

Determinan Intensitas Energi di Indonesia *The Determinants of Energy Intensity in Indonesia*

Fitri Kartiasih^{a,*}, Yusman Syaukat & Lukytawati Anggraeni^{b,**}

^aSubdirektorat Statistik Pertambangan dan Energi, Badan Pusat Statistik

^bFakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor

Abstract

This study contributes to the existing literature by examining energy consumption, energy intensity and its determinants in Indonesia's aggregate and sectoral economy. Index Ideal Fisher uses to decompose two key determinants of changes in energy intensity – efficiency improvements and changes in economic activity – to analyze which determinant is more important in driving improvements in energy intensity. VAR/VECM analysis is used to determine which economic variables affect the aggregate intensity. The study found that energy intensity increased gradually. The main contributing factor in the national level is the changes in economic activity, while in the sectoral level is efficiency effect.

Keywords: Energy, Energy Intensity, Energy Consumption, Energy Efficiency, VAR/VECM

Abstrak

Studi ini memperkaya kajian energi di Indonesia dengan menganalisis konsumsi dan intensitas energi, serta faktor-faktor yang memengaruhi intensitas energi di Indonesia baik secara agregat (nasional) maupun sektoral. Indeks Ideal Fisher digunakan untuk mendekomposisi perubahan intensitas energi (efisiensi dan perubahan aktivitas ekonomi). Analisis *Vector Autoregressive* (VAR) atau *Vector Error Correction Model* (VECM) digunakan untuk menganalisis pengaruh variabel-variabel ekonomi terhadap intensitas energi. Studi ini menunjukkan bahwa intensitas energi di Indonesia meningkat selama periode 1977–2010. Faktor utama yang memengaruhi intensitas energi di tingkat nasional adalah perubahan aktivitas ekonomi, sedangkan di tingkat sektoral adalah efek efisiensi.

Kata kunci: Energi, Intensitas Energi, Konsumsi Energi, Efisiensi Energi, VAR/VECM

JEL classifications: Q40, Q42, Q43

Pendahuluan

Energi memainkan peran yang sangat penting dan strategis dalam kehidupan masyarakat karena energi merupakan salah satu indikator pembangunan dan pertumbuhan ekonomi su-

atu negara. Meningkatnya pembangunan akan meningkatkan kebutuhan akan energi pula. Beberapa peranan strategis energi antara lain sebagai sumber penerimaan negara, bahan bakar dan bahan baku industri, penggerak kegiatan ekonomi, serta beberapa peranan penting lainnya. Kelangsungan berbagai sektor di suatu negara, seperti sektor industri, rumah tangga, transportasi, jasa, dan lain-lain tidak dapat dipisahkan dari penggunaan energi. Mengingat pentingnya peran tersebut, maka proses pembangunan tidak dapat dipisahkan dengan

*Alamat Korespondensi: Jl. Kebon Nanas Selatan II RT.011/05 No.4 Cipinang Cempedak, Jatinegara, Jakarta Timur 13340. Hp.: 085246011435. *E-mail*: fkartiasih@bps.go.id

***E-mail*: ysyaukat@yahoo.com (Yusman Syaukat) & lukytawati_anggraeni@yahoo.com (Lukytawati Anggraeni)

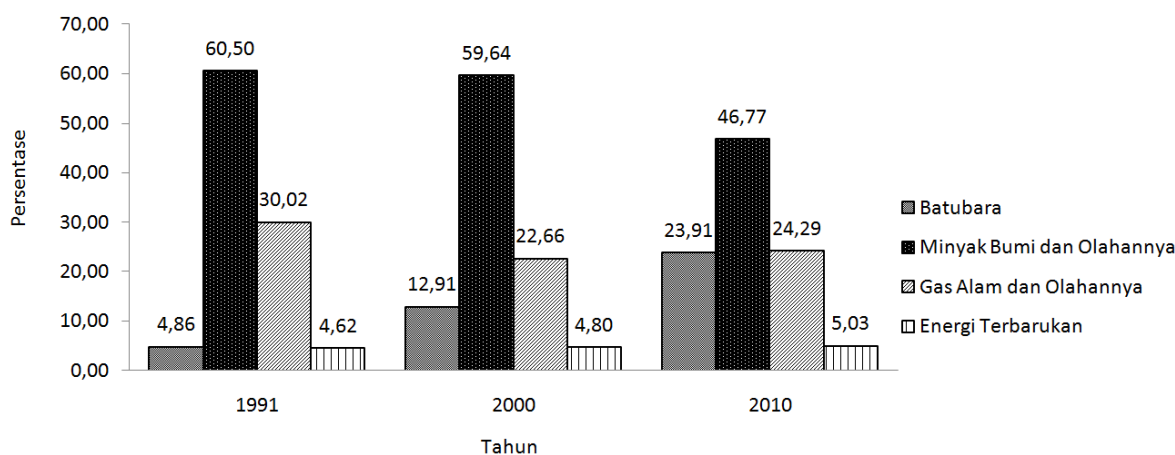
pengembangan sektor energi. Oleh karena itu, perencanaan energi yang baik mutlak diperlukan untuk menjamin keberhasilan pembangunan nasional.

Meningkatnya pembangunan dan pertumbuhan ekonomi yang begitu dinamis, yang ditandai dengan meningkatnya *output* produksi dan beragam aktivitas ekonomi lainnya, akan disertai dengan meningkatnya populasi penduduk sehingga menyebabkan peningkatan kebutuhan energi. Kebutuhan energi di Indonesia sampai saat ini dipasok oleh energi berbasis fosil, seperti bahan bakar minyak, gas, dan batu bara yang tidak dapat diperbarui. Energi tersebut suatu saat akan mengalami kelangkaan dan tidak mampu lagi mencukupi permintaan dan konsumsi sumber daya tersebut. Dari seluruh pasokan energi primer yang ada, sebesar 94–95% berasal dari sumber energi tak terbarukan. Hanya terjadi pergeseran komposisi dari minyak bumi dan gas alam ke batu bara selama dua dekade terakhir. Sedangkan, pasokan energi terbarukan, seperti tenaga air (*hydropower*) dan panas bumi (*geothermal*) hanya sebesar 4–5% (Gambar 1).

Terkait dengan masalah energi, Indonesia saat ini dihadapkan pada beberapa isu penting, yaitu pertumbuhan konsumsi energi yang tinggi, tetapi pemanfaatannya tidak efisien dan kebutuhan energi yang masih didominasi oleh bahan bakar fosil. Tren konsumsi energi yang cenderung meningkat mengindikasikan bahwa energi merupakan komoditas penting dan strategis bagi setiap negara di masa mendatang. Di sisi lain, tren peningkatan konsumsi energi ternyata diikuti oleh fenomena penurunan cadangan sumber energi berbasis fosil. Semakin terbatasnya sumber energi konvensional tersebut lebih dikarenakan sifatnya yang tak dapat diperbaharui. Bila kondisi ini tidak diantisipasi sedini mungkin, maka pada gilirannya dapat menimbulkan permasalahan pasokan energi untuk kelangsungan hidup manusia dan pembangunan yang berkelanjutan di masa mendatang.

Salah satu isu yang paling menarik adalah tentang pemanfaatan energi di Indonesia yang diindikasikan cenderung boros dan kurang efisien. Hal ini dapat dilihat dari nilai intensitas energinya. Intensitas energi merupakan indikator ekonomi makro untuk efisiensi energi, yaitu mengukur seberapa besar energi yang digunakan atau diperlukan per unit *output* (Yanagisawa, 2011). Intensitas energi primer Indonesia pada tahun 2009 adalah sebesar 565 TOE (*ton oil equivalent*) per 1 juta US\$, artinya untuk meningkatkan Produk Domestik Bruto (PDB) sebesar 1 juta US\$, Indonesia memerlukan energi sebanyak 565 TOE. Sebagai perbandingan, intensitas energi Malaysia adalah 493 TOE per 1 juta US\$ dan rata-rata intensitas energi negara-negara maju (tergabung dalam *Organization for Economic Coordination and Development* (OECD)) hanya sebesar 164 TOE per 1 juta US\$ (Kompas.com, 2012). Berdasarkan angka tersebut menunjukkan bahwa pemakaian energi di Indonesia masih belum efisien.

Terkait dengan sifat energi yang strategis serta harga keekonomian energi yang dianggap belum terjangkau oleh sebagian besar masyarakat Indonesia, maka pemerintah Indonesia menetapkan kebijakan untuk memberikan subsidi di bidang energi, baik itu BBM maupun listrik. Realisasi subsidi Bahan Bakar Minyak (BBM) pada Desember 2011 mencapai Rp165,2 triliun atau sebesar 127,4% dari yang telah ditetapkan dalam Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara-Perubahan (APBN-P) tahun 2011 yang nilainya sebesar Rp129,7 triliun. Diperkirakan subsidi BBM tahun 2012 juga akan meningkat. Padahal dalam Undang-Undang APBN 2012, subsidi BBM direncanakan Rp123,6 triliun (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2011). Beban subsidi menjadi semakin berat terutama ketika harga energi dunia mengalami kenaikan, biaya produksi energi meningkat, namun di sisi lain pola konsumsi yang relatif boros karena harganya relatif murah. Subsidi energi juga secara

Gambar 1: Persentase Pasokan Energi Primer Menurut Sumber Energi Tahun 1991, 2000 dan 2010

Sumber: KESDM (beberapa tahun), diolah

tidak langsung menghambat laju perkembangan energi terbarukan.

Studi-studi yang ada di Indonesia selama ini yang terkait dengan energi, kebanyakan hanya fokus pada konsumsi energi dan perkiraan akan kebutuhan energi nasional. Sejauh ini belum ditemukan adanya studi mengenai intensitas energi secara agregat (nasional) maupun sektoral. Beberapa studi mengenai intensitas energi di Indonesia berfokus pada sektor industri terutama industri menengah dan besar, di antaranya adalah studi yang dilakukan oleh Hartono *et al.* (2011). Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka tujuan dalam studi ini adalah: 1) Menganalisis dinamika konsumsi energi dan intensitas energi di Indonesia, serta mengidentifikasi sektor-sektor yang lebih efisien dalam penggunaan energi, 2) Mengidentifikasi komponen yang lebih berperan dalam perubahan intensitas energi di Indonesia, apakah komponen efisiensi (*efficiency effect*) atau pergeseran aktivitas ekonomi (*activity effect*)?, 3) Menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi intensitas energi di Indonesia.

Ruang lingkup studi ini adalah wilayah Indonesia. Energi yang dicakup dalam studi ini meliputi semua bentuk energi akhir yang dikonsumsi oleh seluruh sektor dalam perekonomian

antara lain: bahan bakar minyak (avgas/avtur, premium/pertamax, minyak tanah, minyak diesel (*Automotive Diesel Oil (ADO)*), minyak solar (*Industrial Diesel Oil (IDO)*), dan minyak bakar), gas, *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*, listrik, dan batu bara, tidak termasuk biomasa. Periode analisis, yaitu tahun 1977–2010. Keterbatasan studi ini adalah menganalisis intensitas energi secara agregat (nasional) dan sektoral, tidak menganalisis pada tingkat regional.

Tinjauan Referensi

Energi

Energi merupakan faktor produksi yang esensial dalam proses produksi. Semua produksi melibatkan transformasi atau pergerakan material melalui beberapa tahapan yang keseluruhan proses tersebut memerlukan energi. Energi tidak hanya dipandang sebagai barang konsumsi semata, namun juga sebagai *input* yang penting bagi pengembangan serta kemajuan teknologi yang berperan signifikan bagi pembangunan ekonomi. Bentuk energi ada dua macam, yaitu energi primer dan energi akhir (sekunder). Energi primer adalah energi yang di-

berikan oleh alam dan belum mengalami proses pengolahan lebih lanjut. Energi primer memiliki peran sebagai bahan bakar awal untuk kemudian diolah menjadi bentuk energi akhir. Yang termasuk dalam kategori energi primer adalah minyak bumi, gas bumi, batu bara, tenaga air, dan panas bumi.

