

# ANALISIS DETERMINAN INTENSITAS ENERGI DI INDONESIA TAHUN 2000-2020

## *Analysis on Determinant of Energy Intensity in Indonesia During 2000-2020*

Dwi Resti Pratiwi<sup>6</sup>

### **Abstract**

*Energy intensity can be reduced by increasing efficiency in the use of energy. The aim of this study is to analyse the energy intensity in Indonesia for the period 2000-2020. It investigates the impact of real GDP per capita, energy prices, trade openness and foreign direct investment on energy intensity over the period 2000-2020. VAR/VECM analysis is used to determine how economic variables affect the aggregate intensity. The results of this study indicate that real GDP per capita and trade openness have a negative impact on energy intensity, while energy prices and foreign direct investment have a positive effect on energy intensity. Thus, the study suggests that Government of Indonesia should consider reducing energy consumption in non-renewable energy sources by investing in renewable energy sources. Besides, by understanding determinant of energy intensity, the government should create an energy policy framework to reduce the sector's carbon-intensity and to improve energy efficiency.*

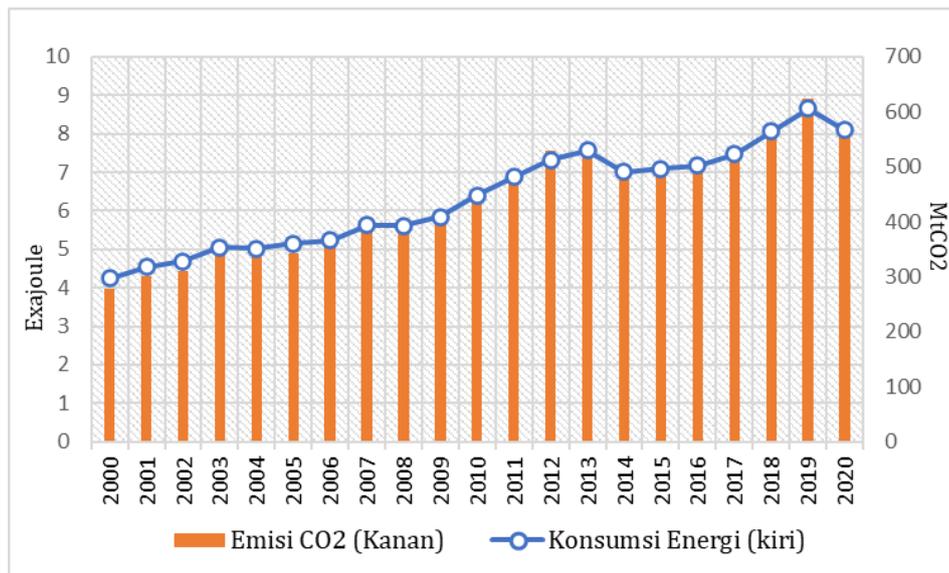
**Keywords :** *energy intensity, energy efficiency, energy*

## **1. Pendahuluan**

Energi merupakan salah satu faktor terpenting dari produksi dan pertumbuhan ekonomi. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk pemakaian energipun juga semakin meningkat tajam. Berdasarkan hasil sensus penduduk tahun 2020, tercatat jumlah penduduk Indonesia sebesar 270,2 juta jiwa atau selama 2010-2020, rata-rata laju pertumbuhan penduduk Indonesia sebesar 1,25 persen (BPS, 2020). Selain itu, BPS juga memroyeksi di tahun 2045 jumlah penduduk Indonesia menjadi sebesar 318,9 juta dimana hal tersebut akan semakin mendorong peningkatan konsumsi energi di Indonesia. Menurut Stern (2004) berbagai aktivitas ekonomi membutuhkan energi, seperti aktivitas produksi, distribusi, hingga konsumsi. Hal ini menunjukkan bahwa energi dalam jangka panjang bisa mempengaruhi pertumbuhan ekonomi. Gambar 1 menunjukkan peningkatan konsumsi energi di Indonesia cukup tinggi antara tahun 2000-2020. Konsumsi energi di Indonesia pada tahun 2000 mencapai 4,24 exajoule meningkat 91 persen menjadi 8,1 exajoule pada tahun 2020. Tren kenaikan konsumsi energi ini selaras dengan kenaikan emisi CO<sub>2</sub>, dimana selama 20 tahun terakhir ini kenaikan emisi meningkat sebesar 108 persen yaitu dari 278,15 MtCO<sub>2</sub> di tahun 2000 menjadi 579,9 MtCO<sub>2</sub> di tahun 2020 (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa suplai energi di Indonesia hingga saat ini masih didominasi oleh energi fosil, dimana penggunaan energi fosil yang intensif akan menyebabkan peningkatan polutan di atmosfer global dan hal ini akan mengancam kerusakan lingkungan yang parah pada lapisan ozon, ini mengakibatkan terjadinya pemanasan global (Todaro and Smith 2006).

<sup>6</sup> Analis APBN, Pusat Kajian Anggaran Badan Keahlian DPR RI, dwi.pratiwi@dpr.go.id

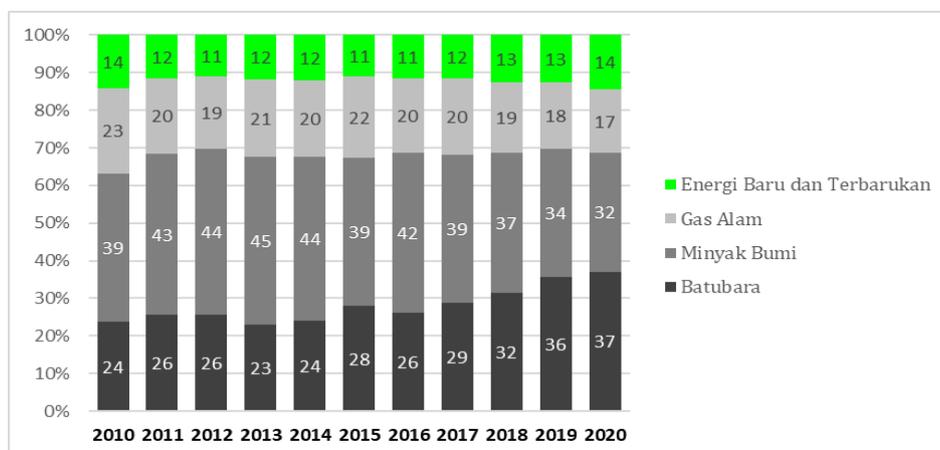
**Gambar 1. Konsumsi Energi dan Emisi CO2 di Indonesia Selama 2000-2020**



Sumber : BP Statistics, 2022

Pada gambar 2 menampilkan bauran energi di Indonesia yang terdiri dari batubara, minyak bumi, gas alam, dan energi baru terbarukan (EBT). Adapun EBT terdiri dari *hydropower*, geothermal, solar, angin, biomass, biofuel, biogas dan EBT lainnya. Pada tahun 2010, energi fosil menyumbang 86 persen terhadap total pasokan energi di Indonesia sementara sisanya disumbang dari energi baru dan terbarukan. Hingga tahun 2020, bauran energi tersebut tidak mengalami banyak perubahan dimana energi fosil masih menyumbang 86 persen dan penyumbang terbesar berasal dari batubara dan minyak bumi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa Indonesia masih sangat bergantung dengan energi fosil dan sepanjang 1 periode dekade tersebut dan belum banyak yang dilakukan Pemerintah untuk meningkatkan pasokan EBT. Padahal sifat energi fosil yang tidak dapat diperbaharui akan menyebabkan guncangan kebutuhan energi nasional. Apabila Pemerintah masih menggunakan scenario business as usual maka dalam jangka waktu tertentu, sumber daya energi fosil ini akan habis, sementara itu permintaan terhadap energi tersebut semakin tinggi.

