

Analisis Pemetaan Potensi dan Realisasi Energi Baru Terbarukan (EBT) dengan Pemodelan Determinan Konsumsi dan Metode *Grouping Analysis* EBT di Indonesia

Reinhard Jordan Sianipar¹, Ralditiya Rifki Januar¹, Stevay David Christian Silalahi¹

¹Program Studi Sarjana Terapan Pembangunan Ekonomi Kewilayahan; Universitas Gadjah Mada, Indonesia;

Email : Reinhardjordansianipar2003@mail.ugm.ac.id (R.J.S), ralditayarifkijanuar2804@mail.ugm.ac.id (R.R.J), stevaydavidchristiansilalahi@mail.ugm.ac.id (S.D.C.S);

Abstrak : Indonesia merupakan negara yang menyimpan potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) yang sangat besar, terutama dalam rangka memenuhi kebutuhan energi nasional. Akan tetapi, pemanfaatan dari EBT di Indonesia masih tergolong sangat kecil apabila dibandingkan dengan jenis energi lain. Sumber energi utama Indonesia selama 10 tahun terakhir didominasi oleh sumber energi fosil dengan persentase sekitar 92%, sedangkan sisanya sebesar 8% baru dimanfaatkan dari EBT. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan pemetaan realisasi dan potensi dari sumber EBT di setiap daerah di Indonesia, serta melakukan pemodelan terhadap determinan dalam penggunaan EBT di Indonesia. Analisis ini menggunakan metode pemetaan *Grouping Analysis* untuk melihat pengelompokan realisasi dan potensi EBT serta metode VAR dalam menganalisis hubungan antara persentase konsumsi EBT di Indonesia terhadap produksi minyak mentah serta rata-rata penggunaan listrik per kapita. Hasil analisis menunjukkan persebaran dari potensi EBT yang sangat besar di Indonesia belum sejalan dengan realisasi dari pemanfaatannya. Hasil ini juga menunjukkan adanya pengaruh negatif dari produksi minyak bumi, baik secara jangka panjang, maupun secara jangka pendek terhadap konsumsi EBT. Sedangkan, penggunaan listrik per kapita menunjukkan adanya pengaruh positif, baik secara jangka panjang, maupun secara jangka pendek terhadap konsumsi EBT di Indonesia. Hasil analisis ini diharapkan menjadi acuan dalam pemanfaatan EBT dalam lingkup spasial, terutama yang merujuk pada kebijakan Rencana Umum Energi Daerah (RUED), serta melihat faktor yang mempengaruhi konsumsi EBT di Indonesia.

Kata Kunci : Energi Baru Terbarukan, *Grouping Analysis*, VAR

Abstract : Indonesia is a country that holds enormous potential for Renewable Energy (RE), especially in order to meet national energy needs. However, the utilization of RE in Indonesia is still relatively

Jurnal Energi Baru & Terbarukan, 2024, Vol. 5, No. 4, pp 30 – 49

Received : 29 Mei 2024

Accepted : 5 Juni 2024

Published : 31 Juli 2024



Copyright: © 2022 by the authors. [Jurnal EBT](#) (p-ISSN: [2809-5456](#) and e-ISSN: [2722-6719](#)) published by Master Program of Energy, School of Postgraduate Studies. This article is an open access article distributed under the terms and condition of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#) (CC BY-SA 4.0).

small when compared to other types of energy. Indonesia's main energy source for the last 10 years has been dominated by fossil energy sources with a percentage of around 92%, while the remaining 8% has only been utilized from RE. The purpose of this study is to map the realization and potential of RE sources in each region in Indonesia, as well as model the determinants in the use of RE in Indonesia. This analysis uses the Grouping Analysis mapping method to see the grouping of RE realization and potential as well as the VAR method in analyzing the relationship between the percentage of RE consumption in Indonesia to crude oil production and the average electricity use per capita. The results of the analysis show that the distribution of the huge potential of RE in Indonesia has not been in line with the realization of its utilization. This result also shows the negative influence of petroleum production, both in the long and short term on RE consumption. Meanwhile, per capita electricity use shows a positive influence, both in the long and short term on RE consumption in Indonesia. The results of this analysis are expected to be a reference in the use of RE in the spatial scope, especially those referring to the Regional Energy General Plan (REGP) policy, as well as looking at the factors that affect RE consumption in Indonesia.