Energi akhir (sekunder) merupakan bentuk transformasi dari energi primer yang dapat digunakan setelah melalui beberapa proses, misalnya proses di kilang minyak, kilang LPG, pembangkit listrik, dan gas kota. Energi akhir dapat langsung digunakan oleh pelaku ekonomi, seperti sektor industri, transportasi, rumah tangga, komersial atau jasa, dan sektor lainnya. Energi akhir dapat berupa energi listrik, bahan bakar olahan (minyak tanah, solar, premium, dan lain-lain), LPG, dan bentuk energi olahan lainnya (Yusgiantoro, 2000). Berdasarkan ketersediaannya, sumber energi dibagi menjadi dua, yaitu energi fosil yang tidak dapat diperbarui (*non-renewable energy*), seperti minyak bumi, gas bumi, batu bara, uranium, dan sebagainya; dan energi yang dapat diperbarui (*renewable energy*), seperti panas bumi, tenaga air, tenaga surya, tenaga angin, dan sebagainya.

Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Menurut Chontanawat *et al.* (2006) peranan energi terhadap perekonomian dapat dilihat dari dua sisi, yaitu sisi penawaran dan sisi permintaan. Dari sisi permintaan, energi merupakan salah satu produk yang langsung dikonsumsi oleh konsumen demi memaksimalkan utilitasnya. Sedangkan dari sisi penawaran, energi merupakan faktor kunci bagi proses produksi di samping modal, tenaga kerja, dan material lainnya. Energi merupakan *input* penting bagi bergeraknya roda perekonomian suatu negara.

Alam (2006) menyatakan bahwa energi merupakan pusat perekonomian karena mengendalikan semua kegiatan ekonomi. Para ekonom neo-klasik mengeluarkan energi dari pereko-

mian, sehingga memisahkan ekonomi dari ekologi atau sumber energi. Konsep fungsi produksi, hanya menyertakan modal dan tenaga kerja untuk memproduksi *output* yang tergantung pada teknologi. Tidak adanya energi dalam kerangka neo-klasik akan mendistorsi analisis mengenai pertumbuhan ekonomi dan sumber pertumbuhan. Ini dikarenakan kecepatan pertumbuhan ekonomi sering kali tergantung pada penggunaan energi.

Stern (2003) menyatakan bahwa hubungan antara energi dan *output* (PDB) secara sederhana dapat dituliskan dengan persamaan $Y = f(L, K, E, M)$, di mana Y adalah *output* agregat ataupun sektoral, L adalah tenaga kerja, K adalah modal atau kapital, E dan M masing-masing adalah energi dan material non-energi lainnya. Komponen E dalam fungsi produksi di atas dapat saja memiliki hubungan komplementer (saling melengkapi) atau substitusi (saling menggantikan) dengan faktor produksi lain (*non-E*).

Intensitas Energi

Intensitas energi digunakan untuk menggambarkan tingkat efisiensi energi. Intensitas energi berbanding terbalik dengan efisiensi energi, yaitu semakin sedikit energi yang diperlukan untuk memproduksi satu unit *output*, semakin efisien penggunaan energi (Nanduri, 1998). Ukuran intensitas energi tidak menggambarkan tentang efisiensi energi secara keseluruhan, tetapi setidaknya dapat menggambarkan bahwa rasio yang lebih kecil menunjukkan suatu negara semakin bagus dalam mentransfer energi ke dalam produksinya. Dengan demikian, intensitas energi menjadi proksi untuk mengukur tingkat efisiensi energi (Thaler, 2011).

Kebijakan Energi

Dalam rangka mengoptimalkan penggunaan sumber daya energi, pemerintah telah mengeluarkan kebijakan umum di bidang energi yang meliputi kebijakan diversifikasi, intensifikasi,

konservasi, harga energi, dan lingkungan. Kebijakan energi ini dituangkan dalam Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN). Adapun sasaran dari KEN adalah: (1) Tercapainya elastisitas energi yang lebih kecil dari satu pada tahun 2025 dan (2) Terwujudnya diversifikasi energi primer yang optimal pada tahun 2025, yaitu peranan masing-masing jenis energi terhadap konsumsi energi nasional, yaitu: (i) minyak bumi sebesar-besarnya 20%, (ii) gas bumi minimal 30%, (iii) batu bara minimal 33%, (iv) bahan bakar nabati (*biofuel*) minimal 5%, (v) panas bumi minimal 5%, (vi) energi baru dan terbarukan lainnya, khususnya biomasa, nuklir, tenaga air, tenaga surya, dan tenaga angin minimal 5%, dan (vii) batu bara yang dicairkan (*liquefied coal*) minimal 2% (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2006).

Oleh sebab itu, KEN merupakan kebijakan pemerintah untuk melakukan diversifikasi energi. Pemerintah akan mengurangi pangsa penggunaan minyak bumi dan meningkatkan pangsa penggunaan batu bara dan gas bumi yang cadangannya relatif lebih banyak, serta meningkatkan pangsa penggunaan energi terbarukan (energi air, energi panas bumi, biomasa, energi surya, dan energi angin) karena potensinya melimpah dan termasuk energi bersih.

Dekomposisi Intensitas Energi

Untuk melihat dinamika perubahan intensitas energi dari waktu ke waktu, serta memahami perubahan struktur penggunaan energi maupun efisiensi energi di semua aktivitas sektor ekonomi, sering kali dalam studi-studi terdahulu menggunakan Indeks Ideal Fisher. Metode dekomposisi Fisher berguna untuk melihat faktor yang berperan dalam perubahan intensitas energi, yang dibagi menjadi dua faktor (komponen), yaitu perubahan efisiensi (*efficiency affect*) dan perubahan dalam aktivitas ekonomi (*activity effect*). Efisiensi mengacu pada penurunan penggunaan energi per unit aktivitas ekonomi dalam sektor tertentu, sedang-

kan aktivitas ekonomi mengacu pada perubahan bauran aktivitas ekonomi (pergeseran dari aktivitas ekonomi yang intensif energi menuju ke aktivitas ekonomi yang intensif non-energi) atau sebaliknya dengan mempertahankan tingkat efisiensi konstan (Metcalf, 2008 dan Song, 2011).

Berikut adalah **faktor-faktor yang memengaruhi intensitas energi**. Pertama, **pendapatan per kapita**. Variabel ini digunakan untuk menggambarkan kondisi permintaan terhadap energi. Hal ini sesuai dengan *Engel's Law* yang menyatakan peningkatan pendapatan per kapita meningkatkan permintaan terhadap energi dan pada akhirnya akan menyebabkan peningkatan intensitas energi. Ketika pendapatan meningkat, konsumsi dan intensitas energi juga akan meningkat karena meningkatnya permintaan, seperti barang-barang elektronik (komputer, AC, dan perlengkapan rumah tangga lainnya), membeli kendaraan baru, dan sebagainya (Bernstein *et al.*, 2003).

Kedua, **harga energi**. Sesuai dengan hukum permintaan, kenaikan harga energi menyebabkan permintaan terhadap energi akan turun dan hal ini pada akhirnya akan menyebabkan penurunan intensitas energi. Peningkatan harga energi akan meningkatkan biaya produksi, sehingga produsen akan merespons dengan memperbaiki atau mengoreksi penggunaan energi agar lebih efisien. Harga bahan bakar yang tinggi memaksa orang untuk menemukan moda transportasi alternatif yang lebih hemat energi (Thaler, 2011).

Ketiga, **pertumbuhan penduduk**. Pertumbuhan penduduk meningkatkan aktivitas ekonomi yang lebih intensif energi (Metcalf, 2008). Sedangkan, Bernstein *et al.* (2003) mengemukakan bahwa seperti halnya peningkatan pendapatan, pertumbuhan populasi yang tinggi akan meningkatkan konsumsi energi dan intensitas energi. Pertumbuhan jumlah penduduk akan meningkatkan permintaan terhadap energi.

Keempat, **impor energi**. Soile dan Balo-

gun (2011) menyatakan bahwa negara-negara yang mengandalkan melimpahnya sumber daya energi, kemungkinan intensitas energinya relatif lebih tinggi. Harga energi yang lebih rendah dan terdistorsi biasanya berkorelasi positif dengan tingkat intensitas energi yang lebih tinggi. Sebaliknya, keterbatasan sumber daya sebagai insentif bagi beberapa negara untuk memiliki intensitas energi yang lebih rendah.

Studi Terdahulu

Oseni (2011) meneliti tentang faktor-faktor yang memengaruhi intensitas energi di 16 negara-negara OECD tahun 1975–2007 menggunakan metode Indeks Ideal Fisher dan analisis ekonometrik data panel dinamis. Hasil studinya menunjukkan bahwa penurunan intensitas energi dalam jangka panjang merupakan akibat dari perubahan harga energi dan pendapatan yang sebagian besar dikarenakan pergeseran kegiatan ekonomi dari sektor yang intensif energi ke sektor jasa yang intensif non-energi.

Metcalf (2008) menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi intensitas energi dengan menggunakan metode dekomposisi Indeks Ideal Fisher dan analisis regresi data panel yang diinterpretasikan sebagai fungsi permintaan energi. Variabel-variabel yang digunakan mulai dari variabel ekonomi, seperti harga energi, perubahan aktivitas ekonomi (misalnya, terjadi pergeseran struktur ekonomi agraris ke ekonomi industri), variabel sosial (pertumbuhan penduduk dan rasio kapital-tenaga kerja), dan juga variabel iklim (penggunaan pendingin dan penghangat ruangan). Hasil analisisnya menyatakan bahwa peningkatan harga energi dan peningkatan pendapatan per kapita berperan besar dalam penurunan intensitas energi di negara-negara bagian di Amerika Serikat.

Hasil studi Wu (2012) menunjukkan bahwa kecuali pada tahun 2001–2005, intensitas energi di Cina menurun selama periode 1981–2007. Faktor utama yang berperan dalam penurun-

an intensitas energi adalah komponen perbaikan efisiensi. Hasil studinya menunjukkan bahwa intensitas energi bersifat responsif terhadap harga energi baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang.

Studi yang dilakukan oleh Thaler (2011) mengenai determinan intensitas energi menggunakan beberapa faktor, seperti faktor geografi, industri, demografi, dan sebagainya. studinya menggunakan data *cross section* pada tahun 2006 mencakup 160 negara dengan metode regresi linear berganda. Hasil analisisnya menunjukkan bahwa standar hidup, impor energi, dan harga energi berdampak negatif terhadap intensitas energi, sedangkan pendidikan, iklim, manufaktur, dan energi terbarukan berdampak positif terhadap intensitas energi.

Ibrahim (2011) melakukan studi mengenai keterkaitan antara konsumsi energi, pendapatan riil, dan harga energi di Arab Saudi dengan menggunakan data tahunan untuk periode waktu 1982–2007. Metode analisis yang digunakan adalah uji unit *root*, model *Vector Autoregressive (VAR)*, uji kausalitas, *impulse response functions*, dan *Forecast Error Variance Decompositions (FEVD)*. Hasil studinya menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi energi dan pendapatan. Pendapatan riil dan konsumsi energi memengaruhi harga energi, sebaliknya harga energi tidak memengaruhi pendapatan riil maupun konsumsi energi. Pendapatan riil memainkan peran penting dalam kebijakan yang menargetkan untuk meningkatkan efisiensi energi di Arab Saudi.