**Gambar 2. Bauran Energi di Indonesia Periode 2010-2020**

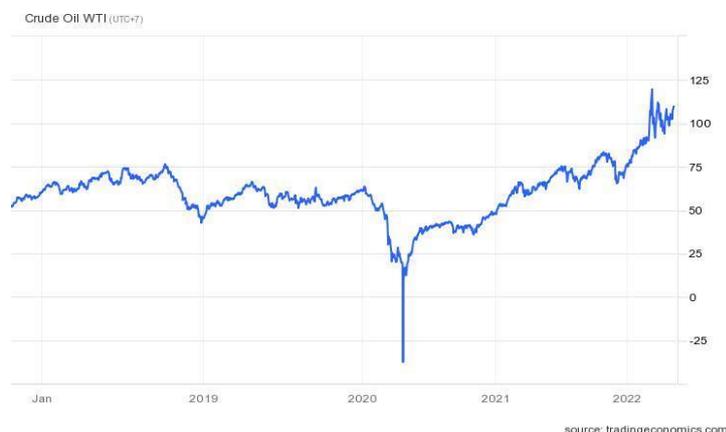


Sumber : Kementerian ESDM, 2021

Penggunaan batubara yang besar tidak luput dari potensi cadangan batubara yang cukup besar dimiliki Indonesia. Tercatat Indonesia memiliki cadangan batubara sebesar 3,2 persen

dari total cadangan dunia (BP Statistics, 2022). Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara pengekspor bahan bakar fosil khususnya batubara. Hingga saat ini pun produksi batubara di Indonesia melebihi konsumsi didalam negeri sehingga tidak mengherankan penggunaan batubara di Indonesia masih cukup tinggi. Namun di saat yang bersamaan Indonesia kini menjadi negara pengimpor minyak bumi. Konsumsi minyak bumi Indonesia 1449 barel per hari (BPH) pada tahun 2020, sementara produksi minyak bumi dalam negeri hanya mencapai 708 BPH (BP Statistics 2022). Dengan demikian dapat dipastikan Indonesia sangat bergantung pada impor bahan bakar minyak bumi untuk memenuhi kebutuhannya. Dengan ketergantungannya tersebut, maka perekonomian Indonesia cenderung akan lebih rentan terhadap dinamika perubahan harga minyak dunia. Dapat dilihat pada gambar 3 harga minyak dunia sangat fluktuatif bahkan dalam kurun waktu kurang dari tahun perubahan harganya sangat signifikan. Sebagai contoh, pada awal pandemi yaitu April 2020 harga minyak WTI sempat menyentuh negatif USD25 per barel dan diakhir tahun 2021 mulai menanjak naik dan di awal tahun 2022 ini sempat berada dikisaran USD109 per barel akibat konflik antara Rusia dan Ukraina. Kenaikan harga minyak dunia ini kemudian turut menyumbang kenaikan harga beberapa komoditas dalam negeri yang pada akhirnya akan menekan inflasi yang semakin meningkat.

**Gambar 3. Fluktuasi Harga Minyak WTI Tahun 2019-2022**



Sumber : *tradingeconomic.com*, 2022

Dari kondisi di atas dapat dilihat bahwa Indonesia masih menghadapi permasalahan energi yaitu pertumbuhan konsumsi energi yang tinggi tetapi kurang efisien pemanfaatannya serta sumber energinya yang masih didominasi oleh bahan bakar fosil. Peningkatan konsumsi energi ini secara otomatis turut diikuti oleh penurunan cadangan sumber energi berbasis fosil. Dengan semakin terbatasnya sumber energi tidak terbarukan tersebut, pada gilirannya dapat menimbulkan permasalahan pasokan energi untuk kelangsungan hidup manusia dan pembangunan yang berkelanjutan di masa mendatang. Ditambah lagi, penggunaan sumber energi fosil yang berlebihan juga berdampak pada kerusakan lingkungan akibat tingginya emisi yang dihasilkan dan juga semakin rentannya perekonomian Indonesia. Pemerintah pada dasarnya sudah berkomitmen untuk mengurangi emisi dengan meratifikasi Paris Agreement melalui Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 Tentang Pengesahan Paris Agreement To The United Nations Framework Convention On Climate Change. Dalam dokumen kontribusi yang ditetapkan secara Nasional (*Nationally Determined Contribution/NDC*), Indonesia berkomitmen mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 29 persen pada tahun 2030 dan hingga 41 persen dengan dukungan internasional termasuk teknologi dan keuangan. Sektor energi sendiri ditargetkan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 314 juta ton CO<sub>2</sub>e menjadi 398 juta ton CO<sub>2</sub>e pada tahun

2030 melalui pengembangan energi terbarukan, penerapan konservasi energi, serta penerapan teknologi energi bersih. Selain itu, pemerintah mulai menghimbau penggunaan energi yang efisien. Melalui efisiensi energi, permintaan akan energi dapat dikelola secara berkelanjutan serta mengurangi potensi pencemaran dan kerusakan lingkungan. Semakin baik suatu negara dalam mengelola energi maka semakin efisien negara tersebut. Efisiensi energi juga merupakan salah satu indikator pada *Sustainable Development Goals* (SDGs).

Berdasarkan laporan International Energy Agency (IEA) pada tahun 2018, telah terjadi peningkatan efisiensi energi dunia sebanyak 13 persen dari tahun 2000 hingga 2016 akibat berbagai bentuk kebijakan bidang energi, inovasi teknologi, dan kompetisi global. Sebuah studi pada negara-negara *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) menemukan bahwa peningkatan efisiensi energi sangat memengaruhi penurunan intensitas energi (Parker dan Liddel, 2016). Selain itu Thaler (2011) juga menyampaikan bahwa salah satu parameter menilai efisiensi energi ialah dengan mengukur intensitas energi. Seiring dengan fokus dunia dalam meningkatkan efisiensi energi, Indonesia juga turut menargetkan penurunan intensitas energi sebanyak 1 persen per tahun hingga tahun 2025 (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2015). *Semakin* kecil intensitas energi primer (IE) semakin kecil energi yang dibutuhkan untuk menciptakan satu unit produk domestik bruto (PDB). Hal ini pada gilirannya meningkatkan daya saing global ekonomi, memberikan insentif tambahan untuk kelestarian lingkungan dan keamanan energi (Rudenko, 2018). Dengan demikian penulis beranggapan perlu mengkaji determinan intensitas energi di Indonesia dan menganalisis arah hubungan beberapa faktor ekonomi dengan intensitas energi yaitu 1) harga energi; (2) pendapatan per kapita ; (3) penanaman modal asing atau *foreign direct investment* (FDI), dan (4) keterbukaan perdagangan atau *trade openness*. Diharapkan dengan mengetahui determinan intensitas energi ini dapat berguna bagi pemerintah dalam menentukan arah kebijakan energi di Indonesia untuk mendorong penggunaan energi yang lebih efisien. Studi ini disampaikan dalam bentuk uraian mengenai tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil penelitian, serta kesimpulan dan saran terkait kebijakan energi di Indonesia.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Konsep Intensitas Energi dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya

