitas energi seperti Aceh, DKI Jakarta, Kepulauan Bangka Belitung, Maluku, dan provinsi lainnya. Selain itu, provinsi-provinsi tersebut memiliki karakter intensitas energi yang berbeda seperti DKI Jakarta yang sejak awal memiliki intensitas energi lebih rendah dibandingkan dengan provinsi besar lainnya. Provinsi lain yang memiliki intensitas energi rendah antara lain yaitu Kalimantan Timur, Riau, Kepulauan Riau, Papua, dan Papua Barat. Jika dibandingkan dengan DKI Jakarta, provinsi-provinsi dengan intensitas energi rendah memiliki karakteristik jumlah penduduk yang cenderung lebih sedikit dibandingkan provinsi-provinsi lainnya. Sementara itu, provinsi-provinsi yang memiliki intensitas energi tinggi seperti Sumatera Barat, Bengkulu, Kepulauan Bangka Belitung, Jawa Barat, Bali, dan Maluku memiliki karakteristik perekonomian yang berbeda.

Salah satu kemungkinan adanya pola intensitas energi yang berbeda antar provinsi-provinsi di Indonesia dapat disebabkan oleh faktor pembangunan yang tidak merata serta karakteristik penggunaan energi di masing-masing provinsi. Provinsi dengan intensitas energi yang tinggi perlu menjadi perhatian utama. Faktor-faktor seperti apa yang menyebabkan intensitas energi di daerah tersebut menjadi tinggi. Begitu pula dengan daerah yang memiliki intensitas energi rendah. Bagaimana daerah tersebut menyusun kebijakan energi sehingga intensitas energinya tetap rendah. Dengan mengintegrasikan model ekonometrika melalui analisis data panel, penelitian ini memfokuskan kepada determinan intensitas energi yang mendeskripsikan penggunaan energi masing-masing provinsi serta kebijakan seperti apa yang efektif dalam meningkatkan efisiensi energi provinsi-provinsi di Indonesia.



Gambar 1. Intensitas Energi Provinsi-Provinsi di Indonesia tahun 2008 dan 2015

Notes:

- Oranye: Intensitas energi provinsi-provinsi di Indonesia tahun 2008 (SBM/ribu rupiah)
- Biru: Intensitas energi provinsi-provinsi di Indonesia tahun 2015 (SBM/ribu rupiah)
- Ungu: Pertumbuhan tahunan intensitas energi

Pada berbagai studi terkait intensitas energi, fokus beberapa peneliti bertujuan untuk menentukan determinan yang dapat mengurangi intensitas energi. Salah satunya adalah studi dari Parker dan Liddel (2016) pada negara-negara *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) yang menemukan bahwa peningkatan efisiensi energi sangat memengaruhi penurunan intensitas energi. Ma dan Stern (2008) yang mendekomposisikan intensitas energi di Tiongkok dan mendapati bahwa faktor penting dalam mengurangi intensitas energi adalah perubahan teknologi dan perubahan struktural. Pengaruh perubahan teknologi yang semakin efisien mengakibatkan penurunan intensitas energi dan pengaruh perubahan struktural pada sektor industri, dari industri yang kurang intensif dalam penggunaan energi (primer) ke industri yang intensif dalam penggunaan energi (sekunder dan tersier), yang pada akhirnya akan berpotensi meningkatkan intensitas energi.

Studi determinan intensitas energi di Indonesia telah dilakukan sebelumnya oleh Kartiasih *et al.* (2012) dengan menggunakan metode analisis *Vector Autoregressive* (VAR) serta menghasilkan kesimpulan bahwa intensitas energi di tingkat nasional dipengaruhi oleh perubahan

aktivitas ekonomi, sedangkan di tingkat sektoral dipengaruhi oleh efek efisiensi. Studi tersebut juga menunjukkan bahwa intensitas energi di Indonesia mengalami peningkatan selama periode 1977-2010. Adapun determinan yang digunakan adalah PDB per kapita, pertumbuhan penduduk, dan harga energi.