Studi mengenai hubungan kausal antara konsumsi listrik, indeks harga konsumen, total pengeluaran konsumen, PDB, dan *Foreign Direct Investment (FDI)* di Malaysia dilakukan oleh Bekhet dan Othman (2011). Metode yang digunakan adalah *Vector Error Correction Model (VECM)*. Hasil studi menunjukkan bahwa dalam jangka panjang, hubungan kausalitas konsumsi listrik terhadap FDI, pertumbuhan PDB dan inflasi (Indeks Harga Konsumen) adalah

signifikan. Hal ini menandakan bahwa konsumsi listrik adalah elemen penting yang menentukan pertumbuhan ekonomi, serta alat yang kuat dalam mengeksekusi kebijakan pemerintah untuk penghematan energi di Malaysia.

Sejauh ini studi tentang intensitas energi agregat di Indonesia belum ditemukan. Beberapa studi hanya fokus pada intensitas energi di sektor industri menengah dan besar. Salah satunya adalah studi yang dilakukan oleh Hartono *et al.* (2011) menggunakan dua metode untuk menguraikan faktor-faktor yang memengaruhi intensitas energi di sektor industri, yaitu metode dekomposisi Indeks Ideal Fisher dan analisis regresi data panel. Studi dilakukan pada 13.743 perusahaan pada periode 2002–2006. Hasil studi menunjukkan bahwa upah tenaga kerja, umur perusahaan, intensitas modal, dan proporsi kapital yang dimiliki oleh pihak swasta berdampak positif terhadap intensitas energi, sedangkan ukuran perusahaan, produktivitas tenaga kerja, dan intensitas teknologi berdampak negatif terhadap intensitas energi.

Metode

Jenis data yang digunakan dalam studi ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, dan *Energy Information Administration (EIA)*¹. Data sekunder yang digunakan adalah data *time series* dari tahun 1977–2010 untuk beberapa variabel, yaitu PDB sektoral, jumlah penduduk, konsumsi energi final, pasokan energi primer, harga energi, dan data pendukung lainnya.

Metode Analisis

Analisis Deskriptif

Dalam studi ini, analisis deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran secara umum

mengenai dinamika konsumsi energi dan intensitas energi di Indonesia.

Dinamika Intensitas Energi dan Dekomposisinya

Studi ini menggunakan metode dekomposisi Indeks Ideal Fisher untuk menganalisis dinamika perubahan intensitas energi dan dekomposisinya di Indonesia. Metode tersebut digunakan untuk mengidentifikasi apakah tren perubahan intensitas energi dari waktu ke waktu lebih disebabkan oleh komponen efisiensi (*efficiency effect*) atau komponen aktivitas ekonomi (*activity effect*). Menurut Song (2011), komponen efisiensi mengacu pada penurunan atau pengurangan penggunaan energi per unit aktivitas ekonomi di masing-masing sektor ekonomi (*within a sector*). Sedangkan, aktivitas ekonomi mengacu pada perubahan struktur ekonomi atau pergeseran aktivitas ekonomi yang intensif energi ke aktivitas ekonomi yang intensif non-energi antarsektor atau sebaliknya.

Dalam studi ini, intensitas energi nasional dibagi dalam empat sektor, yaitu sektor industri, transportasi, komersial (jasa-jasa), dan rumah tangga. Intensitas energi (e_t) dapat ditulis sebagai fungsi komponen efisiensi energi dan kegiatan ekonomi. Secara spesifik dapat dituliskan sebagai (Oseni, 2011):

$$\begin{aligned} e_t \equiv \frac{E_t}{Y_t} &= \sum_{i=1}^n \left(\frac{E_{it}}{Y_{it}} \right) \left(\frac{Y_{it}}{Y_t} \right) \\ &= \sum_{i=1}^n e_{it} s_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

dengan:

e_t = Intensitas energi

E_t = Total konsumsi energi

E_{it} = Konsumsi energi di sektor i pada tahun t

Y_t = PDB tahun t

Y_{it} = Ukuran kegiatan ekonomi di sektor i pada tahun t

e_{it} = Komponen efisiensi

s_{it} = Komponen aktivitas ekonomi

i = sektor

¹<http://www.eia.gov/>

t = tahun

Periode dalam studi ini adalah tahun 1977–2010, sehingga tahun 1977 dijadikan sebagai tahun dasar untuk melihat dinamika perubahan intensitas energi selama periode studi. Total intensitas energi pada tahun dasar (tahun 1977) dinotasikan sebagai e_0 , pada tahun berjalan dinotasikan sebagai e_t , sedangkan indeks intensitas energi dinotasikan sebagai e_t/e_0 , maka tren perubahan intensitas energi agregat dapat diekspresikan sebagai:

$$\frac{e_t}{e_0} = \sum_{i=1}^n \frac{e_{it}s_{it}}{e_{i0}s_{i0}} \quad (2)$$

Atau dapat dituliskan dalam bentuk dua fungsi Eff dan Act , sehingga:

$$\frac{e_t}{e_0} = \begin{matrix} Eff(e_{i0}, e_{it}, s_{i0}, s_{it}) \\ Act(e_{i0}, e_{it}, s_{i0}, s_{it}) \end{matrix} \quad (3)$$

dengan e_{it} dan s_{it} masing-masing adalah efisiensi energi dan aktivitas ekonomi pada sektor i dan waktu t , sementara fungsi indeks Eff dan Act masing-masing merepresentasikan efisiensi agregat dan aktivitas ekonomi.

Mengacu pada Metcalf (2008) dan Oseni (2011), indeks intensitas energi dapat didekomposisi ke dalam indeks efisiensi dan aktivitas, dengan ketentuan bahwa sektor yang menjelaskan semua penggunaan energi dalam perekonomian tidak tumpang tindih dan tersedianya ukuran kegiatan ekonomi (Y_{it}) yang dapat digunakan untuk membangun suatu ukuran intensitas energi. Tahap pertama membangun indeks efisiensi yang merupakan komposisi Indeks Laspeyres dan Indeks Paasche. Indeks Laspeyres dapat dituliskan sebagai:

$$L_t^{act} = \frac{\sum_{i=1}^n e_{i0}s_{it}}{\sum_{i=1}^n e_{i0}s_{i0}} \quad (4)$$

$$L_t^{eff} = \frac{\sum_{i=1}^n e_{it}s_{i0}}{\sum_{i=1}^n e_{i0}s_{i0}} \quad (5)$$

dan Indeks Paasche dapat dituliskan sebagai:

$$P_t^{act} = \frac{\sum_{i=1}^n e_{it}s_{it}}{\sum_{i=1}^n e_{it}s_{i0}} \quad (6)$$

$$P_t^{eff} = \frac{\sum_{i=1}^n e_{it}s_{it}}{\sum_{i=1}^n e_{i0}s_{it}} \quad (7)$$

dengan e_{i0} dan s_{i0} merepresentasikan indeks efisiensi dan indeks aktivitas pada tahun dasar, sedangkan e_{it} dan s_{it} masing-masing indeks efisiensi dan aktivitas pada tahun sekarang. Indeks Laspeyres menggunakan periode dasar tertimbang, sedangkan Indeks Paasche menggunakan periode tertimbang sekarang. Sehingga Indeks Fideal Fisher dapat dituliskan sebagai:

$$F_t^{act} = (L_t^{act} P_t^{act})^{1/2} \quad (8)$$

$$F_t^{eff} = (L_t^{eff} P_t^{eff})^{1/2} \quad (9)$$

Indeks Ideal Fisher merupakan indeks yang dapat mendekomposisi secara sempurna terhadap total intensitas energi ke dalam indeks efisiensi energi (F_t^{eff}) dan indeks kegiatan ekonomi (F_t^{act}) tanpa ada residual:

$$\frac{e_t}{e_0} \equiv l_t = F_t^{act} F_t^{eff} \quad (10)$$

Indeks Ideal Fisher sangat bagus digunakan untuk mendekomposisi intensitas energi karena tidak mengandung *residual term*, seperti halnya metode dekomposisi lainnya, *residual term* akan menimbulkan sedikit kesulitan dalam interpretasi dari efek efisiensi dan efek kegiatan ekonomi. Energi yang bisa dihemat (ΔE_t) karena perubahan intensitas energi didefinisikan sebagai:

$$\Delta E_t = E_t - \bar{E}_t \quad (11)$$

dengan:

E_t = konsumsi energi aktual

\bar{E}_t = konsumsi energi yang akan terjadi jika intensitas energi tetap seperti pada tahun dasar (tahun 1977).

Hubungan antara energi yang bisa dihemat (*energy savings*) dengan efek efisiensi dan efek

kegiatan ekonomi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta E_t &= \Delta E_t \left(\frac{\ln(F_t^{act})}{\ln(I_t)} \right) \\ &+ \Delta E_t \left(\frac{\ln(F_t^{eff})}{\ln(I_t)} \right) \\ &\equiv \Delta E_t^{act} + \Delta E_t^{eff}\end{aligned}\quad (12)$$

Sektor-sektor pengguna energi yang digunakan dalam studi ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012):

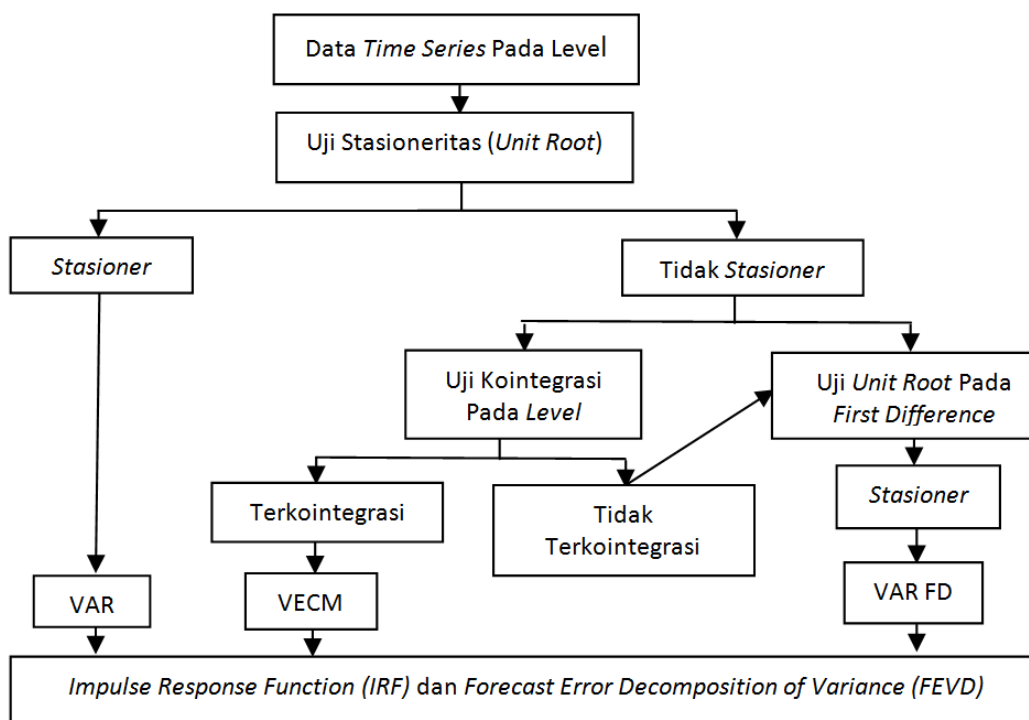
1. Sektor industri terdiri dari industri pengolahan non-migas yang terdiri dari sembilan subsektor, yaitu: ISIC (*International Standard Industrial Classification of All Economic Activities*):
 - 31 = Makanan, minuman, dan tembakau;
 - 32 = Tekstil, barang kulit, dan alas kaki;
 - 33 = Barang kayu dan hasil hutan lainnya;
 - 34 = Kertas dan barang cetakan;
 - 35 = Pupuk, kimia, dan barang dari karet;
 - 36 = Semen dan barang galian bukan logam;
 - 37 = Logam dasar besi dan baja;
 - 38 = Alat angkutan, mesin, dan peralatannya; dan
 - 39 = Barang lainnya.
2. Sektor transportasi meliputi transportasi darat, laut, udara, dan kereta api.
3. Sektor komersial terdiri dari: Perdagangan, hotel, dan restoran; Keuangan, *real estate*, dan jasa perusahaan; Jasa-jasa pemerintahan umum dan swasta.
4. Rumah tangga.