Intensitas energi merupakan rasio konsumsi energi terhadap ekonomi atau *physical output*. Pada level nasional, intensitas energi ialah rasio total penggunaan energi primer atau konsumsi energi final terhadap produk domestik bruto (PDB) (EEA, 2002 dalam Ortiz 2002). Intensitas energi berkorelasi dengan tingkat pendapatan suatu negara. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa intensitas energi di negara maju lebih rendah dibandingkan di negara berpenghasilan rendah (Malik, 2019). Intensitas energi untuk negara-negara berpenghasilan tinggi menurun selama 30 tahun terakhir, karena negara-negara ini umumnya lebih efisien dalam menggunakan energi dibandingkan dengan negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah (Sadorsky, 2013). Terkait dengan hal tersebut, Bernardini dan Galli (1993) mengidentifikasi tiga alasan penurunan intensitas energi saat pendapatan meningkat. Pertama, struktur permintaan berubah seiring dengan perkembangan ekonomi nasional dan berpindah dari fase pra-industri ke industrialisasi dan kemudian ke fase pasca-industri. Pada fase pra-industri, permintaan dipenuhi dengan energi dan intensitas material yang rendah. Pada tahap kedua pembangunan, industrialisasi ditandai dengan peningkatan besar dalam konsumsi energi. Ketika pendapatan meningkat pada tahap ini, kepemilikan mobil dan peralatan

rumah tangga semakin meningkat. Tetapi pada akhirnya permintaan kepemilikan meningkat, namun secara bertahap terjadi pembatasan konsumsinya. Tahap selanjutnya yaitu negara-negara maju tersebut memasuki tahap pasca industrialisasi di mana permintaan akan jasa meningkat, yang umumnya kurang intensif energi dibandingkan dengan manufaktur. Efek gabungan dari transisi ini adalah pengurangan intensitas energi PDB. Fenomena ini sering disebut sebagai dematerialisasi, proses yang memungkinkan pengurangan input material per unit output. Kedua, kemajuan teknologi meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Ketiga, kemajuan teknologi mengarah pada penggunaan bahan pengganti yang kurang intensif 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. Meskipun demikian, ukuran intensitas energi tidak sepenuhnya 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 dapat menjadi menjadi proksi untuk mengukur tingkat efisiensi energi (Thaler, 2011). Meskipun studi empiris terhadap determinasi energi intensitas terpublikasi tiap tahun, namun hingga saat ini tidak ada pengertian bakunya. Rudenko (2018) telah mengidentifikasi beberapa faktor yang mempengaruhi energi intensitas. Faktor tersebut diantaranya penanaman modal asing atau foreign direct investment (FDI), trade openness, harga energi primer, peran industri dalam ekonomi dan teknologi. Bernstein (2003) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa intensitas energi di tiap wilayah berbeda-beda faktor yang memengaruhinya, faktor-faktor tersebut ialah harga energi, konsumsi energi, investasi, populasi, iklim, inovasi teknologi dan kebijakan energi. Selanjutnya Fitriyanto (2019) menemukan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara PDB per kapita, harga energi dan konsumsi energi per kapita dengan intensitas energi. Dari berbagai indikator tersebut penelitian ini mencoba untuk melihat hubungan intensitas energi dengan PDB per kapita, penanaman modal asing, harga energi, dan trade openness.

Hubungan intensitas energi dan PDB per kapita dapat ditunjukkan dengan menggunakan pendekatan kurva U terbalik Kuznets (Chima & Hills, 2007). Kurva tersebut menjelaskan bahwa pada tahap awal pertumbuhan ekonomi ketika PDB per kapita masih rendah, energi yang dibutuhkan juga masih relatif rendah. Namun pada tahap selanjutnya terjadi industrialisasi dan berbagai kegiatan ekonomi lain yang lebih intensif menggunakan energi. Meningkatnya kegiatan ekonomi tentunya membutuhkan energi yang lebih intensif sehingga berdampak pada peningkatan rasio konsumsi energi per PDB atau intensitas energi. Selanjutnya, dengan terjadinya pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat dan sarana prasarana tersedia, tahap berikutnya ialah pergeseran komposisi output ke bentuk jasa yang lebih rendah penggunaan energinya dibandingkan kegiatan industri. Kondisi ini mengakibatkan penggunaan energi per PDB menjadi lebih rendah. Hasil penelitian ini juga dibuktikan oleh Deichmann et al (2018) yang menemukan bahwa terdapat hubungan negatif antara PDB per kapita dan intensitas energi di 137 negara.

Penanaman modal asing (PMA) atau foreign direct investment (FDI) dianggap menjadi salah satu faktor yang mampu membawa efisiensi energi melalui teknologi modern dengan potensi untuk perbaikan efisiensi energi (Mielnik and Goldemberg 2002). Adom (2015) menunjukkan bahwa terdapat potensi penghematan energi dari aliran masuk

PMA melalui tiga acara yaitu melalui peningkatan PDB, perubahan pangsa sektor dan pengadopsian teknologi yang lebih hemat energi. Lebih lanjut hasil penelitian Hübler (2011) menemukan bahwa arus masuk FDI berdampak pada menurunnya intensitas energi di China. Hasil yang sama dibuktikan dalam Adom dan Kwakwa (2014). Paramati dkk. (2016) menemukan dampak positif yang signifikan dari arus masuk FDI dan perkembangan pasar saham terhadap konsumsi energi bersih di seluruh ekonomi pasar berkembang.

Keterbukaan perdagangan atau trade openness diukur dari rasio total volume perdagangan internasional (impor dan ekspor) terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). Keterbukaan perdagangan tidak memiliki pengaruh langsung terhadap intensitas energi melainkan melalui efek difusi teknologi akibat keterbukaan perdagangan (Rudenko, 2018). Menurut Azaliah dan Hartono (2020) komoditas impor dan ekspor memiliki sejumlah konsumsi energi tidak langsung, dimana konsumsi energi tersebut dipengaruhi oleh perdagangan luar negeri yang memberikan dampak pada pertumbuhan ekonomi, struktur industri, dan penyerapan teknologi maju. Penelitian yang dilakukan oleh Lai dkk (2006) menemukan terdapat pengurangan energi dari keterbukaan perdagangan di Cina. Cole (2006) juga menyatakan bahwa dampak keterbukaan perdagangan terhadap efisiensi energi bergantung pada struktur impor dan ekspor suatu negara. Jadi pengaruh akhir dari determinan ini tergantung pada bobot relatif ekspor intensif energi dan impor hemat energi dalam struktur perdagangan total negara tersebut. Sebaliknya, Adom dan Kwakwa (2014) menyimpulkan bahwa keterbukaan perdagangan telah memperburuk efisiensi energi di Ghana. Akal (2016) menemukan hasil yang sama untuk ekonomi Turki yang mencatat bahwa intensitas energi meningkat karena kesenjangan energi atau impor membesar. Kenaikan harga untuk sumber daya energi primer mengurangi konsumsi barang dan jasa dan dengan demikian mempengaruhi konsumsi energi secara negatif. Studi dari Nasreen dan Anwar (2014) menemukan bahwa keterbukaan perdagangan terdapat 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. Dengan demikian, berbagai penelitian diatas menunjukkan bahwa keterbukaan perdagangan merupakan salah satu faktor yang dapat berpotensi dalam memengaruhi intensitas energi.

Variabel selanjutnya yang memengaruhi intensitas energi ialah harga energi. Menurut Birol and Keppler (2000), peningkatan harga energi dengan bantuan instrumen ekonomi mengarah pada efisiensi energi. Hal ini sesuai dengan hukum permintaan bahwa kenaikan harga energi mengakibatkan permintaan terhadap energi akan turun dan pada akhirnya akan menyebabkan penurunan intensitas energi. Harga energi yang meningkat akan diikuti peningkatan biaya produksi secara agregat, sehingga produsen akan merespons dengan memperbaiki penggunaan energi yang lebih efisien (Thaler, 2011). Temuan tersebut juga sejalan dengan studi yang dilakukan Lin dan Moubarak (2014) yang mengkonfirmasi terdapat dampak negatif harga energi terhadap intensitas energi di China pada periode 1985 hingga 2010. Adom (2015) juga menemukan bahwa terdapat hubungan negatif antara pengaruh harga minyak mentah terhadap intensitas energi. Lebih lanjut, Cornillie dan Frankhanser (2004) juga mengkonfirmasi terdapat potensi penghematan energi dari harga energi di negara-negara transisi. Alam dan Paramati (2015) membuktikan hubungan ekuilibrium jangka panjang yang signifikan

antara harga minyak, pembangunan keuangan, industrialisasi, keterbukaan perdagangan, dan emisi CO<sub>2</sub>.