Keywords : Renewable Energy, Grouping Analysis, VAR

1. Pendahuluan

Energi Baru Terbarukan (EBT) atau *renewable energy* merupakan suatu sumber energi yang disediakan oleh alam dengan potensi pemanfaatan secara bebas dan dapat digunakan secara terus menerus. Dunia saat ini sedang membutuhkan energi baru yang melimpah dan lebih bersahabat dengan lingkungan sekitar guna menghadapi tantangan perubahan iklim, adanya keamanan energi, hingga stabilisasi perekonomian sebagai beberapa desakan untuk mengganti sumber daya fosil dan beralih menggunakan sumber daya energi yang baru (Hassan et al., 2024).

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan alam yang luar biasa, di mana salah satu bentuk kekayaan alam tersebut terlihat dari sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) yang sangat besar. Potensi EBT di Indonesia umumnya berasal dari energi surya, air, bayu (angin), biomassa, laut, dan panas bumi. Namun, dengan besarnya potensi dan kekayaan dari EBT tersebut tidak sebanding dengan realisasinya. Energi listrik yang dapat dihasilkan dari potensi EBT tersebut diperkirakan dapat mencapai 432 GW (Kementerian ESDM, 2019), dalam kata lain dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Indonesia. Namun, dari total potensi besar tersebut, hanya sekitar 7 GW yang telah dimanfaatkan dalam bentuk komersial.

International Energy Agency (IEA) pada tahun 2019 melaporkan bahwa sebagian besar pasokan energi primer di dunia, yaitu sebesar 81% berasal dari bahan bakar fosil. Jumlah tersebut sangat mengejutkan karena melihat pada kandungan bahan fosil sendiri yang telah menimbulkan dampak terhadap lingkungan yang signifikan seperti kenaikan emisi karbon, pemanasan global, dan ancaman hilangnya keanekaragaman hayati secara besar-besaran. Oleh sebab itulah, banyak negara-negara dunia yang mulai untuk melakukan transformasi energi dengan beralih menggunakan energi baru terbarukan secara berangsur-angsur.

Penelitian yang dilakukan oleh (Hassan et al., 2024) menunjukkan bahwasanya sejumlah besar kawasan negara di dunia sudah mulai beralih untuk menggunakan energi baru terbarukan. Benua Eropa menjadi pemimpin gerakan transisi energi tersebut melalui negara Denmark yang

mengintegrasikan energi angin sebesar 45% disusul dengan negara Jerman yang menginisiasi kebijakan “*Energiewende*” dengan total bauran pemanfaatan energi baru terbarukan sebesar 38%. Hal ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh (Shang et al., 2024) yang menganalisis bagaimana pengaruh dari adanya risiko iklim terhadap perspektif energi terbarukan sebagai pengganti alternatif solusi dari energi yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan energi fosil. Hasil studi menunjukkan bahwasannya sejak tahun 2000, peralihan dari energi fosil menuju energi baru terbarukan semakin banyak dilakukan oleh negara-negara yang memiliki risiko iklim yang tinggi. Total 123 negara telah melakukan transisi dan memproduksi energi baru terbarukan secara terus menerus. Studi tersebut mendukung hasil studi sebelumnya yang dilakukan oleh (Chan et al., 2022) yang menyebutkan bahwa negara-negara yang memiliki kerentanan terhadap risiko iklim menunjukkan dukungan positif yang signifikan terhadap gerakan transisi menuju energi baru terbarukan.

Perencanaan energi daerah yang dijelaskan dalam Rencana Umum Energi Daerah (RUED) menjabarkan bahwa 34 pemerintah provinsi di Indonesia memiliki target kapasitas EBT pada tahun 2025 sebesar 48 GW. Hal ini menunjukkan cita-cita transformasi energi berkelanjutan masih berbanding terbalik dengan potensi yang dimiliki di dalamnya. Oleh karena itu, sudah seharusnya dilakukan perencanaan pemanfaatan EBT yang maksimal agar dapat memaksimalkan potensi dari EBT tersebut. Hal ini dapat menjadi peluang emas dalam menciptakan ketahanan energi yang berkelanjutan sebagai salah satu prioritas nasional serta menjaga kebutuhan konsumsi energi nasional agar tidak bergantung pada sumber energi fosil yang tidak dapat diperbarui.