Analisis Model Ekonometrika

Dalam studi ini, analisis ekonometrika digunakan untuk mengetahui pengaruh dari faktor-faktor ekonomi terhadap intensitas energi di Indonesia. Sebelum melakukan estimasi model ekonometrika dengan data *time series*, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan (Gambar 2).

Mengacu pada studi Ibrahim (2011), dalam studi ini digunakan metode analisis ekonometrika *time series* VAR/VECM, selain itu juga dilatarbelakangi oleh beberapa alasan. Pertama, kebijakan energi di Indonesia masih dalam lingkup nasional, belum diimplementasikan dan dijabarkan dalam kebijakan energi regional sehingga semua daerah di Indonesia hanya berpedoman atau mengacu pada kebijakan energi nasional. Kedua, data konsumsi energi di Indonesia hanya tersedia dalam level nasional, belum bisa di-disagregasi menjadi konsumsi energi per daerah atau provinsi sehingga tidak memungkinkan menggunakan metode analisis data panel. Ketiga, metode regresi linear atau *Ordinary Least Square* (OLS) tidak digunakan dalam studi ini karena pada umumnya data *time series* tidak *stationer* pada level, sedangkan metode OLS mensyaratkan data harus *stationer*.

Asumsi yang harus dipenuhi dalam metode VAR, yaitu semua variabel tak bebas harus bersifat *stationer* (*mean*, *variance*, dan *covariance* bersifat konstan) dan semua sisaan bersifat *white noise*, yakni memiliki rata-rata nol, ragam konstan, dan saling bebas. Dibandingkan dengan metode ekonometrika konvensional, metode VAR memiliki keunggulan. Pertama, mengembangkan model secara bersamaan di dalam suatu sistem yang kompleks (*multivariate*), sehingga dapat menangkap hubungan keseluruhan variabel di dalam persamaan itu. Hubungan yang terdeteksi bisa bersifat langsung ataupun tidak langsung. Kedua, uji VAR yang bersifat multivariat bisa menghindari parameter yang bias akibat tidak dimasukkannya variabel yang relevan.

Gambar 2: Tahapan Analisis Data *Time Series* dalam studi

Sumber: penulis

Ketiga, metode VAR dapat mendeteksi hubungan antarvariabel dalam sistem persamaan, yaitu dengan menjadikan seluruh variabel menjadi endogen. Keempat, metode VAR bekerja berdasarkan data sehingga terbebas dari berbagai batasan teori ekonomi. Dan kelima, dengan teknik VAR, yang akan terpilih hanya variabel yang relevan untuk disinkronisasi dengan teori yang ada.

Selain memiliki kelebihan, metode VAR juga memiliki kelemahan, adapun beberapa kelemahan. Pertama, model VAR lebih bersifat teoritik karena tidak memanfaatkan informasi atau teori terdahulu. Oleh karenanya, model tersebut sering disebut model yang tidak struktural. Kedua, mengingat tujuan utama model VAR adalah untuk peramalan, maka model VAR kurang cocok untuk menganalisis kebijakan. Ketiga, pemilihan banyaknya *lag* yang digunakan dalam persamaan juga dapat me-

nimbulkan permasalahan dalam proses estimasi.

Dalam rangka mengantisipasi hilangnya informasi jangka panjang, maka dalam studi ini akan digunakan model VECM jika ternyata data yang digunakan adalah $I(1)$ atau stasioner pada *first difference*. VECM merupakan bentuk VAR yang terestriksi. Restriksi tambahan ini harus diberikan karena keberadaan bentuk data yang tidak stasioner, namun terkointegrasi. VECM kemudian memanfaatkan informasi restriksi kointegrasi tersebut ke dalam spesifikasinya. Oleh karena itu, VECM disebut juga desain VAR bagi *series* non-stasioner yang memiliki hubungan kointegrasi.

Model Studi

Model ekonometrik yang digunakan dalam studi ini merupakan modifikasi dari model yang digunakan oleh Metcalf (2008) dan Ibrahim

Tabel 1: Hasil Pengujian Stasioneritas Data *Level*

No	Variabel	ADF <i>Statistic</i>		Hasil
		Statistika t	<i>Probability</i>	
1	ln (IE)	-1.075.500	0,7132	tidak stasioner
2	ln (INC)	-0,628878	0,8506	tidak stasioner
3	gPOP	-3.621.086	0,0106**	stasioner
4	ln (FP)	-0,799738	0,8061	tidak stasioner
5	IMP	-3.610.849	0,0111	tidak stasioner

Sumber: Hasil Pengolahan Penulis

** signifikan pada taraf 5%

Tabel 2: Hasil Pengujian Stasioneritas Data *First Difference*

No	Variabel	ADF <i>Statistic</i>		Hasil
		Statistika t	<i>Probability</i>	
1	ln (IE)	-3.394.144	0,0187**	stasioner
2	ln (INC)	-4.147.178	0,0029**	stasioner
3	gPOP	-5.747.862	0,0000**	stasioner
4	ln (FP)	-4.561.968	0,0010**	stasioner
5	IMP	-5.648.377	0,0000**	stasioner

Sumber: Hasil Pengolahan Penulis

** signifikan pada taraf 5%

(2011), dituliskan sebagai:

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (13)$$

dengan:

Y_t = vektor variabel endogen
(*IE, INC, gPOP, FP, IMP*)

IE = intensitas energi yang diukur dari total konsumsi energi dibagi dengan PDB

INC = pendapatan per kapita yang diproksi dengan PDB per kapita atas dasar harga konstan tahun 2000 (Rupiah)

gPOP = pertumbuhan penduduk yang didapatkan dengan rumus: $gPOP_t = (POP_t - POP_{t-1}) / POP_{t-1} * 100\%$

FP = harga energi yang dihitung berdasarkan rata-rata tertimbang harga bahan bakar minyak (Rp/BOE). Penimbang yang digunakan adalah pangsa konsumsi masing-masing jenis bahan bakar minyak yang digunakan dalam perekonomian (Thaler, 2011)

IMP = impor energi diproksi dengan rasio produksi terhadap konsumsi minyak bumi dan produk olahannya.

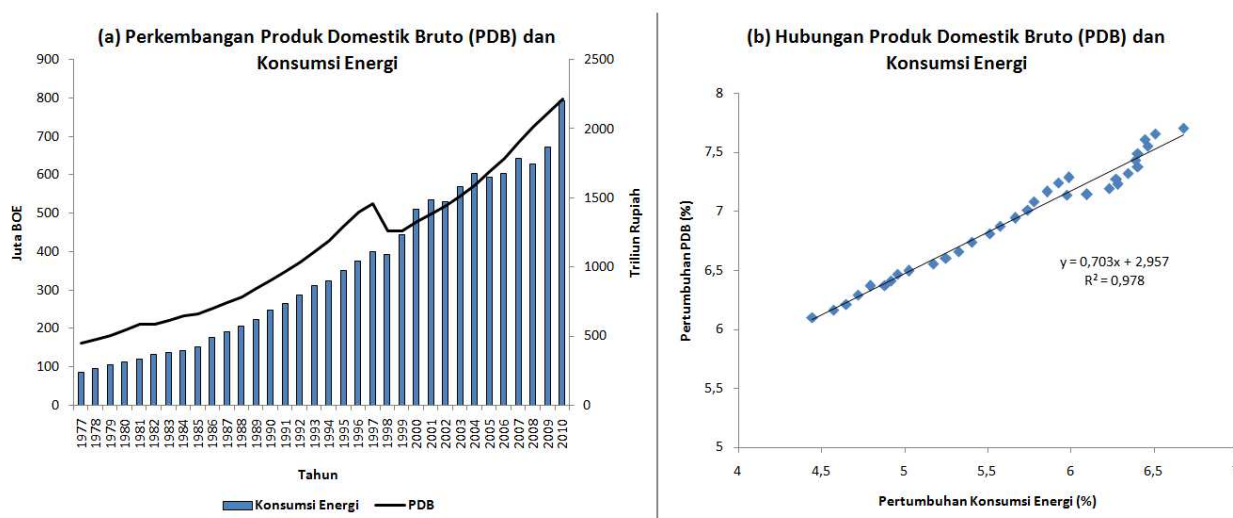
Hasil dan Analisis

Dinamika Konsumsi dan Intensitas Energi di Indonesia

Selama periode 1977–2010, konsumsi energi di Indonesia mengalami peningkatan dari 85,13 juta BOE (*Barrel Oil Equivalent* atau Setara Barel Minyak) pada tahun 1977 menjadi 792,96 juta BOE pada tahun 2010 atau meningkat sebesar 7,10% per tahun. Pada Gambar 3(a) dapat dilihat bahwa peningkatan konsumsi energi *final* ini seiring dengan peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB) pada periode yang sama, sedangkan Gambar 3(b) menunjukkan bahwa konsumsi energi dan PDB memiliki keterkaitan yang sangat erat. Hal ini menunjukkan sangat pentingnya peran energi dalam aktivitas perekonomian untuk menciptakan *output* nasional.

Energi *final* dalam perekonomian dapat dikonsumsi secara langsung oleh konsumen akhir, seperti sektor industri, transportasi, ko-

Gambar 3: Perkembangan Produk Domestik Bruto (PDB) dan Konsumsi Energi Final di Indonesia serta Hubungan antara PDB dan Konsumsi Energi



Sumber: KESDM & BPS (beberapa tahun), diolah

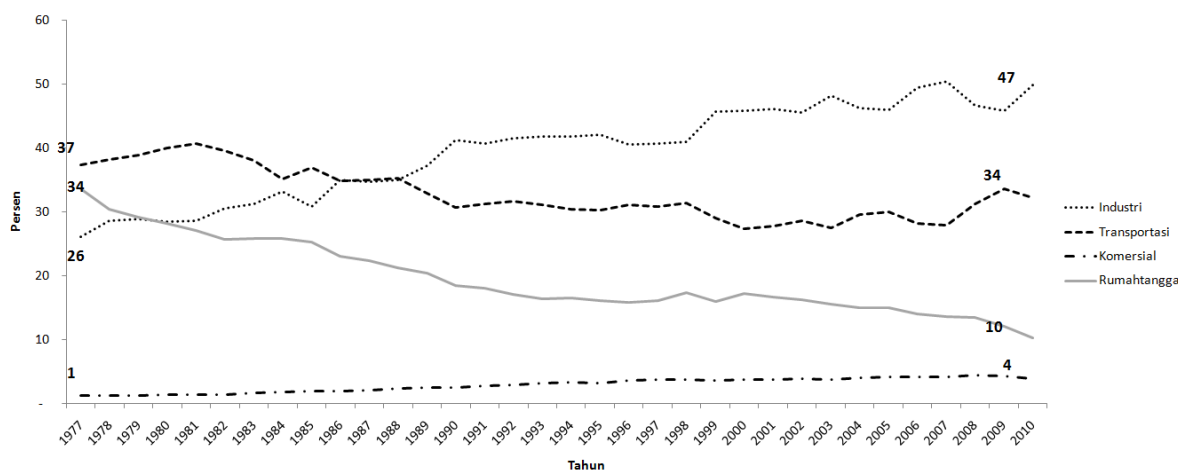
mersial, rumah tangga, dan sektor lainnya. Gambar 4 menunjukkan bahwa sektor industri merupakan konsumen terbesar terhadap energi, diikuti sektor transportasi, rumah tangga, serta sektor komersial.