## 2.2. Studi Terdahulu

Sudah terdapat beberapa studi yang melakukan penelitian menanalisis faktor-faktor yang memengaruhi intensitas energi. Beberapa studi terdahulu tersebut diantaranya ialah penelitian yang dilakukan oleh Metcalf (2008), dimana pada penelitiannya menganalisis faktor yang memengaruhi intensitas energi di Amerika Serikat pada periode 1970 hingga 2003. Dalam studinya terbagi 2 tahap yaitu tahap pertama menganalisis perubahan intensitas energi pada 46 negara bagian dengan menggunakan metodologi *fisher's ideal index*. Kedua, dengan menggunakan metode ekonometrika mengidentifikasi faktor yang memengaruhi intensitas energi. Hasil studi tahap kedua menyimpulkan bahwa harga energi dan pendapatan per kapita berpengaruh negatif terhadap intensitas energi, sementara populasi memiliki hubungan positif terhadap intensitas energi. Studi serupa yang dilakukan di beberapa negara juga dilakukan oleh Mahmood dan Ahmad (2018) yang menganalisis hubungan intensitas energi dan pertumbuhan energi di 19 negara. Hasilnya ialah terdapat hubungan negatif antara pertumbuhan populasi pada intensitas energi dan harga energi memiliki pengaruh negatif terhadap intensitas energi.

Selanjutnya, Oseni (2011) telah melakukan penelitian terhadap faktor-faktor yang memengaruhi intensitas energi di 16 negara-negara OECD pada periode 1975 hingga 2007 menggunakan metode Indeks Ideal Fisher dan analisis ekonometrika data panel dinamis. Hasil studinya menunjukkan bahwa terjadi penurunan intensitas energi dalam jangka panjang 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. Filipovi, Verbi, dan Radovanovi (2015) mempelajari determinan intensitas energi di 28 negara anggota Uni Eropa (UE-28) pada periode 1990-2012. Variabel yang digunakan adalah PDB per kapita, harga energi, konsumsi energi per kapita, pertumbuhan konsumsi domestik bruto dan pajak energi. Hasil penelitian menemukan bahwa harga energi, pajak energi dan PDB per kapita berpengaruh negatif terhadap intensitas energi, sedangkan konsumsi energi per kapita dan pertumbuhan konsumsi domestik bruto berpengaruh positif terhadap intensitas energi. Deichmann dkk. (2018) melakukan penelitian untuk menguji hubungan antara intensitas energi dan pertumbuhan ekonomi di 137 negara dengan periode penelitian 1990-2014, yang hasilnya mengkonfirmasi korelasi negatif antara PDB per kapita dan intensitas energi.

Studi terkait determinan intensitas energi juga dilakukan oleh Thaler (2011) yang menganalisis beberapa faktor, seperti faktor geografis, industri, dan demografi. Metode yang digunakan dalam studi ini ialah regresi linear berganda dengan menggunakan data *cross section* pada tahun 2006 yang mencakup 160 negara. Hasil penelitian ini 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. Studi serupa juga dilakukan oleh Ibrahim (2011) yang menganalisis keterkaitan antara konsumsi energi, pendapatan riil, dan harga energi di Arab Saudi dengan menggunakan data tahunan untuk periode waktu 1982 hingga 2007. Adapun metode analisis yang digunakan ialah 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. Sementara itu, 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. Bekhet dan Othman (2011) melakukan penelitian hubungan kausal antara konsumsi listrik, indeks harga konsumen, total pengeluaran konsumen, PDB, dan *foreign direct investment* (FDI) di Malaysia. Metode yang digunakan adalah *vector error correction model* (VECM) yang hasilnya menunjukkan bahwa dalam jangka panjang, hubungan kausalitas konsumsi listrik terhadap FDI, pertumbuhan PDB dan inasi (Indeks Harga Konsumen) adalah signifikan.

Salah satu studi terkait determinan intensitas energi di Indonesia dilakukan oleh Kartiasih, Fitri et al (2012). Adapun analisis ini menggunakan metode *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. Selain itu, Azaliah dan Hartono (2020) juga melakukan analisis pengaruh PDRB per kapita, keterbukaan perdagangan, proporsi sektor industri, kepadatan penduduk, dan FDI per kapita terhadap intensitas energi di Indonesia. Analisis ini menggunakan data panel untuk menganalisis pengaruh dari variabel-variabel tersebut terhadap intensitas energi pada 33 provinsi di Indonesia sepanjang tahun 2008-2015. Studi ini menemukan bahwa intensitas energi pada level provinsi di Indonesia sangat ditentukan oleh aktivitas ekonomi daerah.

### 3. Metodologi Penelitian

Studi ini menggunakan analisis ekonometrika untuk mengetahui pengaruh dari faktor-faktor ekonomi terhadap intensitas energi di Indonesia pada periode 2000-2020. Adapun analisis ekonometrika yang digunakan ialah *time series VAR/VECM*. Penggunaan metode VAR/VECM dikarenakan yaitu, pertama data konsumsi energi di Indonesia lingkungnya masih nasional dan belum didisagregasi ke lingkup daerah/provinsi sehingga data panel tidak mungkin digunakan. Kedua, metode regresi linear atau *ordinary least square* (OLS) tidak digunakan dalam analisis ini karena data *time series* yang digunakan tidak stationer pada tingkat level sementara metode OLS mensyaratkan data harus stationer (Kartiasih, et al).

Dalam melihat hubungan faktor-faktor ekonomi terhadap intensitas energi digunakan beberapa variabel. Variabel ekonomi yang digunakan yaitu (1) harga energi (PE); (2) pendapatan per kapita (PK); (3) penanaman modal asing (PMA) atau *foreign direct investment* (FDI), dan (4) keterbukaan perdagangan atau *trade openness* (TO). Variabel-variabel tersebut dipilih untuk membuktikan teori-teori dari penelitian sebelumnya yang menyatakan terdapat hubungan variabel tersebut terhadap intensitas energi sebagaimana disampaikan pada bagian tinjauan teori. Pada studi ini akan menjawab bagaimana hubungan variabel ekonomi tersebut terhadap intensitas energi di Indonesia pada periode 2000-2020. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yang bersumber dari International Monetary Fund (IMF), Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM), BP Statistics Review, Kementerian SDM dan Bappenas. Data yang dikumpulkan berupa data tahunan dari 2000 hingga 2020. Program aplikasi yang digunakan dalam tahap pengolahan data adalah EViews 9.

Berikut beberapa tahapan yang perlu dilakukan sebelum melakukan estimasi model ekonometrika dengan data time series:

1. Uji stasioneritas dengan cara menerapkan uji akar unit (*Unit Root Test*), dimulai dari tingkat level, *first difference*, dan seterusnya,
2. Setelah lolos tahap uji stasioneritas, selanjutnya penentuan *lag* optimal menggunakan beberapa kriteria, yaitu *Schwarz Information Criterion* (SIC), *Akaike Information Criterion* (AIC), *Hannan-Quinn Information Criterion* (HQ), dan *Final Prediction Error* (FPE)
3. Pengecekan stabilitas menggunakan *AR Roots Table*
4. Uji kointegrasi dengan menerapkan uji kointegrasi *Johansen*. Apabila terdapat kointegrasi, maka data dapat diolah menggunakan metode analisis VECM, lalu diperoleh model persamaan kointeragasi
5. Tahap selanjutnya adalah melakukan uji kausalitas dengan menerapkan (Basuki, 2018);
  - a. Uji kausalitas Granger (*Granger Causality Test*) dilakukan untuk melihat apakah dua variabel memiliki hubungan timbal balik atau tidak.
  - b. *Impulse Response Function* (IRF) bertujuan untuk menganalisis efek dinamis dari suatu model dalam menanggapi guncangan tertentu serta bagaimana efeknya di antara variabel lainnya
  - c. *Forecast Error Variance Decomposition* (FEVD) untuk melihat besarnya kontribusi pengaruh masing-masing variabel melalui perkiraan *varians error*. Dekomposisi varians dapat diterapkan untuk menganalisis pengaruh pembaruan setiap variabel terhadap variabel lain, yang menunjukkan efek relatif.