Studi mengenai determinan intensitas energi baik di Indonesia maupun di negara lain telah dilakukan dengan berbagai metode namun belum ada yang melakukan pengukuran determinan menggunakan metode panel provinsi di Indonesia. Studi ini memberikan kontribusi terkait pengukuran variabel apa saja yang mempengaruhi intensitas energi di Indonesia. Oleh karena itu, studi ini disampaikan dalam bentuk uraian mengenai tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil penelitian, serta kesimpulan dan saran terkait kebijakan terkait intensitas energi di Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini, pemilihan determinan mengacu pada studi determinan intensitas energi pada 160 negara yang dilakukan oleh Thaler (2011), bahwa intensitas energi dipengaruhi oleh beberapa

faktor seperti investasi, geografi, industri, dan demografi. Sektor industri merupakan sektor yang intensif dalam menggunakan energi. Penggunaan energi dari berbagai sektor ekonomi pun berbeda. Sektor-sektor ekonomi terbagi menjadi tiga sektor utama berdasarkan tingkat produktivitasnya yaitu sektor primer, sekunder dan tersier. Sektor primer adalah pertanian, peternakan, perkebunan dan sebagainya. Sektor sekunder merupakan industri yang mengolah bahan mentah untuk menjadi barang jadi atau setengah jadi misalnya industri besi dan baja, tekstil, industri minyak dan gas, dan lain-lain. Sementara kelompok sektor tersier merupakan sektor ekonomi yang outputnya adalah layanan jasa, seperti perawatan kesehatan, transportasi, dan sebagainya. Berdasarkan jenis industri tersebut, yang paling intensif dalam menggunakan energi adalah industri sekunder. Oleh karena itu, dalam menentukan variabel yang memengaruhi intensitas energi, digunakan output dari sektor industri sekunder.

Studi Masayuki (2011) menganalisis efek kepadatan perkotaan terhadap intensitas energi pada sektor jasa di Jepang dengan menggunakan metode analisis regresi *pooled OLS*, dengan log kepadatan populasi kota digunakan sebagai variabel untuk menjelaskan efisiensi energi. Hasil dari analisis tersebut yaitu bahwa konsumsi energi pada sektor jasa lebih efisien pada kota yang lebih padat. Hasil yang didapatkan yaitu ketika kepadatan populasi meningkat dua kali lipat, maka efisiensi energi akan meningkat sekitar 12%. Studi lain dari Karathodorou *et al.* (2010) menyimpulkan bahwa kepadatan populasi penduduk perkotaan memengaruhi permintaan bahan bakar dimana menghasilkan hubungan negatif antar keduanya. Penulis menjabarkan adanya kemungkinan semakin padat penduduk di suatu kota maka permintaan mobil akan menurun dan penduduk lebih memilih berjalan kaki atau naik sepeda untuk menjangkau suatu tempat, untuk itu permintaan akan bahan bakar juga menurun. Berdasarkan kedua studi tersebut dapat disimpulkan bahwa kepadatan penduduk berpotensi untuk memengaruhi intensitas energi.

Studi lain menganalisis adanya hubungan antara intensitas energi dengan investasi. Investasi sangat dekat hubungannya dengan perubahan teknologi yang sangat diyakini oleh para ekonom energi sebagai salah satu penunjang utama

penurunan intensitas energi. Mengukur perubahan teknologi dinilai lebih sulit, sehingga beberapa studi yang telah ada menggunakan variabel penjelas berupa *Foreign Direct Investment (FDI)*. FDI merupakan jenis investasi langsung yang dilakukan oleh perusahaan dari luar negeri untuk menanamkan modalnya dalam jangka waktu tertentu kepada perusahaan di dalam negeri. Studi dari Walter dan Ugelow (1979) mengenalkan hipotesis '*pollution haven*' di mana FDI yang diberikan ke suatu negara akan mengakibatkan polusi. Untuk itu, negara yang ingin menarik investasi industri yang menggunakan energi besar dan menghasilkan banyak polusi harus menurunkan batas akses lingkungan.

Keterbukaan perdagangan atau *trade openness* diukur dari rasio total volume perdagangan internasional (impor dan ekspor) terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). Barang komoditas impor dan ekspor memiliki sejumlah konsumsi energi tidak langsung. Selanjutnya, perdagangan luar negeri dapat memengaruhi konsumsi energi melalui pengaruhnya terhadap pertumbuhan ekonomi, mengubah struktur industri, dan menyerap teknologi maju dari luar negeri. Studi dari Nasreen dan Anwar (2014) menyebutkan bahwa keterbukaan perdagangan memiliki hubungan positif terhadap konsumsi energi, sehingga semakin aktif suatu negara dalam melakukan ekspor dan impor maka intensitas energi dari negara tersebut akan meningkat, hasil ini didapatkan dari menganalisis data panel negara-negara di Asia dari tahun 1980 hingga 2011. Hal itu memperlihatkan bahwa keterbukaan perdagangan merupakan salah satu faktor yang dapat berpotensi dalam memengaruhi intensitas energi.