Jika dilihat berdasarkan jenis energi, maka dapat dikatakan bahwa kegiatan perekonomian nasional masih sangat tergantung pada bahan bakar minyak. Tabel 3 menunjukkan bahwa BBM merupakan sumber energi terbesar yang dikonsumsi dalam perekonomian. Pada tahun 2010, konsumsi BBM sebesar 49,22%. Jika dilihat menurut sektor, maka struktur penggunaan energi pada masing-masing sektor berbeda-beda. Sebagai contoh, sektor transportasi sebesar 99,95% konsumsinya adalah BBM. Sektor komersial dan rumah tangga sebagian besar mengonsumsi listrik, sedangkan industri sebagian besar menggunakan batu bara dalam aktivitasnya.

Untuk mengetahui dan mengukur efisiensi dari penggunaan energi dalam suatu perekonomian, ukuran yang paling sering digunakan adalah intensitas energi. Nilai intensitas yang lebih kecil menunjukkan bahwa suatu wilayah

atau sektor ekonomi lebih efisien dalam menggunakan energi. Gambar 5 menunjukkan bahwa intensitas energi di Indonesia meningkat dari tahun 1977–2010. Hal ini mengindikasikan selama lebih dari tiga dekade terakhir, penggunaan energi menjadi semakin tidak efisien.

Intensitas energi Indonesia pada tahun 1977 bernilai sebesar 0,19 ribu BOE/miliar rupiah, artinya untuk menciptakan *output* (PDB) 1 miliar rupiah dibutuhkan energi sebesar 0,19 ribu BOE. Sedangkan, pada tahun 2010 intensitasnya meningkat menjadi 0,36, artinya untuk menciptakan *output* (PDB) 1 miliar rupiah dibutuhkan energi sebesar 0,36 ribu BOE. Energi merupakan salah faktor produksi atau *input* yang digunakan dalam perekonomian untuk menciptakan sejumlah *output*, dengan demikian konsumsi energi merupakan pengeluaran atau biaya yang harus dikeluarkan oleh suatu perekonomian. Jika konsumsi energi (BOE) dikonversikan ke dalam satuan rupiah, maka pada tahun 1977 untuk menciptakan PDB 1 miliar rupiah dibutuhkan biaya energi sebesar Rp28 juta, sedangkan pada tahun 2010 diperlukan biaya energi sebesar Rp53 juta untuk

Gambar 4: Konsumsi Energi di Indonesia Menurut Sektor Tahun 1977–2010 (%)

Sumber: KESDM & BPS (beberapa tahun), diolah

menciptakan PDB yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan energi pada tahun 2010 kurang efisien dibandingkan tahun 1977.

Jika melihat intensitas energi per sektor, sektor transportasi merupakan sektor yang paling tidak efisien dengan nilai intensitas sebesar 2,46 ribu BOE/miliar rupiah pada tahun 1977 dan meningkat menjadi 3,03 ribu BOE/miliar rupiah pada tahun 2010. Artinya, untuk menciptakan PDB di sektor transportasi sebesar 1 miliar rupiah pada tahun 1977 dibutuhkan konsumsi energi sebesar 2,46 ribu BOE, sedangkan pada tahun 2010 dibutuhkan konsumsi energi 3,03 ribu BOE. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan energi di sektor transportasi semakin tidak efisien. Bila dibandingkan dengan tiga sektor lainnya, yaitu sektor industri, komersial, dan rumah tangga, sektor transportasi memiliki nilai intensitas energi yang tertinggi, bahkan melebihi intensitas energi agregat (nasional). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sektor transportasi merupakan sektor yang paling tidak efisien di antara sektor-sektor lainnya dalam perekonomian.

Sektor industri merupakan sektor kedua yang kurang efisien dibandingkan dengan sektor komersial dan rumah tangga. Intensitas

energi di sektor ini juga lebih tinggi bila dibandingkan dengan angka nasional. Intensitas energi di sektor industri memiliki kecenderungan yang meningkat dari 0,59 ribu BOE/miliar rupiah menjadi 0,72 ribu BOE/miliar rupiah. Artinya, untuk menciptakan nilai tambah atau PDB di sektor industri sebesar 1 miliar rupiah dibutuhkan konsumsi energi sebesar 0,59 ribu BOE pada tahun 1977 dan 0,72 ribu BOE pada tahun 2010.

Sektor komersial dan rumah tangga memiliki nilai intensitas yang relatif kecil, tetapi sektor rumah tangga memiliki nilai intensitas yang lebih tinggi dibandingkan sektor komersial. Intensitas energi sektor komersial selama periode studi mengalami peningkatan yang sangat kecil. Jika pada tahun 1977 nilai intensitasnya sebesar 0,01 ribu BOE/miliar rupiah, sedangkan pada tahun 2010 sebesar 0,04 ribu BOE/miliar rupiah. Sektor rumah tangga merupakan satu-satunya sektor yang intensitas energinya menurun selama periode studi, yaitu dari 0,17 ribu BOE/miliar rupiah pada tahun 1977 menjadi 0,06 ribu BOE/miliar rupiah pada tahun 2010. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan energi di sektor rumah tangga cenderung lebih efisien beberapa tahun belakangan ini. Dengan demi-

Tabel 3: Struktur Penggunaan Energi Menurut Sektor (%) Tahun 2010

Jenis Energi	Nasional	Industri	Transportasi	Komersial	Rumah tangga
<i>BBM:</i>	49,22	16,9	99,95	22,44	17,66
Avgas/Avtur	2,82	-	8,14	-	-
Premium	18,21	-	51,07	-	-
Pertamax	0,67	-	1,94	-	-
M. Tanah	2,28	0,28	-	2,55	17,66
M. Solar (ADO)	23,1	12,68	38,81	19,88	-
M. Diesel (IDO)	0,14	0,26	-	0,02	-
M. Bakar	2	3,67	-	-	-
Batu bara	18,53	40,14	-	-	-
Gas	15,61	33,48	0,03	3,08	0,17
LPG	4,4	0,31	-	3,04	37,3
Listrik	12,24	9,17	0,02	71,44	44,87
Total	100	100	100	100	100

Sumber: KESDM, 2012

kian, dapat disimpulkan bahwa hingga tahun 2010 sektor yang relatif paling efisien dibandingkan dengan sektor lainnya adalah sektor komersial.

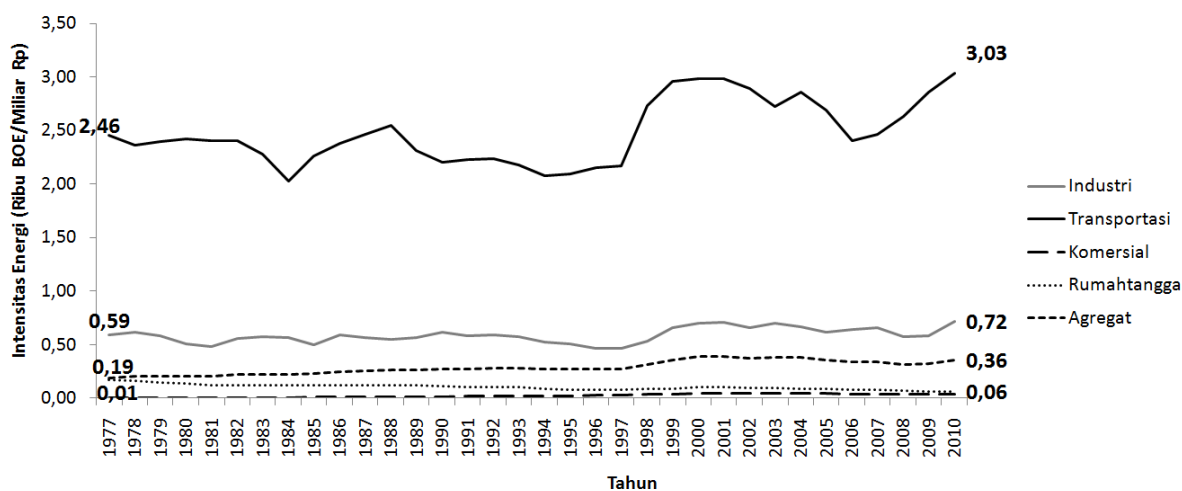
Dinamika intensitas energi sepanjang waktu memperlihatkan tren efisiensi perekonomian secara keseluruhan atau menunjukkan tren produktivitas energi. Menurut Lapillonne (2006), biasanya intensitas energi akan meningkat sepanjang waktu di negara-negara yang sedang berkembang. Perekonomian suatu negara semakin intensif energi karena proses industrialisasi, pertumbuhan kepemilikan kendaraan bermotor, meningkatnya kesejahteraan, dan sebagainya, dengan pertumbuhan konsumsi energi lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan PDB. Sebaliknya intensitas energi di negara-negara maju memiliki tren yang menurun. Perekonomian menjadi kurang intensif energi karena perekonomian didominasi oleh sektor tersier atau jasa-jasa.

Dekomposisi Intensitas Energi

Untuk melihat lebih jauh mengenai penyebab dari perubahan intensitas energi sepanjang waktu, studi ini menggunakan metode dekomposisi Indeks Ideal Fisher. Indeks Ideal Fisher dapat digunakan untuk melihat perubahan da-

lam intensitas energi dengan cara mendekomposisinya menjadi dua komponen, yaitu komponen aktivitas ekonomi dan komponen efisiensi energi.

Gambar 6(a) menunjukkan hasil dari analisis dekomposisi intensitas energi di Indonesia dengan menggunakan tahun 1977 sebagai tahun dasar. Intensitas energi Indonesia pada tahun 2010 adalah 1,88 atau meningkat 88% dari tahun dasar. Indeks aktivitas ekonomi pada tahun 2010 adalah 1,77, artinya jika efisiensi energi tetap konstan seperti pada tahun 1977, maka efek pergeseran aktivitas ekonomi akan menyebabkan intensitas energi meningkat sebesar 77%. Indeks efisiensi pada tahun 2010 adalah 1,06, artinya jika aktivitas ekonomi tidak berubah selama periode 1977–2010, maka komponen efisiensi energi akan menyebabkan intensitas energi meningkat sebesar 6%. Jadi, perubahan struktur dalam aktivitas ekonomi merupakan komponen yang lebih besar perannya dalam meningkatkan intensitas energi di Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi pergeseran dari kegiatan ekonomi yang kurang intensif energi (seperti pertanian) ke kegiatan yang lebih intensif energi (seperti industri manufaktur). Perubahan aktivitas ekonomi ini juga dapat dilihat dari perkembangan kon-

Gambar 5: Intensitas Energi di Indonesia Menurut Sektor, 1977–2010 (Ribu BOE/Miliar Rupiah)

Sumber: KESDM & BPS, diolah

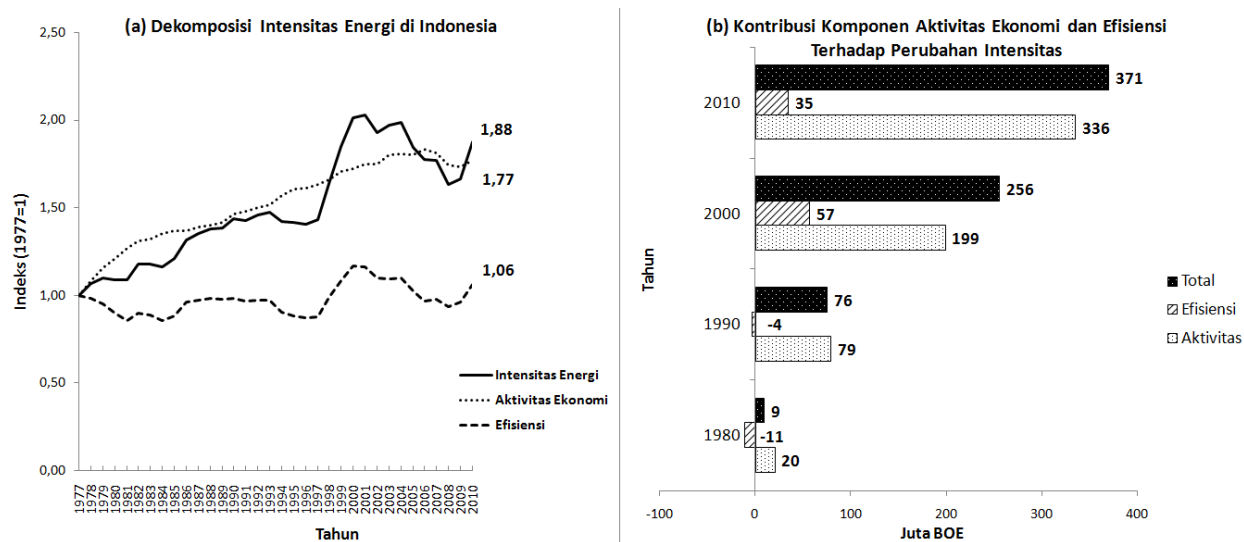
tribusi nilai tambah sektoral terhadap PDB.