Dari hasil uji di atas, bila terdapat data yang tidak stasioner yang diketahui memiliki hubungan kointegrasi, dengan kata lain VECM digunakan dalam penelitian ini. VECM itu sendiri dapat dikatakan sebagai bentuk VAR yang terestriksi. Pada umumnya, model VECM dengan panjang *lag*  $p - 1$  dapat diformulasikan sebagai berikut (Hutabarat, 2017; Saputra, 2021).

$$\Delta y_t = \alpha \epsilon_t - 1 + \beta_1 \Delta y_{t-1} + \beta_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \beta_p \Delta y_{t-p} + 1 + \epsilon_t$$

dimana:

$\Delta y_t$  = vektor turunan pertama variabel dependen (IE, PE, PK, PMA, TO)

IE = intensitas energi yang diukur dari total konsumsi energi dibagi dengan PDB (BOE/Ribu USD)

PE = Harga Energi, dalam hal ini harga minyak mentah Indonesia (USD/Barel)

PK = Pendapatan per Kapita (USD/Kapita)

PMA = Penanaman Modal Asing (Ribu USD)

TO = *Trade Openness*, yang dihitung dari rasio total volume perdagangan internasional (impor dan ekspor) terhadap Produk Domestik Bruto (PDB).

$\Delta y_{t-1}$  = vektor turunan pertama variabel dependen dengan *lag* ke-1

$\varepsilon t - 1$  = error yang diperoleh dari persamaan regresi antara Y dan X pada lag ke-1 dan disebut juga ECT (*Error Correction Term*)

$\varepsilon t$  = vektor residual

$\alpha$  = matriks koefisien kointegrasi

$\beta t$  = matriks koefisien variabel dependen ke- $i$ , dimana  $i=1,2,\dots,p$

#### 4. Hasil Analisis dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan analisis *Vector Error Correction Model* (VECM) dalam melihat hubungan harga energi, keterbukaan perdagangan, pendapatan per kapita dan penanaman modal asing terhadap intensitas energi. Analisis VECM sebagai salah satu jenis metode analisis inferensia, diawali dengan melakukan uji akar unit (*Unit Root Test*), yang bertujuan untuk melihat apakah data yang digunakan stasioner atau tidak, dan dimana tingkat stasionernya (*level, first difference* atau *second difference*). Hal ini dilakukan karena salah satu syarat untuk menerapkan analisis VECM adalah data yang digunakan harus stasioner. Dalam penelitian ini menggunakan uji *Levin, Lin & Chu* dengan hipotesis nolnya adalah data memiliki akar unit (tidak stasioner). Hasil pengolahan seperti yang ditampilkan pada Tabel 1, menunjukkan nilai Prob. kurang dari nilai signifikan 5%, yang menunjukkan bahwa kelima sekuens tersebut stasioner.

**Tabel 1. Output Uji Akar Unit Pada Tingkat *First Difference***

<i>Method</i>	<i>Statistic</i>	<i>Prob.**</i>	<i>Cross-sections</i>	<i>Obs</i>
Levin, Lin & Chu t*	-4.92650	0.0000	5	91

*Sumber: Hasil olah data*

Setelah dilakukan pengujian stasioneritas, maka langkah selanjutnya adalah menentukan lag optimal. Hasil pengolahan menunjukkan nilai dari beberapa kriteria (LR, FPE, AIC dan HQ) yang menentukan lag 1 sebagai lag optimum dalam penelitian ini. Sebelum masuk pada tahapan analisis yang lebih jauh, hasil estimasi sistem persamaan VAR yang telah terbentuk perlu diuji stabilitasnya melalui VAR stability condition check. Pengujian ini perlu dilakukan karena jika hasil estimasi stabilitas VAR tidak stabil maka analisis Impulse Response Function (IRF) dan Forecast Error Variance Decomposition (FEVD) menjadi tidak valid. Hasil output AR Roots Table menunjukkan bahwa model tersebut sudah stabil, yang dilihat dari peroleh nilai modulus kurang dari 1. Berdasarkan hasil uji kestabilan tersebut, maka selanjutnya dapat dilakukan uji kointegrasi, yang akan menentukan metode analisis yang akan digunakan. Jika terdapat kointegrasi maka analisis yang digunakan ialah VECM, sedangkan jika kebalikannya maka akan digunakan analisis VAR. Berdasarkan hasil pengolahan pada Tabel 2, didapatkan kesimpulan bahwa terdapat kointegrasi di tingkat alpha 5%, sehingga analisis dilanjutkan dengan metode VECM.

**Tabel 2. Hasil Uji Kointegrasi Johansen**

<i>Hypothesized</i>		<i>Trace</i>	<i>0.05</i>	
<i>No. of CE(s)</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Statistic</i>	<i>Critical Value</i>	<i>Prob.**</i>
None *	0.892548	117.9313	69.81889	0.0000
At most 1 *	0.863364	77.77847	47.85613	0.0000
At most 2 *	0.738077	41.95065	29.79707	0.0013
At most 3 *	0.562015	17.83598	15.49471	0.0218
At most 4	0.152375	2.975711	3.841466	0.0845

*Trace test indicates 4 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level*

Sumber: Hasil olah data

Hasil pengolahan menunjukkan tidak terdapat autokorelasi sisaan pada model, sehingga model sudah dikatakan layak. Dalam jangka pendek maupun jangka panjang, terlihat pengaruh indikator pendapatan per kapita, harga energi, penanaman modal asing dan keterbukaan perdagangan terhadap intensitas energi (Tabel 3 dan Tabel 4). Berdasarkan Tabel 3 dan 4, terlihat bahwa pendapatan per kapita memiliki hubungan yang negatif terhadap intensitas energi baik jangka pendek maupun jangka panjang. Hasil ini menjelaskan bahwa dengan adanya peningkatan pendapatan per kapita, maka terjadi peningkatan kesadaran masyarakat akan penggunaan energi yang lebih efisien juga terjadi. Hal ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Azaliah (2020) bahwa setiap peningkatan PDRB per kapita sebanyak 1%, maka diperkirakan akan menurunkan intensitas energi sebanyak 0,3298%. Lebih lanjut, temuan ini juga sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Filipovic et al.,(2015) bahwa terjadi penurunan intensitas energi Ketika adanya peningkatan pendapatan di negara-negara Uni Eropa.