Variabel lainnya yang juga berpotensi memengaruhi intensitas energi yaitu pertumbuhan ekonomi. Terdapat empat hipotesis yang mendasari hubungan antara konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi. *Pertama*, hipotesis pertumbuhan yaitu konsumsi energi akan mendorong pertumbuhan ekonomi. *Kedua*, hipotesis konservasi yaitu pertumbuhan ekonomi merupakan hasil dari konsumsi energi. *Ketiga*, hipotesis umpan balik yaitu ada hubungan sebab akibat dua arah antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. *Terakhir*, hipotesis netralitas yaitu tidak ada hubungan kausalitas

antara konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi (Tugcu *et al.*, 2012). Studi lain oleh Huang *et al.* (2008) mengenai hubungan kausal antara konsumsi energi dengan perkembangan ekonomi pada negara-negara dengan pendapatan rendah, menengah ke bawah, menengah ke atas, dan pendapatan tinggi. Efek yang dihasilkan berbeda, pada negara dengan pendapatan rendah maka tidak ada hubungan kausalitas antara energi konsumsi dengan pertumbuhan ekonomi. Pada negara dengan pendapatan menengah menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi akan meningkatkan konsumsi energi dan sebaliknya pada negara pendapatan tinggi yaitu pertumbuhan ekonomi akan menekan konsumsi energi.

Untuk kasus di Indonesia, beberapa studi telah melakukan pengukuran dampak konsumsi energi terhadap pertumbuhan ekonomi diantaranya oleh Nugraha dan Osman (2019) yang melakukan studi hubungan antara emisi CO₂, konsumsi energi, nilai tambah dari 3 sektor serta konsumsi rumah

tingga menggunakan data tahunan dari tahun 1975 hingga 2014 dan dikalkulasi dengan metode kointegrasi dan model *Vector Error Correction*. Dari studi tersebut disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Masyarakat Indonesia dinilai lebih selektif dan efisien dalam mengonsumsi barang dan jasa dalam kehidupan sehari-hari terutama kebutuhan energinya. Temuan tersebut mendukung studi Jafari, *et al* (2012) yang juga menemukan tidak adanya hubungan kausal antara pertumbuhan ekonomi dengan konsumsi energi. Studi yang dilakukan menggunakan data pertumbuhan ekonomi, emisi CO₂, dan konsumsi energi dari tahun 1971 hingga 2007 di Indonesia dengan menggunakan metode *Vector Autoregressive (VAR)*. Untuk itu perlu metode lain untuk menemukan hubungan kausal antara pertumbuhan ekonomi dengan konsumsi energi. Adapun hipotesis dalam membangun kerangka konseptual pada studi ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kerangka Konseptual

Variabel	Dampak Variabel terhadap Intensitas Energi	Hipotesis
Sektor Industri Sekunder	Sektor industri sekunder sebagai sektor yang intensif dalam menggunakan energi, sehingga akan mengakibatkan peningkatan intensitas energi seiring dengan peningkatan aktivitas pada sektor industri sekunder	Sektor industri memiliki efek positif terhadap intensitas energi
Kepadatan Penduduk	Semakin padat suatu daerah maka akan semakin efisien dalam menggunakan energi dan juga memiliki penurunan permintaan bahan bakar, sehingga akan menurunkan intensitas energi.	Kepadatan penduduk memiliki efek negatif terhadap intensitas energi
<i>Foreign Direct Investment</i>	Semakin banyak investasi asing yang masuk ke Indonesia, maka teknologi yang digunakan akan semakin efisien, sehingga terjadi penurunan intensitas energi.	FDI memiliki efek negatif terhadap intensitas energi
	Jika investasi asing yang masuk ke Indonesia semakin banyak dan bersifat intensif dalam penggunaan energi, maka intensitas energi akan meningkat	FDI memiliki efek positif terhadap intensitas energi
<i>Trade Openness</i>	Semakin aktif perdagangan internasional yang dilakukan (baik ekspor maupun impor) akan meningkatkan intensitas energi jika produk yang di impor atau ekspor intensif dalam penggunaan energi.	Keterbukaan perdagangan memiliki efek positif terhadap intensitas energi
	Adanya dorongan dari kegiatan ekspor dan impor dalam penggunaan peralatan industri yang lebih efisien akan memberikan dampak penghematan energi dan menurunkan intensitas energi.	Keterbukaan perdagangan memiliki efek negatif terhadap intensitas energi
Pertumbuhan Ekonomi	Aktivitas perekonomian dapat mendorong penggunaan energi lebih banyak, sehingga intensitas energi meningkat	Pertumbuhan ekonomi memiliki efek positif terhadap intensitas energi
	Aktivitas perekonomian yang intens akan meningkatkan kesadaran masyarakat dalam penggunaan energi dan semakin sadar akan dampak penggunaan energi yang berlebihan terhadap lingkungan, sehingga menurunkan intensitas energi	Pertumbuhan ekonomi memiliki efek negatif terhadap intensitas energi
	Adanya hipotesis bahwa negara dengan pendapatan rendah tidak akan memengaruhi intensitas energi dalam aktivitas perekonomiannya.	Pertumbuhan ekonomi tidak memiliki hubungan kausalitas terhadap intensitas energi