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa kontribusi nilai tambah sektor pertanian mengalami penurunan selama tiga dekade, yaitu dari 22% menjadi 13%. Sedangkan kontribusi kegiatan ekonomi yang lebih intensif energi, seperti industri pengolahan bukan migas (manufaktur) mengalami peningkatan yang cukup signifikan di periode yang sama. Seperti diketahui bahwa sektor industri banyak membutuhkan *input* energi pada aktivitasnya, sehingga adanya pergeseran aktivitas atau kegiatan ekonomi ini menyebabkan konsumsi energi sepanjang tahun studi mengalami peningkatan dan pada akhirnya menyebabkan intensitas energi juga meningkat.

Berdasarkan Gambar 6(b) dapat dilihat bahwa jika intensitas energi tetap konstan seperti pada tahun dasar (tahun 1977), maka telah terjadi pemborosan energi antara tahun 1978-2010. Dengan mempertahankan intensitas energi tetap sama seperti pada tahun dasar, maka pada tahun 2010 terjadi pemborosan energi sebesar 371 juta BOE di mana aktivitas ekonomi menyumbang sebesar 336 juta BOE (91%) dan efisiensi menyumbang sebesar 35 juta BOE (9%).

Dekomposisi intensitas energi di tiga sektor, yaitu sektor industri, transportasi, serta komersial menunjukkan bahwa efek efisiensi lebih berperan dalam perubahan intensitas di masing-masing sektor tersebut (Gambar 7). Hal ini mendukung hasil dekomposisi di tingkat nasional, yang dalam hal ini inefisiensi di tiga sektor ini menyebabkan intensitas nasional meningkat sebesar 6% (*ceteris paribus*).

Gambar 7(a) menunjukkan hasil dari analisis dekomposisi intensitas energi di sektor industri. Intensitas energi agregat di sektor industri pada tahun 2010 adalah 1,33 atau meningkat sebesar 33% dari tahun 1977. Indeks aktivitas ekonomi pada tahun 2010 adalah 0,92 artinya jika efisiensi energi tetap konstan seperti pada tahun 1977, maka efek pergeseran aktivitas ekonomi akan menyebabkan intensitas energi turun sebesar 8%. Sementara itu, jika aktivitas ekonomi tidak berubah antara tahun 1977–2010, maka komponen atau efek efisiensi energi akan menyebabkan intensitas energi meningkat sebesar 22%. Dengan demikian, komponen atau efek efisiensi energi merupakan efek yang lebih besar peranannya dalam meningkatkan intensitas energi di Indonesia. Dapat dikatakan bahwa penggunaan energi di sektor ini semakin

Gambar 6: Dekomposisi Intensitas Energi serta Kontribusi Komponen Aktivitas Ekonomi dan Efisiensi terhadap Perubahan Intensitas Energi

Sumber: KESDM & BPS, diolah

tidak efisien karena efek inefisiensi dan bukan karena perubahan aktivitas ekonomi.

Hasil studi yang dilakukan oleh Irawan *et al.* (2010) mengenai peran industri manufaktur terhadap keragaan perekonomian Indonesia menggunakan analisis *Input-Output* menunjukkan bahwa tidak ada perubahan teknologi yang digunakan di sektor industri. Jika tidak ada peningkatan teknologi, maka industri di Indonesia tidak memiliki kemampuan untuk meningkatkan daya saingnya terhadap negara-negara lain. Penggunaan teknologi yang relatif tidak berubah atau dapat dikatakan stagnan, mengindikasikan boros energi. Hal inilah yang menyebabkan intensitas energi di sektor industri mengalami peningkatan selama periode studi. Inefisiensi di sektor industri lebih dikarenakan proses produksi dan sebagainya yang masih menggunakan mesin-mesin tua dan kurang mengadopsi teknologi modern yang lebih hemat energi.

Gambar 7(b) menunjukkan hasil dari analisis dekomposisi intensitas energi di sektor transportasi yang meningkat menjadi 1,23 pada tahun 2010 atau meningkat sebesar 23% dari ta-

hun 1977. Dari indeks aktivitas ekonomi dan indeks efisiensi mencerminkan bahwa efek efisiensi merupakan efek atau komponen yang lebih besar perannya dalam meningkatkan intensitas energi di sektor transportasi. Jika efisiensi energi tetap konstan seperti pada tahun 1977, pergeseran aktivitas ekonomi akan menyebabkan intensitas energi turun sebesar 16%. Sementara itu, jika aktivitas ekonomi tidak berubah antara tahun 1977-2010, efek efisiensi energi akan menyebabkan intensitas energi meningkat sebesar 46%.

Inefisiensi di sektor transportasi salah satunya adalah disebabkan oleh kemacetan. Tingkat konsumsi bahan bakar juga dipengaruhi oleh kecepatan perjalanan. Kecepatan yang terlalu rendah cenderung mengonsumsi BBM lebih banyak. Konsumsi BBM paling rendah adalah pada kecepatan antara 60–65 km/jam. Pada kecepatan yang lebih rendah (umumnya dalam kondisi macet) konsumsi BBM akan cenderung lebih boros, demikian pula pada kecepatan yang terlalu tinggi (Departemen Perhubungan, 2005). Meskipun tidak dapat dipungkiri di bidang otomotif banyak terjadi pengem-

Tabel 4: Kontribusi Nilai Tambah Sektoral Terhadap PDB (%)

Sektor Ekonomi	1980	1990	2000	2010
<i>Sektor Primer</i>	44,11	31,49	27,67	20,21
1. Pertanian	22,25	18,53	15,6	13,35
2. Pertambangan dan Penggalian	21,86	12,96	12,07	6,86
<i>Sektor Sekunder</i>	34,1	44,3	50,01	51,04
3. Industri Pengolahan	14,24	21,58	27,75	26,1
a. Industri Migas	3	4,22	3,91	2
b. Industri Bukan Migas	11,2	17,38	23,84	24,11
4. Listrik, Gas dan Air Bersih	0,16	0,31	0,6	0,79
5. Konstruksi	5,25	5,65	5,51	6,58
6. Perdagangan, Hotel dan Restoran	14,45	16,75	16,15	17,56
<i>Sektor Tersier</i>	21,8	24,21	22,32	28,76
7. Pengangkutan dan Komunikasi	3,72	4,21	4,68	9,53
8. Keuangan	7,62	9,37	8,31	9,67
9. Jasa-jasa	10,46	10,63	9,34	9,55
Total	100	100	100	100

Sumber: BPS (beberapa tahun), diolah

bangun teknologi, yang dalam hal ini kendaraan bermotor belakangan ini dirancang untuk lebih ramah lingkungan dan hemat energi. Di sisi lain, rendahnya keberpihakan pemerintah kepada pengguna kendaraan tidak bermotor dan pejalan kaki, menjadikan moda perjalanan ini perlahan-lahan menghilang dari sistem transportasi perkotaan. Hal yang sama juga dialami oleh sistem angkutan publik. Walaupun terbukti sangat hemat dalam penggunaan ruang jalan karena kapasitas angkut yang tinggi per kendaraan dan efisiensi konsumsi energi per penumpang, akan tetapi sistem ini justru menjadi bagian yang terabaikan dalam sektor transportasi. Hal ini terlihat dari semakin buruknya tingkat pelayanan angkutan publik terutama di daerah perkotaan.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah substitusi bahan bakar minyak perlu dilakukan. BBM banyak digunakan di sektor transportasi sehingga penyediaan bahan bakar cair alternatif perlu ditingkatkan agar target KEN dapat tercapai. Dari berbagai bahan bakar alternatif yang sudah ada saat ini, hanya Bahan Bakar Nabati (BBN) yang sudah siap dikembangkan berdasarkan teknologi penyediaannya.

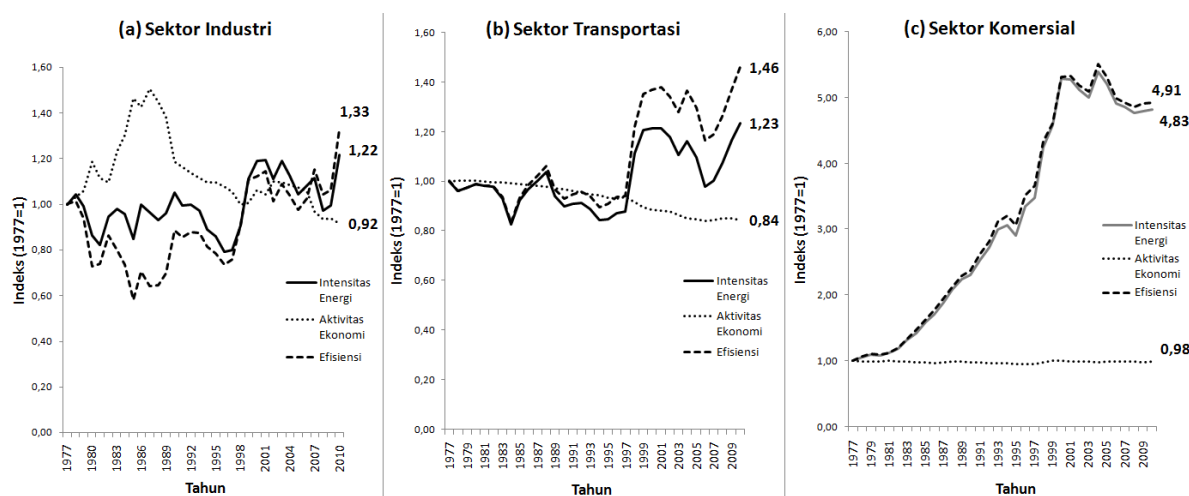
Oleh karena itu, untuk mengurangi pemakaian minyak bumi perlu ditingkatkan pemakaian BBN hingga lebih dari 5%, terutama di sektor transportasi. Gas bumi dalam bentuk *Compressed Natural Gas* (CNG), LPG dan *Liquefied Natural Gas* (LNG) dapat juga digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti BBM untuk sektor transportasi. Gas dapat digunakan untuk moda transportasi darat, seperti mobil, truk dan bus, juga kereta api. Hal ini merupakan peluang yang perlu didorong sehingga penerapannya bisa meluas.

Gambar 7(c) menunjukkan hasil dari analisis dekomposisi intensitas energi di sektor komersial (jasa-jasa) yang meningkat menjadi 4,83 pada tahun 2010. Seperti halnya di sektor industri dan transportasi, efek efisiensi merupakan efek atau komponen yang lebih besar peranannya dalam meningkatkan intensitas energi di sektor komersial daripada efek aktivitas ekonomi.