Harga energi berdampak positif terhadap intensitas energi, dimana kenaikan 1 persen harga minyak mentah akan meningkatkan kenaikan intensitas energi sebesar 0,1 poin. Kondisi ini menunjukkan penggunaan energi fosil di Indonesia tetap tinggi meskipun terjadi peningkatan harga minyak mentah. Hal ini dikarenakan masih terdapat subsidi baik subsidi BBM maupun listrik yang harganya masih ditetapkan oleh pemerintah. Akibatnya, kebijakan diversifikasi energi tidak memenuhi sasaran secara optimal dan juga kecenderungan masyarakat yang boros dalam menggunakan energi karena harganya yang relatif murah seperti premium dan *pertalite*. Sementara itu studi yang dilakukan oleh Thaler (2011) menghasilkan bahwa kenaikan harga dari bahan bakar akan mendorong masyarakat untuk memilik moda transportasi alternatif yang lebih hemat energi sehingga terjadi efisiensi energi. Begitu juga hasil penelitian yang dilakukan oleh Adom (2015) bahwa kenaikan harga minyak akan mengurangi konsumsi energi pada beberapa kelompok masyarakat berpenghasilan rendah. Namun, untuk kelompok masyarakat berpenghasilan menengah ke atas akan menginvestasikan biaya tersebut pada barang yang lebih hemat energi.

Selanjutnya dari hasil analisis dengan menggunakan model VECM diketahui bahwa arah hubungan penanaman modal asing terhadap intensitas energi ialah positif. Hal ini menandakan bahwa investasi yang masuk ke Indonesia masih bersifat intensif dalam penggunaan energi sehingga mengakibatkan intensitas energi semakin meningkat. Hal ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Polat (2018) bahwa intensitas energi pada negara berkembang cenderung memiliki hubungan positif dengan PMA, sedangkan untuk negara maju memberikan hasil estimasi yang bernilai negatif. Sejalan dengan hipotesis "*pollution*

haven” yang diperkenalkan oleh Walter dan Ugelow (1979) bahwa PMA yang diberikan ke suatu negara akan mengakibatkan polusi.

**Tabel 3. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Intensitas Energi dalam Jangka Pendek Berdasarkan Hasil Model VECM**

Variabel	Koefisien	t-statistik
Cointeq1	-0.225180	[-1.09076]
D(IE(-1))	-0.103965	[-0.36476]
D(LOG(PK(-1)))	-0.196790	[-0.59418]
D(LOG(PE(-1)))	0.102326	[ 0.74979]
D(LOG(PMA(-1)))	0.012172	[ 0.18146]
D(LOG(TO(-1)))	-0.305209	[-1.01246]
R2	: 0,487242	
F-Statistics	: 1,742	

Sumber: Hasil olah data

Hasil penelitian ini menemukan bahwa korelasi antara keterbukaan perdagangan terhadap intensitas energi ialah negatif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat keterbukaan perdagangan maka semakin rendah intensitas energi. Dimana, dapat dikatakan bahwa di Indonesia sudah ada dorongan dalam penyediaan barang ekspor impor untuk kegiatan industri yang lebih hemat energi. Hal ini sejalan dengan penelitian Pan *et al.* (2019) yang menyimpulkan bahwa di negara Bangladesh diketahui bahwa kegiatan impor mesin khususnya mesin-mesin modern dan hemat energi mengalami peningkatan sehingga mengakibatkan terjadi penghematan energi.

**Tabel 4. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Intensitas Energi dalam Jangka Panjang Berdasarkan Hasil Model VECM**

Variabel	Koefisien	t-statistik
D(LOG(PK(-1)))	-1.932133	[-6.58749]
D(LOG(PE(-1)))	0.699309	[ 5.32737]
D(LOG(PMA(-1)))	0.555214	[ 9.74660]
D(LOG(TO(-1)))	-2.324710	[-6.29386]

Sumber: Hasil olah data

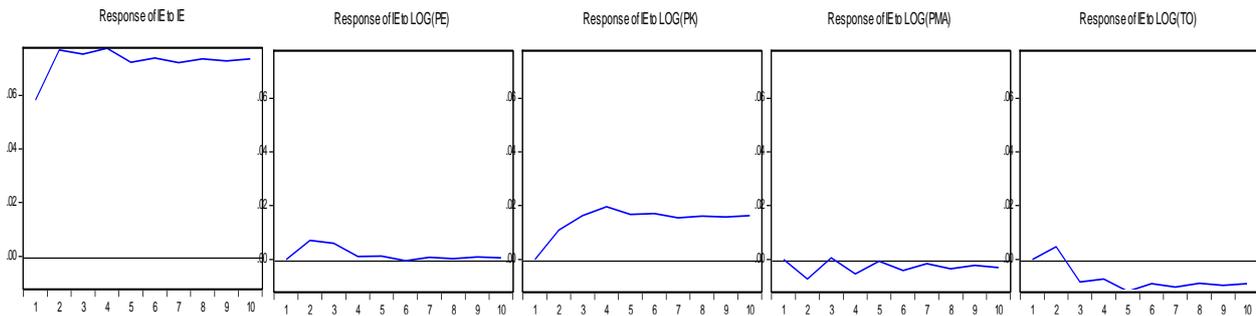
Tahapan analisis selanjutnya ialah mengetahui bagaimana respon dari intensitas energi bila terjadi gangguan atau *shocks* pada variabel ekonomi seperti pendapatan per kapita, harga energi, penanaman modal asing dan keterbukaan perdagangan dengan menggunakan *Impulse Response Function*. untuk memudahkan interpretasi, hasil analisis disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4 dalam 10 periode.

1. Respon intensitas terhadap guncangan diri sendiri pada periode pertama cukup besar hingga periode 4, namun setelahnya hingga periode 10 respon terhadap guncangan mengalami penurunan. Ini berarti setelah periode 4 reaksi intensitas energi terhadap guncangan diri sendiri cenderung menjadi lemah.
2. Respon intensitas energi terhadap guncangan harga energi tidak terlalu besar, sempat meningkat pada periode 2, namun hingga periode 10 terhadap guncangan harga energi mengalami penurunan. Ini berarti guncangan harga energi terhadap intensitas energi cenderung lemah dan terjadi hanya dalam jangka pendek saja.
3. Guncangan variabel pendapatan per kapita terhadap intensitas energi meningkat cepat pada periode kedua dan mencapai puncak tertinggi pada periode keempat. Kemudian respon intensitas energi mulai menurun dalam periode kelima, dan setelah itu guncangan cenderung konstan. Ini menunjukkan bahwa guncangan harga energi

memiliki efek pengaruhi jangka pendek pada fluktuasi IMP, dan efek ini cenderung meningkat lambat dalam jangka panjang.

4. Respon intensitas energi terhadap guncangan penanaman modal asing bernilai negatif dan cenderung fluktuatif. Ini artinya jika terjadi guncangan 1 standar deviasi dari penanaman modal asing maka penanaman modal asing akan bereaksi negatif terhadap tingkat inflasi. Namun pada periode 7 mengalami peningkatan nilai dan cenderung stabil. Hal ini berarti respon intensitas energi terhadap guncangan tingkat PMA cenderung berkurang dari periode 7 hingga periode 10.
5. Respon intensitas energi terhadap guncangan keterbukaan perdagangan cenderung bernilai negatif. Ini artinya jika terjadi guncangan 1 standar deviasi dari keterbukaan perdagangan maka intensitas energi akan bereaksi negatif. Pada periode keempat guncangan keterbukaan perdagangan terhadap intensitas energi cenderung melemah.

**Gambar 4. Respons Intensitas Energi terhadap Shock dari Intensitas Energi, Harga Energi, Pendapatan per Kapita, Penanaman Modal Asing dan Keterbukaan Perdagangan**



Sumber: Hasil olah data

Analisis selanjutnya adalah dengan melihat *variance decomposition*, seperti yang tertera pada Tabel 5. Tabel 5 menampilkan nilai *variance decomposition* selama 10 periode untuk variabel intensitas energi. *Variance decomposition* bertujuan untuk menyusun *forecast error variance* suatu variabel, yaitu seberapa besar perbedaan antara varian sebelum dan sesudah guncangan, baik guncangan yang berasal dari variabel sendiri maupun guncangan dari variabel lainnya. Adapun prosedur *variance decomposition* yaitu dengan mengukur persentase guncangan atas masing-masing variabel. Analisis *variance decomposition* pada tabel 5 menyatakan bahwa dalam jangka pendek, yaitu pada periode 2 guncangan terhadap dirinya sendiri mengakibatkan 97,40 persen fluktuasi dalam intensitas energi, guncangan pada harga energi mengakibatkan 0,52 persen fluktuasi dalam intensitas energi, guncangan pada pendapatan per kapita mengakibatkan 1,24 fluktuasi dalam intensitas energi, guncangan pada penanaman modal asing mengakibatkan 0,57 persen fluktuasi dalam intensitas energi, dan guncangan keterbukaan perdagangan mengakibatkan 0,22 persen fluktuasi dalam intensitas energi.