METODE PENELITIAN

Determinan intensitas energi provinsi-provinsi di Indonesia dilakukan dengan mengaplikasikan model data panel pada 33 provinsi di Indonesia dengan periode data dari tahun 2008-2015. Sebanyak 264 observasi, variabel dependen yaitu intensitas energi didapatkan dari data konsumsi energi berupa data realisasi penjualan Bahan Bakar Minyak (BBM) dari Pertamina dan penjualan listrik dari KESDM.

Statistika deskriptif dapat terlihat pada Tabel 2. Variabel penjelas yang merupakan determinan dari intensitas energi yang diukur pada model ini adalah sebanyak lima variabel yaitu PDRB per kapita, rasio pendapatan sektor industri terhadap PDRB, keterbukaan perdagangan, kepadatan penduduk dan FDI per kapita. Dalam menentukan metode pengukuran data panel provinsi, regresi pooled tidak dapat diaplikasikan pada model ini karena dapat memberikan hasil yang tidak

Tabel 2. Statistik Deskriptif

Variabel	Definisi	Sumber Data	Unit	Rerata	SD	Min	Maks	Obs
EI	Intensitas Energi	Pertamina dan KESDM	SBM/ Ribu Rp	50,5809	16,4812	13,1286	87,5592	264
GDP_CAP	PDRB per kapita	BPS	Ribu Rp/ kapita	33,7037	27,9512	8,8284	147,3192	264
SEC_IND	Rasio nilai tambah industri terhadap PDRB	BPS	-	0,1591	0,1171	0,0125	0,6017	264
OPEN-NESS	rasio impor dan ekspor terhadap PDRB	BPS	-	1,1304	1,0819	0,1963	10,7039	264
POP_DENS	Kepadatan penduduk	BPS	Orang/ km2	688,2208	2436,3684	6	15328	264
fdi_cap	FDI per kapita	BKPM	Ribu Rp/ kapita	8,4711	13,7427	0,0043	120,7374	264

konsisten akibat efek dari karakteristik masing-masing provinsi (Filipovic *et al.*, 2015). Untuk itu, dalam studi ini akan menggunakan Fixed Effect (FE) dan Random Effect (RE). Untuk menentukan jenis estimasi, dilakukan uji Hausman. Hasil uji didapatkan bahwa H_0 ditolak dengan besaran p-value yaitu 0,0003 (<0,005), sehingga estimasi dilakukan dengan pengukuran Fixed Effect.

Model empiris yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan acuan model dari Thaler (2011) pada persamaan 1:

$$\ln EI_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_CAP_{it} + \beta_2 \ln SEC_IND_{it} + \beta_3 \ln OPENNESS_{it} + \beta_4 \ln POP_DENS_{it} + \beta_5 \ln FDI_CAP_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Dengan $\ln EI$ adalah intensitas energi yang merupakan rasio konsumsi energi terhadap PDRB dalam bentuk logaritma natural; $\ln GDP_CAP$ adalah PDRB per kapita dalam bentuk logaritma

natural; $\ln SEC_IND$ adalah rasio pendapatan sektor industri terhadap PDRB dalam bentuk logaritma natural; $\ln Openness$ adalah rasio dari impor dan ekspor terhadap PDRB dalam bentuk logaritma natural; $\ln POP_DENS$ adalah kepadatan penduduk dalam bentuk logaritma natural; $\ln FDI_CAP$ adalah FDI per kapita dalam bentuk logaritma natural; i menunjukkan provinsi; t menunjukkan deret waktu dari tahun 2008 hingga 2015; β_0 adalah konstanta; β_1 adalah koefisien regresi; dan u merupakan faktor kesalahan.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan model yang telah dispesifikasikan sebelumnya (lihat Persamaan 1), hasil estimasi model regresi dapat terlihat pada Tabel 3. Terdapat lima variabel yang digunakan untuk menentukan determinan intensitas energi di Indonesia dan

dampak dari variabel-variabel penjelas tersebut telah diketahui dengan metode regresi data panel yang telah dilakukan.