Determinan Intensitas Energi

Tahap awal dalam analisis data *time series* adalah melakukan pengujian-pengujian pra-

Gambar 7: Dekomposisi Intensitas Energi Menurut Sektor



Sumber: KESDM & BPS, diolah

estimasi. Pengujian-pengujian tersebut meliputi uji akar unit (*unit root test*), pengujian stabilitas VAR, dan pengujian *lag* optimal. Hasil pengujian akar unit menunjukkan bahwa variabel-variabel yang digunakan pada studi ini seluruhnya stasioner pada *first difference*. Persamaan VAR memiliki nilai modulus kurang dari satu, artinya model VAR yang dibentuk stabil. Penetapan *lag* optimal menggunakan nilai dari *likelihood ratio* (LR), *final prediction error* (FPE), *Akaike information criterion* (AIC), *Schwarz information criterion* (SC), dan *Hannan-Quin criterion* (HQ). Besarnya *lag* yang dipilih berdasarkan *lag* terpendek. Berdasarkan lima kriteria informasi yang tersedia, maka *lag* yang dipilih adalah *lag* 1 sebagai *lag* optimal. Kemudian dilakukan uji kointegrasi untuk mengetahui apakah terjadi keseimbangan dalam jangka panjang antarvariabel. Hasil pengujian menunjukkan terdapat satu kointegrasi, jadi dalam studi ini digunakan analisis VECM.

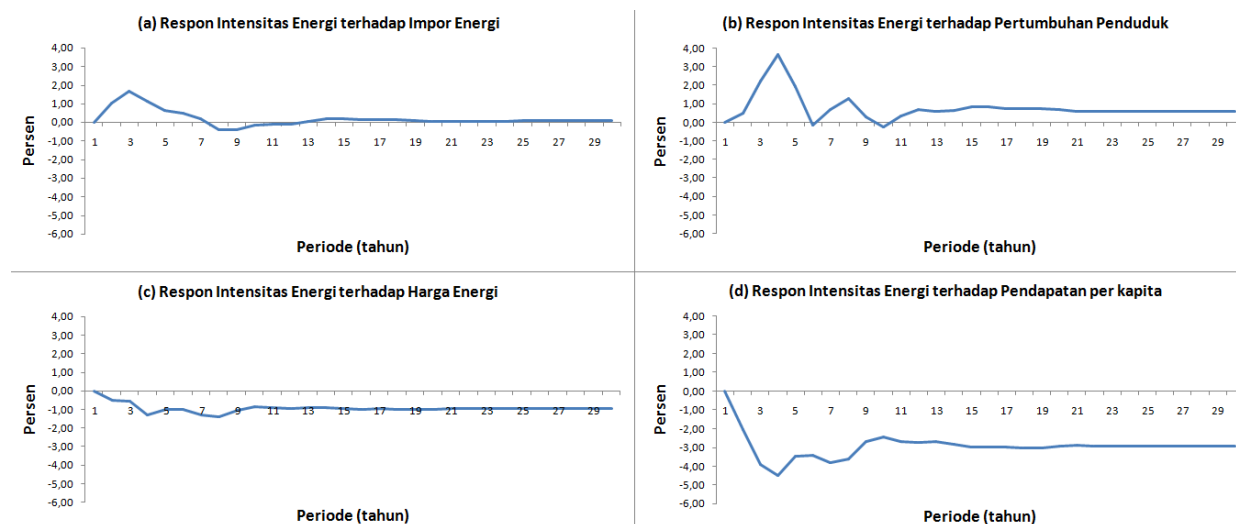
Analisis *impulse response* (IRF) dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan suatu variabel endogen terhadap variabel endogen yang lain. Pengurutan variabel didasarkan pada faktorisasi *cholesky*. Variabel yang memiliki

nilai prediksi terhadap variabel lain diletakkan di depan, berdampingan satu sama lainnya. Variabel yang tidak memiliki nilai prediksi terhadap variabel lain diletakkan paling belakang.

Respons intensitas energi terhadap guncangan atau *shock* pendapatan per kapita memiliki respons yang negatif (Gambar 8). Hasil studi ini sejalan dengan studi Thaler (2011), yang dengan meningkatnya pendapatan per kapita mengindikasikan meningkatnya standar hidup masyarakat, meningkatnya tingkat pendidikan, teknologi, dan semua aspek kehidupan dalam suatu negara. Meningkatnya pendidikan mengindikasikan meningkatnya pengetahuan masyarakat akan pentingnya efisiensi penggunaan energi, kepedulian terhadap lingkungan, dan sebagainya.

Respons intensitas energi terhadap pertumbuhan penduduk adalah positif. Meningkatnya jumlah penduduk akan meningkatkan permintaan terhadap energi sehingga konsumsi dan intensitas energi juga meningkat. Respons intensitas energi terhadap guncangan harga energi memiliki respons yang negatif sesuai yang dihipotesiskan sebelumnya. Meningkatnya harga energi menyebabkan turunnya permintaan

Gambar 8: Respons Intensitas Energi terhadap *Shock* Pendapatan per kapita, Harga Energi, Pertumbuhan Penduduk dan Impor Energi



Sumber: Hasil Pengolahan Penulis

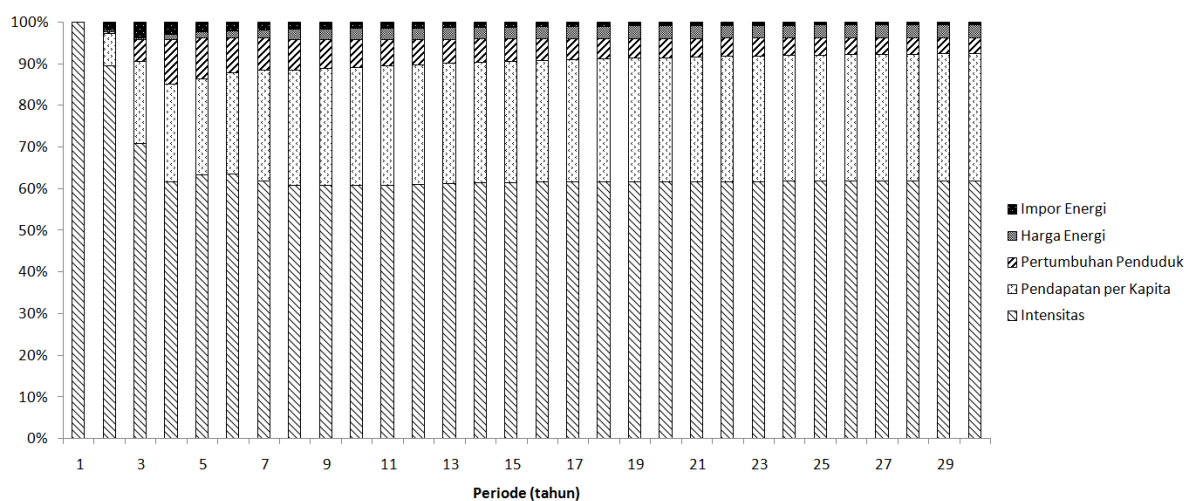
dan konsumsi energi. Respons intensitas energi terhadap impor energi adalah positif. Menurut Thaler (2011), serta Soile dan Balogun (2011), semakin tinggi impor energi, maka suatu negara memiliki insentif untuk memanfaatkan energi secara lebih bijaksana karena negara tersebut tidak memiliki kemampuan untuk memenuhi kebutuhan energi domestiknya sendiri, akan tetapi hal ini tidak berlaku di Indonesia.

Respons intensitas terhadap impor energi yang positif dan besarnya yang relatif kecil disebabkan oleh harga energi di Indonesia yang tidak mengikuti mekanisme pasar. Tingginya impor energi tidak berdampak langsung terhadap harga energi di dalam negeri. Kondisi ini disebabkan oleh harga energi domestik yang ditetapkan oleh pemerintah dengan bantuan subsidi, baik melalui subsidi BBM maupun listrik. Kondisi tersebut mengakibatkan kebijakan diversifikasi energi tidak memenuhi sasaran secara optimal dan juga kecenderungan masyarakat yang boros dalam menggunakan energi karena harganya yang relatif murah.

Anggaran subsidi energi saat ini telah memberatkan APBN karena rata-rata menguras

anggaran belanja pemerintah pusat sebesar 23%. Rata-rata subsidi energi dalam sepuluh tahun terakhir menyedot anggaran subsidi sebesar 80%. Pada APBN 2011 anggaran untuk subsidi BBM sebesar Rp96 triliun, subsidi listrik sebesar Rp41 triliun, sedangkan subsidi pangan, pertanian dan lainnya masing-masing sebesar Rp15 triliun, Rp16 triliun, dan Rp19 triliun. Kebijakan subsidi energi membuat berkurangnya anggaran pembangunan di sektor lain (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2011).

Analisis *variance decomposition* (FEVD) menggambarkan relatif pentingnya setiap variabel di dalam sistem karena adanya guncangan. Analisis ini berguna untuk memprediksi kontribusi dari setiap variabel tertentu di dalam sistem sehingga akan diketahui sumber variasi dari model yang dibentuk. Dari hasil analisis FEVD, menunjukkan bahwa variabilitas intensitas energi di Indonesia sebagian besar dipengaruhi oleh intensitas energi itu sendiri, selanjutnya harga energi, pendapatan per kapita, pertumbuhan penduduk, dan impor energi. Pada periode kedua, variabilitas intensitas energi di-

Gambar 9: Analisis *Variance Decomposition* Intensitas Energi

Sumber: Hasil Pengolahan Penulis

pengaruhi oleh dirinya sendiri sebesar 92,84%. Sebagian yang lain dipengaruhi oleh kontribusi harga energi sebesar 4,39%, pendapatan per kapita 1,57%, pertumbuhan penduduk sebesar 0,53%, serta impor energi sebesar 0,68%. Hasil analisis *variance decomposition* selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 9.

Simpulan

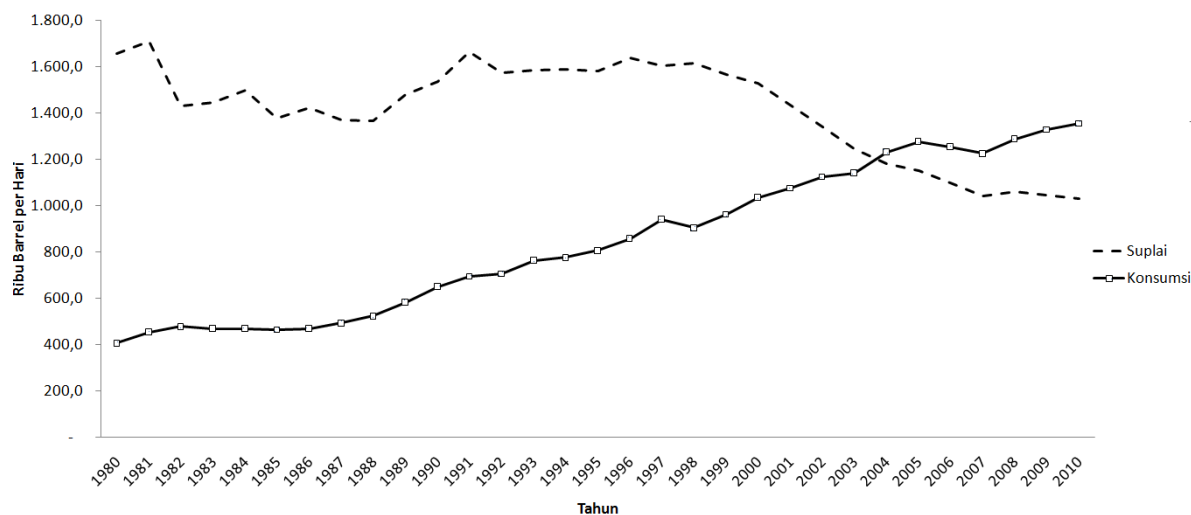
Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dalam studi ini dapat disimpulkan beberapa hal. Pertama, konsumsi energi selama periode 1977–2010 cenderung meningkat. Konsumen terbesar energi adalah sektor industri, kemudian transportasi, rumah tangga, dan komersial. Bila melihat intensitas energinya, sektor transportasi merupakan sektor yang paling tidak efisien, kemudian sektor industri, rumah tangga, dan sektor komersial.