Di lain pihak dalam jangka panjang yaitu pada periode 10 guncangan terhadap dirinya sendiri mengakibatkan semakin lemah fluktuasi dalam intensitas energi, sementara itu guncangan terhadap variabel lainnya yaitu harga energi, pendapatan per kapita, penanaman modal asing dan keterbukaan perdagangan mengakibatkan fluktuasi semakin meningkat pada intensitas energi. Pada periode ke-10, guncangan intensitas energi terhadap variabel sendiri sebesar 94,1 persen sementara itu 5,9 persen lainnya disumbang variabel lainnya.

**Tabel 5. Variance Decomposition Variabel Intensitas Energi**

Periode	S.E.	Intensitas Energi	Harga energi (PE)	Pendapatan per Kapita (PK)	PMA	Keterbukaan Perdagangan (TO)
1	0,058272	100,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,097694	97,43898	0,524285	1,241128	0,571557	0,224053
3	0,124868	96,04986	0,547523	2,448771	0,352051	0,601794
4	0,148525	95,08179	0,391906	3,474444	0,383410	0,668448
5	0,166441	94,55663	0,317211	3,780786	0,306766	1,038611
6	0,183193	94,35019	0,262490	3,982180	0,304384	1,100758
7	0,197770	94,25420	0,226745	4,030641	0,268305	1,220106
8	0,211861	94,20735	0,197727	4,095174	0,260637	1,239115
9	0,224808	94,16540	0,177148	4,128181	0,241135	1,288139
10	0,237280	94,13037	0,159480	4,171945	0,233520	1,304685

Sumber: Hasil olah data

## 5. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis determinan intensitas energi yang telah dilakukan, maka dalam studi dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Intensitas energi di Indonesia masih mengalami peningkatan dan menghasilkan emisi yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan penggunaan dan suplai energi di Indonesia hingga saat ini masih didominasi oleh energi fosil, dimana penggunaan energi fosil yang intensif akan menyebabkan peningkatan polutan di atmosfer global dan hal ini akan mengancam kerusakan lingkungan yang parah pada lapisan ozon, ini mengakibatkan terjadinya pemanasan global. Berdasarkan beberapa studi terdahulu terdapat beberapa faktor yang memengaruhi intensitas energi yaitu pendapatan per kapita, harga energi, penanaman modal asing dan keterbukaan perdagangan
2. Pendapatan per kapita memiliki hubungan yang negatif terhadap intensitas energi baik jangka pendek maupun jangka panjang. Hasil ini menandakan bahwa dengan adanya peningkatan pendapatan per kapita, maka terjadi peningkatan kesadaran masyarakat akan penggunaan energi yang lebih efisien juga terjadi
3. Harga energi berdampak positif terhadap intensitas energi, dimana kenaikan 1 persen harga minyak mentah akan meningkatkan kenaikan intensitas energi sebesar 0,1 poin. Kondisi ini menunjukkan penggunaan energi fosil di Indonesia tetap tinggi meskipun terjadi peningkatan harga minyak mentah. Hal ini dikarenakan masih terdapat subsidi baik subsidi BBM maupun listrik yang harganya masih ditetapkan oleh pemerintah. Akibatnya, kebijakan diversifikasi energi tidak memenuhi sasaran secara optimal dan juga kecenderungan masyarakat yang boros dalam menggunakan energi karena harganya yang relatif murah seperti premium dan pertalite.

4. Arah hubungan penanaman modal asing terhadap intensitas energi ialah positif. Hal ini menandakan bahwa investasi yang masuk ke Indonesia masih bersifat intensif dalam penggunaan energi sehingga mengakibatkan intensitas energi semakin meningkat.
5. Korelasi antara keterbukaan perdagangan terhadap intensitas energi ialah negatif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat keterbukaan perdagangan maka semakin rendah intensitas energi. Dimana, dapat dikatakan bahwa di Indonesia sudah ada dorongan dalam penyediaan barang ekspor impor untuk kegiatan industri yang lebih hemat energi.
6. Respon dari intensitas energi bila terjadi gangguan atau *shocks* pada variabel ekonomi seperti pendapatan per kapita, harga energi, penanaman modal asing dan keterbukaan perdagangan cenderung besar di awal periode yaitu periode 3 atau 4 lalu selanjutnya guncangan tersebut melemah dan cenderung stabil hingga periode 10
7. Analisis *Variance Decomposition* menunjukkan bahwa dalam jangka pendek, yaitu pada periode 2 guncangan terhadap dirinya sendiri mengakibatkan 97,40 persen fluktuasi dalam intensitas energi dan sisanya diakibatkan oleh determinan lain. Namun pada periode ke-10, guncangan intensitas energi terhadap variabel sendiri sebesar 94,1 persen sementara itu 5,9 persen lainnya disumbang variabel lainnya.

## 5.2. Saran

Beberapa rekomendasi yang dapat disampaikan ialah pertama, Pemerintah harus berkomitmen dalam menjalankan kebijakan penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan atau mendorong pemanfaatan energi baru dan terbarukan (EBT). Saat ini DPR telah Menyusun Rancangan Undang-Undang Energi Baru dan Terbarukan yang menjadi payung hukum yang terintegrasi dalam mendorong pengembangan dan pemanfaatan EBT di Indonesia. Dengan demikian, RUU ini harus segera disahkan dan dapat mengakomodasi peningkatan pengembangan EBT.

Kedua, Keterlibatan peran pemerintah daerah dalam menyusun program kebijakan energi tidak kalah pentingnya dengan pemerintah pusat. Sebagaimana diketahui bahwa sektor industri dan transportasi merupakan sektor yang menyumbang intensitas energi yang tinggi, untuk itu diperlukan peran dari pemerintah daerah dalam mendorong penggunaan produk dengan teknologi yang lebih hemat energi dan ramah lingkungan didaerahnya. Ketiga, pemerintah perlu memperhatikan mekanisme pemberian subsidi energi, yang selama ini masih berbasis produk dapat dialihkan langsung kepada penerima manfaat agar lebih tepat sasaran. Hal ini diperlukan agar biaya yang cukup tinggi dikeluarkan pemerintah untuk subsidi energi dapat mulai dialihkan pada pengembangan energi yang lebih ramah lingkungan.

Keempat, dalam meningkatkan investasi, pemerintah perlu mempromosikan investasi pada sektor-sektor jasa yang penggunaan energinya kurang intensif seperti sektor pariwisata. Untuk investasi pada sektor industri yang masuk ke Indonesia dan masih menggunakan energi besar maka sebaiknya Pemerintah harus menurunkan batas akses eksploitasi terhadap lingkungan dan menerapkan mekanisme pembayaran kompensasi atas emisi yang dihasilkan, salah satunya dengan menerapkan pajak karbon. Terakhir, diharapkan pemerintah lebih memahami tren konsumsi energi dan determinan yang memengaruhinya sehingga dapat lebih tepat guna dalam menyusun langkah-langkah kebijakan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi energi.