Tabel 3. Hasil Uji Multikolinieritas

Variabel	VIF	1/VIF
LNGDP_CAP	1,61	0,621780
LNSEC_IND	1,38	0,725671
LNOPENNESS	1,08	0,923241
LNPOP_DENS	1,11	0,898233
LNFDI_CAP	1,35	0,742707
MEAN VIF	1,31	

Sumber: hasil olah data penulis

Sebelum melakukan regresi, pengujian terhadap variabel harus dilakukan agar hasil pengujian lebih dapat dipercaya. Hasil dari pengujian multikolinieritas didapatkan bahwa seluruh variabel menunjukkan nilai VIF < 10, sehingga dapat disimpulkan bawa data bebas dari gejala multikolinieritas (Ghozali, 2011). Hasil uji multikolinieritas disampaikan pada Tabel 3. Selain itu, dilakukan juga pengujian heteroskedastisitas menggunakan uji Breusch-Pagan dan didapatkan nilai probabilitas sebesar 0,2350 (> 0,05), sehingga H_0 tidak ditolak yang berarti bahwa tidak ada permasalahan heteroskedastisitas.

Intensitas Energi dan PDRB per Kapita

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa PDRB per kapita memiliki hubungan yang negatif dan signifikan secara statistik terhadap intensitas energi. Setiap peningkatan PDRB per kapita sebanyak 1%, maka diperkirakan akan menurunkan intensitas energi sebanyak 0,3298%. Hasil ini mengindikasikan bahwa dengan adanya peningkatan PDRB per kapita, peningkatan kesadaran masyarakat akan penggunaan energi yang lebih efisien juga terjadi. Temuan ini sejalan dengan studi sejenis di berbagai negara seperti di Uni Eropa (Filipovic *et al.*, 2015), Arab Saudi (Belloumi dan Alshehry, 2016), Jepang (Otsuka dan Goto, 2017), dan Tiongkok (Lv *et al.*, 2018) yang menunjukkan bahwa penurunan intensitas energi di negara-negara tersebut dapat terjadi ketika adanya peningkatan pendapatan.

Tabel 4. Hasil Estimasi Model Regresi

Variabel	Hasil Estimasi Model		
	Koefisien	Standard Error	p-value
lngdp_cap	-0,3298	0,0584	0000
Insec_ind	0,1603	0,0611	0,009
Inopenness	0,0713	0,0212	0,001
Inpop_dens	0,0491	0,0329	0,138
lnfdi_cap	0,0446 0,0047		0,000
konstanta ()	-1,586	0,2615	0,000
R ²	0,3731		

Note: Estimasi di atas telah mempertimbangkan tes Durbin-Wu-Hausman (DWH: augmented regression test) untuk permasalahan endogenitas, khususnya pada variabel PDB per kapita (LNGDP_CAP). Hasil tes DWH memperlihatkan bahwa koefisien regresi dari variabel error (yang diambil dari regresi tahap pertama) di dalam persamaan regresi tahap kedua tidak signifikan dengan nilai probabilitas = 0,567.

Sumber: hasil olah data penulis

Intensitas Energi dan Sektor Industri

Berdasarkan hasil estimasi juga didapatkan bahwa rasio pendapatan pada sektor industri terhadap PDRB memiliki hubungan yang positif dan signifikan secara statistik dengan koefisien sebesar 0,1603. Hal tersebut berarti bahwa setiap peningkatan 1% sektor industri sekunder akan meningkatkan intensitas energi sebanyak 0,1603%. Jika dilihat dari besaran koefisiennya, variabel ini merupakan variabel yang cukup memengaruhi intensitas energi, sehingga hal ini dapat menjadi indikasi bahwa Indonesia sedang fokus dalam pengembangan sektor industri atau industri yang ada saat ini masih intensif dalam penggunaan energi. Sejalan dengan data dari Kementerian Perdagangan, komoditas yang paling banyak di ekspor adalah dari sektor industri pengolahan sebesar 75,99% dan pertambangan sebanyak 12,56%, sedangkan sektor yang paling aktif pada kegiatan impor juga dari industri pengolahan yaitu sebesar 79,79% pada tahun 2016. Dengan demikian, aktivitas

ekspor dan impor pada sektor industri tentunya akan sangat memengaruhi intensitas energi di Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan pada sektor industri, dengan salah satu contoh kebijakan yang telah dilakukan yaitu KESDM mewajibkan industri untuk melaksanakan kebijakan konservasi energi. Kebijakan ini meliputi pengintegrasian strategi efisiensi energi dari awal perancangan konstruksi bangunan industri hingga penyiapan iklim yang mendukung penghematan energi setelah industri berjalan. Selain itu dari sisi pembiayaan, Otoritas Jasa Keuangan mengeluarkan Pedoman Pembiayaan Proyek Efisiensi Energi di Industri sehingga Lembaga Jasa Keuangan dapat berperan serta dalam membiayai industri yang akan melakukan konservasi energi. Pedoman tersebut berisi tahapan konservasi energi yang dapat dilakukan oleh industri serta kemungkinan pembiayaan yang dibutuhkan. Diharapkan tidak hanya pihak industri yang aktif dalam melakukan efisiensi energi tetapi juga didukung dengan iklim pendanaan yang baik.