Kedua, komponen aktivitas ekonomi (*activity effect*) lebih berperan dalam perubahan intensitas energi di Indonesia dibandingkan dengan komponen efisiensi (*efficiency effect*). Jika dilihat menurut sektor baik sektor transportasi, industri maupun komersial, efek efisiensi

lebih berperan. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi pergeseran dari kegiatan ekonomi yang kurang intensif energi (seperti pertanian) ke kegiatan yang lebih intensif energi (seperti industri manufaktur), dan telah terjadi inefisiensi di setiap sektor pengguna energi. dan Ketiga, intensitas energi memiliki respons negatif terhadap guncangan pendapatan per kapita dan harga energi, respons positif terhadap guncangan pertumbuhan penduduk dan impor energi.

Saran

Berdasarkan hasil studi dan kesimpulan yang diuraikan sebelumnya, maka beberapa arah kebijakan yang bisa disarankan dalam studi ini adalah *pertama*, terkait dengan (i) struktur penggunaan energi di Indonesia yang masih tergantung pada bahan bakar fosil (sumber energi yang tak terbarukan) terutama minyak bumi dan olahannya, padahal Indonesia saat ini telah menjadi negara pengimpor minyak, (ii) meningkatnya intensitas energi di sektor transportasi yang hampir seluruh jenis energi yang digunakan adalah bahan bakar minyak (BBM), dan salah satu faktor penyebabnya

Gambar 10: Pasokan dan Konsumsi Minyak Bumi serta Produk Olahannya Tahun 1980–2010 (Ribuan Barel per Hari)

Sumber: EIA, 2011

adalah murahnya harga BBM domestik (relatif terhadap harga internasional) karena adanya subsidi dari pemerintah, (iii) respons intensitas energi terhadap impor energi yang positif menunjukkan bahwa kenaikan impor energi justru meningkatkan intensitas energi, maka pemerintah diharapkan untuk (a) merasionalisasi harga BBM agar sesuai dengan harga keekonomiannya melalui pengurangan subsidi secara bertahap dan pembatasan penggunaan energi bersubsidi. Harga BBM yang murah karena adanya subsidi dari pemerintah, selain dapat menguras dana pemerintah untuk subsidi harga BBM juga memanjakan pengguna BBM sehingga pemanfaatannya kurang efisien, serta dapat menghambat pengembangan energi alternatif non-BBM, dan (b) memberikan insentif untuk pengembangan energi alternatif non-BBM atau sumber energi yang terbarukan, misalnya Bahan Bakar Nabati (BBN atau *biofuel*) untuk mempercepat diversifikasi sumber energi sesuai Kebijakan Energi Nasional (KEN). Pengembangan industri bahan bakar nabati selain untuk memenuhi kebutuhan energi nasional juga dapat membuka lapangan kerja baru, menyerap tenaga kerja, mengurangi

pengangguran, dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Faktanya energi alternatif non-BBM selama ini kurang berkembang karena pengguna energi lebih memilih BBM karena harganya yang relatif lebih murah. Padahal, untuk memenuhi kebutuhan domestik, Indonesia masih mengimpor minyak bumi dan BBM yang jumlahnya semakin meningkat setiap tahunnya. Kebijakan subsidi BBM merupakan suatu hal yang bertolak belakang dengan KEN yang dituangkan di dalam Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 yang memiliki sasaran untuk mengurangi pangsa penggunaan minyak bumi dan bahan bakar olahannya, serta meningkatkan pangsa penggunaan energi terbarukan (energi air, energi panas bumi, biomassa termasuk BBN, energi surya, dan energi angin) karena potensinya melimpah dan termasuk energi bersih.

Kedua, sektor transportasi merupakan sektor yang paling tidak efisien dalam penggunaan energi yang nilai intensitas energinya paling tinggi, bahkan di atas intensitas energi agregat (nasional). Beberapa faktor penyebabnya adalah kemacetan lalu lintas, terutama di kota-kota besar. Murahnya harga energi domestik

secara tidak langsung mendorong meningkatnya pertumbuhan kendaraan terutama kendaraan pribadi yang tidak diimbangi dengan pertumbuhan jalan. Terkait hal tersebut, hendaknya pemerintah pusat bersama-sama dengan pemerintah daerah menyediakan dan memperluas infrastruktur transportasi publik terutama yang berbasis gas (Bahan Bakar Gas atau BBG), BBN, atau listrik yang murah, aman, dan nyaman sehingga ada insentif bagi pengguna kendaraan pribadi untuk beralih ke sarana transportasi publik.

Ketiga, peningkatan intensitas energi di sektor industri disebabkan oleh tidak adanya perubahan teknologi yang digunakan di sektor tersebut. Penggunaan teknologi yang relatif tidak berubah atau dapat dikatakan stagnan mengindikasikan pemborosan energi. Terkait hal ini, pemerintah seharusnya memberikan insentif agar industri-industri yang ada mampu meningkatkan teknologi mesinnya menjadi lebih hemat energi dan ramah lingkungan. Dan *keempat* adalah meningkatkan sosialisasi kebijakan energi nasional agar terbangun persepsi yang sama di masyarakat dan meningkatkan kesadaran masyarakat akan arti pentingnya efisiensi energi.

Secara umum, usaha efisiensi energi tidak mungkin bisa dicapai hanya dengan mengandalkan peran pemerintah pusat dan daerah maupun *stakeholder* terkait saja, namun harus menjadi gerakan seluruh masyarakat secara bersama-sama. Saran untuk studi selanjutnya, untuk mengetahui determinan intensitas energi per sektor tidak hanya dilakukan dengan metode dekomposisi, tetapi dapat dikembangkan dengan menggunakan metode ekonometrika.

Daftar Pustaka

- [1] Alam, M. S. (2006). Economic Growth with Energy. *Munich Personal RePEc Archive Paper*, 1260. Germany: Munich University Library.
- [2] Badan Pusat Statistik. (2010). *Statistik Indonesia 2010*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [3] Badan Pusat Statistik. (2011). *Statistik Indonesia 2011*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [4] Bekhet, H. A. & Othman, N. S. (2011). Causality Analysis Among Electricity Consumption, Consumer Expenditure, Gross Domestic Product (GDP) and Foreign Direct Investment (FDI): Case Study of Malaysia. *Journal of Economics and International Finance*, 3 (4), 228–235. <http://www.academicjournals.org/jeif/pdf/pdf/202011/April/Bekhet%20and%20Othman.pdf> (Accessed 25 October, 2011).
- [5] Bernstein, M., Fonkych, K., Loeb, S., & Loughran, D. (2003). *State-Level Changes in Energy Intensity and Their National Implications*. Pittsburgh: RAND Corporation – RAND's Science and Technology Policy Institute.
- [6] Chontanawat, J., Hunt, L. C., & Pierse, R. (2006). Causality between Energy Consumption and GDP: Evidence from 30 OECD and 78 non-OECD Countries. *Surrey Energy Economics Discussion Paper Series*, 113. UK: Surrey Energy Economics Centre (SEEC). <http://www.seec.surrey.ac.uk/research/SEEDS/SEEDS113.pdf> (Accessed 25 October, 2011).
- [7] Departemen Perhubungan. (2005). *Beberapa Kebijakan Sektor Transportasi Darat: dalam Upaya Penghematan Penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM)*. Jakarta: Departemen Perhubungan. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- [8] Hartono, D., Irawan, T., & Achsani, N. A. (2011). An Analysis of Energy Intensity in Indonesian Manufacturing. *International Research Journal of Finance and Economics*, 62, 77–84.
- [9] Ibrahim, M. A. (2011). Energy Consumption, Income and Price Interactions in Saudi Arabian Economy: A Vector Autoregression Analysis. *Advances in Management & Applied Economics*, 1 (2), 1–21.
- [10] Indonesia, R. (2006). Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN).
- [11] Indonesia, R. (2012). Undang-Undang APBN 2012
- [12] Irawan, T., Anggraeni, L. & Oktaviani, R. (2010). *The Role of Manufacturing Industry to Indonesian Economic Performance: Input-Output Analysis*. <http://web.ipb.ac.id/~economics/doc/10.pdf> (Accessed June 23, 2011).
- [13] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2006). *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2006–2025*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Sekretariat Panitia Teknis Sumber Energi (PTE).
- [14] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2011). *Intensitas Energi Indonesia Masih Tinggi*. Sabtu, 26 Maret 2011. <http://www.ebtke.esdm.go.id/id/energi/konservasi-energi/213-intensitas-energi-indonesia-masih-tinggi>.

- html (Accessed June 23, 2011).
- [15] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2011*. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Jakarta.
- [16] Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. (2011). Kebijakan dan Program Peningkatan Ketahanan Energi Nasional. *Tinjauan Ekonomi dan Keuangan*, 1 (5), 9–13.
- [17] Kompas.com. (2012) *Pastikan Kebijakan BBM*. Sabtu, 14 Januari 2012. <http://health.kompas.com/read/2012/01/14/03134287/Pastikan.Kebijakan.BBM> (Accessed February 23, 2012).
- [18] Lapillonne, B. (2006). *Simple Macro-Economic Indicators: Energy Intensities*. Training Seminar Evaluation of Energy Efficiency Trends and Potentials. Grenoble (France), 30 January–10 February 2006. http://www.eie.gov.tr/projeler/document/4_Indicators_macro.pdf (Accessed June 23, 2011).
- [19] Metcalf, G. E. (2008). An Empirical Analysis of Energy Intensity and Its Determinants at the State Level. *The Energy Journal*, 29 (3), 1–26.
- [20] Nanduri, M. (1998). An Assessment of Energy Intensity Indicators and Their Role as Policy - Making Tools. *School of Resource and Environmental Management Report*, 232. Canada: Simon Fraser University. <http://cieedac.sfu.ca/media/publications/mallika.pdf> (Accessed June 23, 2011).
- [21] Oseni, M. O. (2011). Analysis of Energy intensity and Its Determinants in 16 OECD Countries. *The Journal of Energy and Development*, 35 (1–2), 101–140.
- [22] Soile, I. O. & Balogun, B. (2011). Resource Abundance and Energy Intensity: A Cross Country Analysis. *Middle Eastern Finance and Economics*, 13, 165–180. http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.eurojournals.com/ContentPages/2520368805.pdf (Accessed June 23, 2011).
- [23] Song, F. (2011). *What Is Driving the Change of China's Energy Intensity?* China: PACE 2011 Workshop.
- [24] Stern, D.I. (2003). *Energy and Economic Growth*. http://www.researchgate.net/publication/228721215_Energy_and_economic_growth/file/32bfe50dacb1fe39e0.pdf. (Accessed February 5, 2011).
- [25] Thaler, D.R. (2011). The Determinants of Energy Intensity. *Honors Thesis*. Florida: University of Florida. <http://www.honors.ufl.edu/apps/Thesis.aspx/Download/974> (Accessed June 23, 2011).
- [26] Wu, Y. (20112). Energy Intensity and Its Determinants In China's Regional Economies. *Energy Policy*, 41, 703–11.
- [27] Yanagisawa, A. (2011). *Trade-off in Energy efficiencies and efficient Frontier: Relationship between GDP Intensity and Energy Consumption per Capita and what it means*. Japan: The Institute of Energy Economics. <http://eneken.iecej.or.jp/data/3618.pdf> (Accessed June 23, 2011).
- [28] Yusgiantoro, P. (2000). *Ekonomi Energi: Teori dan Praktek*. Jakarta: LP3ES.