## Daftar Pustaka

- Adom, P. (2015) 'Determinants of energy intensity in South Africa: testing for structural effects in parameters', *Energy*, Vol. 89, No. 1, pp.334–346.
- Adom, P. and Kwakwa, P. (2014) 'Effects of changing trade structure and technical characteristics of the manufacturing sector on energy intensity in Ghana', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 35, No. 1, pp.475–483.
- Adom, P. and Kwakwa, P. (2014) 'Effects of changing trade structure and technical characteristics of the manufacturing sector on energy intensity in Ghana', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 35, No. 1, pp.475–483.
- Akal, M. (2016) 'Modeling of energy intensity in Turkey', *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, Vol. 11, No. 9, pp.807–814.
- Alam, M.S. and Paramati, S.R. (2015) 'Do oil consumption and economic growth intensify environmental degradation? Evidence from developing economies', *Applied Economics*, Vol. 47, No. 48, pp.5186–5203.
- Azaliah, Rhisa dan Djoni Hartono. (2020). *Determinan Intensitas Energi di Indonesia: Analisis Data Panel*. Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Vol 28 No 1, 2020
- Bernstein, M., Fonkych, K., Loeb, S., & Loughran, D. (2003). *State-Level Changes in Energy Intensity and Their National Implications* (1st ed.). RAND Corporation. <http://www.jstor.org/stable/10.7249/mr1616doe>
- Bernardini, O. and Galli, R. (1993). *Dematerialization: Long Term Trends in the Intensity of Use of Materials and Energy*. *Futures*, 25, 431–448.
- 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>
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Proyeksi Penduduk Indonesia 2015-2045*. Hasil Supas 2015
- Birol, F. and Keppler, J. (2000) 'Prices, technology development and the rebound effect', *Energy Policy*, Vol. 28, Nos. 6–7, pp.457–469.
- Basuki, Tri Agus. (2018). *Aplikasi VECM dalam Ekonomi*. Diakses dari <https://ekonometrikblog.files.wordpress.com/2018/05/aplikasi-vecm-dalam-riset1.pdf>
- BP Statistics. 2020. *Statistical Review of World Energy*. Diakses dari <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- Cole, M. (2006) 'Does trade liberalization increase national energy use?', *Economics Letters*, Vol. 92, No. 1, pp.108–112.
- Chima, C., & Hills, D. (2007). Intensity Of Energy Use In The U.S.A.: 1949 - 2003, 5(11), 17–30.
- Deichmann, U., Reuter, A., Vollmer, S., & Zhang, F. (2018). Relationship between Energy Intensity and Economic Growth New Evidence from a Multi - Country Multi - Sector Data Set. *World Bank Working Papers*, (January). <https://doi.org/doi:10.1596/1813-9450-8322>

- Fisher-Vanden, K., Hu, Y., Jefferson, G., Rock, M., & Toman, M. (2016). Factors Influencing Energy Intensity in Four Chinese Industries. *The Energy Journal*, 37, 153–178. <http://www.jstor.org/stable/26294090>
- Fitriyanto, Fajar., Iskandar, D. (2019). *An Analysis on Determinants of Energy Intensity in ASEAN Countries*. *Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan*, 11 (1), 90 – 103
- Filipovi, S., Verbi, M., & Radovanovi, M. (2015). Determinants of energy intensity in the European Union: A panel data analysis. *Energy*, 92, 547–555. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.07.011>
- Hübler, M. (2011) 'Technology diffusion under contraction and convergence: a CGE analysis of China', *Energy Economics*, Vol. 33, No. 1, pp.131–142.
- Hübler, M. and Keller, A. (2010) 'Energy savings via FDI? Empirical evidence from developing countries', *Environment and Development Economics*, Vol. 15, No. 1, pp.59–80.
- Hutabarat, M. (2017). *Pemodelan Hubungan Antara IHSG, Nilai Tukar Dolar Amerika Serikat Terhadap Rupiah (Kurs) dan Inflasi dengan Vector Error Correction Model (VECM)*. Skripsi Universitas Pendidikan Indonesia.
- 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).
- International Monetary Fund. 2022. *Gross Domestic Products per Capita at Constant Price*. Diakses dari <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2021/October/select-subjects?c=536>,
- Kartiasih, Fitri, Yusman Syaukat, Lukytawati Anggraeni. (2012). Determinan Intensitas Energi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia* Vol. 12 No. 2, Januari 2012: 192-2012 ISSN 1411-5212
- Kementerian ESDM. 2022. *Handbook Of Energy & Economic Statistics Of Indonesia 2005-2020*. Diakses dari <https://www.esdm.go.id/en/publication/handbook-of-energy-economic-statistics-of-indonesia-heesi>
- Lin, B. and Moubarak, M. (2014) 'Estimation of energy saving potential in China's paper industry', *Energy*, Vol. 65, No. 1, pp.182–189.
- Lai, M., Peng, S. and Bao, Q. (2006) 'Technology spillovers, absorptive capacity and economic growth', *China Economic Review*, Vol. 17, No. 3, pp.300–320.
- Stern, D. (2004). Energy Growth and Energy. *Encyclopedia of Energy*, 2, 35–51. [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(93\)90033-N](https://doi.org/10.1016/0140-9883(93)90033-N)
- Malik, Afia. (2019). "Dynamics and Determinants of Energy Intensity : Evidence from Pakistan". Munich Personal RePEc Archive (MPRA) Paper No 103456,
- Mahmood, T., & Ahmad, E. (2018). The relationship of energy intensity with economic growth:Evidence for European economies. *Energy Strategy Reviews*, 20, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.02.002>
- Mielnik, O., & Goldemberg, J. (2002). Foreign direct investment and decoupling between energy and gross domestic product in developing countries. *Energy Policy*, 30(2), 87–89. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00080-5](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00080-5)

- Metcalf, G. E. (2008). An Empirical Analysis of Energy Intensity and Its Determinants at the State Level. *The Energy Journal*, 29(3), 1–26. <http://www.jstor.org/stable/41323167>
- 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.
- Ortiz, D., & Sollinger, J. (2003). Energy Intensity And Energy Efficiency. In *E-Vision 2002, Shaping Our Future by Reducing Energy Intensity in the U.S. Economy, Volume I: Proceedings of the Conference* (1st ed., pp. 3–10). RAND Corporation. <http://www.jstor.org/stable/10.7249/cf184doe.9>
- Oseni, M. O. (2011). Analysis of Energy intensity and Its Determinants in 16 OECD Countries. *The Journal of Energy and Development* Paramati, S.R., Ummalla, M. and Apergis, N. (2016) 'The effect of foreign direct investment and stock market growth on clean energy use across a panel of emerging market economies', *Energy Economics*, Vol. 56, No. 1, pp.29–41
- 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.
- 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.
- Rudenko, D. and Raschetova, A. (2018) 'Determinants of energy intensity in Russia', *Int. J Public Policy*, Vol. 14, Nos. 1/2, pp.50–63.
- Suisui Chen, Hongyan Zhang, Shuhong Wang, Trade openness, economic growth, and energy intensity in China, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 179, 2022, 121608, ISSN 0040-1625, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121608>.
- Saputra, Dio dan Afifah Sukmawati. (2021). Pendekatan Analisis *Vector Error Corretion Model* (VECM) Dalam Hubungan Pertumbuhan Ekonomi Dan Sektor Pariwisata. *Seminar Nasional Official Statistics 2021*
- Sadorsky, P. (2013). Do Urbanization and Industrialization Affect Energy Intensity in Developing Countries? *Energy Economics*, 37, 52-59.
- 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>
- Tradingeconomics. 2022. *WTI Crude oil Price*. Diakses dari <https://tradingeconomics.com/commodity/crude-oil>
- Walter, I., Ugelow, J.L. (1979). Environmental policies in developing countries. *P. 102-109*.