Intensitas Energi dan Keterbukaan Perdagangan

Keterbukaan perdagangan juga memiliki hubungan positif serta signifikan secara statistik dengan nilai koefisien sebesar 0,0713. Artinya adalah jika keterbukaan perdagangan meningkat sebanyak 1% (baik dari peningkatan ekspor dan/ atau impor) akan menaikkan intensitas energi sebanyak 0,0713%. Jika meninjau hipotesis awal mengenai kegiatan perdagangan maka dapat disimpulkan bahwa barang yang keluar dan masuk (hanya impor dari provinsi lain) pada setiap provinsi merupakan barang yang dihasilkan oleh kegiatan (industri) yang intensif dalam menggunakan energi. Sejalan dengan hasil dari variabel rasio pendapatan industri terhadap PDRB, dapat juga disimpulkan bahwa kegiatan perdagangan merupakan hasil keluaran dari sektor industri sekunder. Berbanding terbalik dengan hasil penelitian Pan *et al.* (2019) yang menyimpulkan bahwa di negara Bangladesh,

keterbukaan perdagangan menyebabkan penurunan intensitas energi. Berdasarkan studi tersebut, diketahui bahwa kegiatan impor mesin modal Bangladesh meningkat 138,72%, serta kegiatan ekspor pertanian dan industri mengalami peningkatan sebesar 38,55% dan 32,70%. Dengan adanya impor mesin dan penggunaan mesin-mesin modern dan hemat energi tersebut, maka produksi mengalami peningkatan dengan penurunan konsumsi energi.

Intensitas Energi dan Kepadatan Penduduk

Variabel kepadatan penduduk pada studi ini memberikan hasil bahwa variabel tersebut tidak berdampak secara signifikan pada intensitas energi. Hal ini dapat terjadi akibat sebaran penduduk Indonesia yang tidak merata dari Sabang sampai Merauke. Salah satu contohnya yaitu Pulau Jawa yang memiliki penduduk sebanyak 58% dari keseluruhan penduduk Indonesia, sangat berbeda dengan Kalimantan yang memiliki wilayah lebih luas, tetapi hanya dihuni oleh 6% penduduk Indonesia. Variabel ini menarik untuk dikaji lebih lanjut terutama untuk menentukan kebijakan seperti apa yang dapat dilakukan oleh daerah yang padat penduduk. Sebagai gambaran lain, pada Tabel 5 diberikan data kerapatan penduduk dan konsumsi energi per kapita rata-rata provinsi dari tahun 2008 hingga 2015. Dari tabel tersebut terlihat bahwa konsumsi energi per kapita provinsi tidak serta merta ditentukan oleh kerapatan penduduk. Misalnya pada provinsi yang padat seperti DKI Jakarta memang memiliki tingkat konsumsi energi per kapita paling tinggi, tetapi provinsi dengan kerapatan penduduk tertinggi kedua, yaitu Jawa Barat, memiliki konsumsi energi per kapita yang tidak lebih tinggi dari provinsi Kepulauan Riau yang memiliki kerapatan penduduk rendah. Contoh lain pada provinsi Bangka Belitung yang memiliki kerapatan penduduk rendah, ternyata memiliki tingkat konsumsi energi per kapita terbesar kedua setelah DKI Jakarta.

Tabel 5. Kerapatan Penduduk dan Konsumsi Energi Per Kapita Provinsi Rata-Rata Tahun 2008-2015

No.	Provinsi	Kerapatan Penduduk Rata Rata Tahun 2008-2015 (Jiwa/Km ²)	Konsumsi Energi Per Kapita Rata Rata Tahun 2008-2015 (SBM/Juta Orang)
1.	Aceh	81	1,23
2.	Sumatera Utara	184	1,45
3.	Sumatera Barat	119	1,64
4.	Riau	66	1,85
5.	Jambi	64	1,46
6.	Sumatera Selatan	93	1,24
7.	Bengkulu	89	1,15
8.	Lampung	220	1,12
9.	Kepulauan Bangka Belitung	76	2,36
10.	Kepulauan Riau	214	1,91
11.	DKI Jakarta	14.269	3,91
12.	Jawa Barat	1230	1,33
13.	Jawa Tengah	1.044	1,09
14.	DI Yogyakarta	1.131	1,34
15.	Jawa Timur	799	1,28
16.	Banten	1.145	1,51
17.	Bali	685	2,01
18.	Nusa Tenggara Barat	244	0,81
19.	Nusa Tenggara Timur	100	0,57
20.	Kalimantan Barat	33	1,17
21.	Kalimantan Tengah	15	1,59
22.	Kalimantan Selatan	96	1,58
23.	Kalimantan Timur	24	1,86
24.	Sulawesi Utara	73	1,35
25.	Sulawesi Tengah	143	1,13
26.	Sulawesi Selatan	176	1,17
27.	Sulawesi Tenggara	61	1,00
28.	Gorontalo	93	0,95
29.	Sulawesi Barat	59	0,74
30.	Maluku	33	0,97
31.	Maluku Utara	32	0,93
32.	Papua Barat	8	1,5
33.	Papua	9	0,83

Sumber: BPS dan hasil olah data penulis

Intensitas Energi dan FDI per Kapita

Determinan FDI per kapita memiliki hubungan positif dan signifikan terhadap intensitas energi. Setiap peningkatan FDI per kapita sebesar 1% akan meningkatkan intensitas energi sebesar 0,0446%. Sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Polat (2018) bahwa intensitas energi pada negara berkembang cenderung memiliki korelasi

positif dengan FDI, sedangkan untuk negara maju memberikan hasil estimasi yang bernilai negatif. Seperti yang diketahui bahwa variabel ini disimbolkan sebagai perubahan teknologi dalam bentuk investasi. Oleh karena itu, hasil estimasi model regresi yang didapatkan diketahui bahwa investasi asing yang masuk ke Indonesia merupakan investasi yang lebih mendorong

kepada peningkatan intensitas energi. Sejalan dengan hal tersebut, data dari Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) menyebutkan bahwa dari tahun 2010 hingga 2011, FDI yang masuk ke Indonesia didominasi oleh sektor tersier seperti listrik, gas dan air, transportasi, gudang dan komunikasi, serta perumahan, kawasan industri dan perkantoran sebesar 60% di tahun 2010 dan 40% di tahun 2011. Sementara pada tahun 2012 hingga 2017, sektor sekunder mulai mendominasi FDI yang masuk yaitu sebesar 45-57%. Adapun sektor sekunder yang dimaksud adalah sektor industri. Hasil ini juga didukung oleh variabel sektor industri yang memiliki dampak paling besar terhadap intensitas energi pada studi ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Intensitas energi merupakan faktor penting dalam menerapkan kebijakan yang mendukung pertumbuhan berkelanjutan. Indonesia yang telah menargetkan penurunan intensitas energi sebesar 1% setiap tahunnya tentu menghadapi tantangan dalam mewujudkan target tersebut. Berdasarkan hasil pengolahan data panel yang dilakukan, serta analisis yang telah dipaparkan, terdapat beberapa temuan yang dapat dijadikan kesimpulan.

Pertama, pendapatan per kapita daerah memiliki efek negatif terhadap intensitas energi provinsi. Variabel lainnya yaitu rasio pendapatan dari sektor industri terhadap PDRB, keterbukaan perdagangan, dan FDI per kapita menghasilkan koefisien regresi yang bernilai positif, sehingga peningkatan nilai dari variabel-variabel tersebut justru akan mengakibatkan terjadinya peningkatan intensitas energi.

Berdasarkan hasil studi ini, dapat disimpulkan bahwa Indonesia sedang bergerak aktif dalam bidang industri, sehingga peningkatan output dari bidang industri dapat mendorong terjadinya peningkatan intensitas energi. Oleh karena itu, untuk mendorong pengurangan intensitas energi dapat dilakukan dengan mendorong peningkatan efisiensi penggunaan energi pada sektor industri melalui peningkatan teknologi industri. Bukti lain yang juga mendukung adalah variabel keterbukaan perdagangan yang menyimpulkan bahwa Indonesia masih bergantung pada bidang industri yang masih membutuhkan energi. Hasil pengukuran dari variabel FDI per kapita juga

menunjukkan hal yang sama bahwa investasi asing yang masuk ke Indonesia merupakan investasi yang intensif dalam menggunakan energi.

Temuan pada penelitian ini dapat berguna dalam menentukan arah kebijakan energi di Indonesia dalam meningkatkan efisiensi energi. Peran pemerintah daerah tidak kalah pentingnya dari pemerintah pusat dalam menyusun program dan kebijakan energi. Telah diketahui bahwa sektor industri merupakan sektor yang dominan dalam menyumbang tingginya intensitas energi provinsi-provinsi di Indonesia. Untuk itu, dengan memfokuskan peningkatan sektor jasa atau sektor yang kurang intensif dalam penggunaan energi diharapkan dapat membantu dalam meningkatkan efisiensi energi.

Dengan memahami determinan intensitas energi, memungkinkan pemerintah untuk memahami tren konsumsi energi dan digunakan untuk menyusun langkah-langkah kebijakan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi energi. Mengevaluasi penggunaan teknologi industri secara berkala dari perusahaan-perusahaan industri besar di Indonesia merupakan salah satu langkah yang dapat dilakukan. Selain itu, hasil yang diperoleh dari variabel FDI mengindikasikan perlunya dorongan dari pemerintah dalam mempromosikan sektor-sektor yang kurang intensif dalam penggunaan energi kepada investor asing misalnya, sektor jasa pariwisata.

Setiap studi mengenai determinan intensitas energi memiliki kelemahannya masing-masing. Seperti yang terdapat pada studi ini, keterbatasan data yang hanya memasukkan delapan tahun dan pilihan variabel yang terbatas. Semakin panjang periode dan lebih banyak pilihan variabel akan membuat pengukuran determinan semakin lebih presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2018). *Proyeksi Penduduk Indonesia*. Jakarta: BPS,
- Belloumi, M, & Alshehry, A. (2016). The impact of urbanization on energy intensity in Saudi Arabia. *Sustainability*, 8, 375.

- Filipovic, S., Verbic, M., & Radavanovic, M. (2015). Determinants of energy intensity in the European Union: A panel data analysis. *Energy*, xxx, 1-9.
- Ghozali, I. (2011). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Guang, F., He, Y., Wen, L., & Sharp, B. (2019). Energy intensity and its differences across China's regions: Combining econometric and decomposition analysis. *Energy*, 180, 989-1000.
- Hayes, Sara dan Kubes, Cassandra. (2018). Saving Energy, Saving Lives: The health impacts of avoiding power plant pollution with energy efficiency. *American Council for an Energy-Efficient Economy*, Report H1801.
- Huang, B. N., Hwang, M. J., & Yang, C. W. (2008). Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: A dynamic panel data approach. *Ecological Economics*, 67, 41-54.
- International Energy Agency. (2019). *Energy Efficiency: The global exchange for energy efficiency policies, data and analysis*. <https://www.iea.org/topics/energyefficiency/> diakses pada Februari 2019.
- Karathodorou, N., Graham, D., & Noland, R. (2010). Estimating the effect of urban density on fuel demand. *Energy Economics*, 32, 86-92.
- Kartiasih, F., Syaikat, Y., & Anggraeni, L. (2012). Determinan Intensitas Energi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 12, 192-214.
- Lv, Y, Si, C, Zhang, S, & Sarwar, S. (2018). Impact of urbanization on energy intensity by adopting a new technique for regional division: evidence from China. *Environmental Science Pollution Control Ser*; 25, 36102-16.
- Ma, C, & Stern, D. I. (2008). China's changing energy intensity trend: A decomposition analysis. *Energy Economics*, 30, 1037-1053.
- Morikawa, M. (2011). Population density and efficiency in energy consumption: An empirical analysis of service establishments. *Energy Economics*, 34, 1617-1622.
- Nasreen, S., & Anwar, S/ (2014). Causal relationship between trade openness, economic growth and energy consumption: a panel data analysis of Asian countries. *Energy Policy* 69 (69), 82-91.
- Nugraha, Andyhka Tyaz & Osman, Nor Hasni. (2019). CO₂ emission, economic growth, energy consumption, and household expenditure for Indonesia: Evidence from cointegration and vector error correction model. *International Journal Energy Economics and Policy*, 9(1), 291-298.
- Otsuka, A, & Goto, M. (2017). Regional determinants of energy intensity in Japan: the impact of population density. *Asia-Pac J Reg Sci*, 2, 257-78.
- Pan, X., Uddin, M. K., Saima, U., Jiao, Z., & Han, C. (2019). How do industrialization and trade openness influence energy intensity? Evidence from a path model in case of Bangladesh. *Energy Policy*, 133, 110916.
- Parker S, Liddle B. (2016). Energy efficiency in the manufacturing sector of the OECD: Analysis of price elasticities. *Energy Economics*, 58, 38-45.
- Polat, Burcak. (2018). The influence of FDI on energy consumption in developing and developed countries: A dynamic panel data approach. *Journ. Of Yasar University*, 13/49, 33-42.
- Thaler DR. (2011). The Determinants of Energy Intensity. *Honors Thesis*. University of Florida.
- Tugcu, C., Ozturk, I., dan Aslan, A. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: Evidence from G7 countries. *Energy Economics*, 34, 1942-1950.
- Walter, I., Ugelow, J.L. (1979). Environmental policies in developing countries. *Ambio* 102-109.