Sesuai data dari IESR (2019), persentase konsumsi EBT masih tergolong sangat rendah, hanya sebesar 13% dari total konsumsi energi di Indonesia. Hal ini berbanding terbalik dengan persentase konsumsi energi fosil sebesar 87% dari total konsumsi energi di Indonesia. Konsumsi dari energi fosil, terutama minyak bumi masih menjadi sumber energi yang paling banyak digunakan. Minyak bumi merupakan salah satu jenis sumber energi yang memiliki berbagai dampak bagi kehidupan manusia karena telah dimanfaatkan secara masif dalam kurun waktu yang lama. Namun, seiring dengan berbagai manfaat yang dirasakan oleh manusia, sumber energi minyak bumi memiliki banyak kekurangan, mulai dari keterbatasan jumlah di alam hingga dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan dari penggunaan secara terus-menerus sumber energi minyak bumi.

Dampak buruk ini tentu akan menjadi salah satu ancaman bagi keberlangsungan hidup manusia karena dalam perkembangannya, dibutuhkan energi yang mempunyai sifat berkelanjutan sehingga dapat digunakan oleh manusia tanpa harus memikirkan dampak buruk yang harus ditimbulkan. Oleh karena itu, perkembangan energi terbarukan menjadi salah satu hal yang perlu dilakukan agar menjadi sumber energi di masa depan yang berkelanjutan dan dapat dimanfaatkan oleh semua masyarakat. Energi terbarukan sebagai salah satu sumber energi alternatif akan menghasilkan berbagai macam energi yang dapat dimanfaatkan oleh manusia, terutama energi listrik. Di Indonesia, energi terbarukan akan secara berkesinambungan dimanfaatkan untuk menjadi sumber energi dalam pembangkit listrik yang akan memenuhi kebutuhan listrik setiap masyarakat.

Studi yang dilakukan oleh (Alifdini et al., 2018) mencoba untuk menganalisis wilayah potensial dari studi selanjutnya yang mana terbagi menjadi tiga wilayah studi, yaitu Meulaboh, Kuta Selatan, dan Manokwari, sebagai ketiga wilayah representasi perwakilan wilayah Indonesia bagian Barat, Tengah, dan Timur. Hasil riset menunjukkan bahwa daerah Kuta Selatan memiliki potensi energi gelombang tertinggi dan stabil yang dapat dihasilkan. Hal ini dapat diperoleh karena daerah tersebut memiliki karakteristik dan periode gelombang yang tinggi, serta memiliki rata-rata angin dan musim yang juga

tinggi. Melalui hal tersebut, dapat dikembangkan selanjutnya menjadi wilayah untuk mendorong pemanfaatan energi baru terbarukan di Indonesia secara perlahan setiap periode waktunya.

Perencanaan energi di daerah sekarang tengah berfokus pada pengembangan energi terbarukan sebagai sumber energi daerah. Di dalam penelitian ini akan dibahas mengenai hubungan yang terbentuk antara konsumsi energi terbarukan, produksi minyak bumi dan konsumsi energi listrik di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang. Adapun daerah-daerah di Indonesia memiliki karakteristik yang unik sehingga diperlukan analisis spasial dalam bentuk klasifikasi pemetaan baik potensi EBT dan realisasinya, hingga jenis-jenisnya. Hal tersebut bertujuan untuk menggolongkan daerah supaya dapat memberikan kebijakan secara *general* sesuai kelompok jumlah potensi dan jumlah kapasitas serta kebijakan secara spesifik berdasarkan jenis-jenis yang sangat berpotensi dalam pengembangan EBT di suatu wilayah.

Penelitian ini ingin mengetahui apakah ada kausalitas yang terbentuk dari variabel intensitas konsumsi energi, produksi minyak bumi, dan konsumsi listrik, dalam konteks pemanfaatan energi terbarukan yang ada. Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui dan mengidentifikasi jenis hubungan yang terbentuk antara variabel intensitas konsumsi energi, produksi minyak bumi, dan konsumsi listrik dalam jangka panjang. Sebagai salah satu langkah lanjutan analisis, pada penelitian ini juga bertujuan untuk memetakan persebaran golongan potensi EBT, realisasi EBT, serta potensi jenis-jenis EBT di setiap wilayah seluruh provinsi Indonesia. Hal ini dilakukan untuk meninjau sejauh mana dan seberapa besar peluang yang dapat digunakan untuk memaksimalkan potensi energi terbarukan yang ada.

Penelitian ini diharapkan dapat menjawab segala pertanyaan mengenai ada tidaknya hubungan kausalitas yang signifikan dari variabel intensitas konsumsi energi, produksi minyak bumi, dan konsumsi listrik, dalam konteks pemanfaatan energi terbarukan yang ada. Sebagai hasil perhitungan yang dilakukan, penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi jenis hubungan yang terbentuk antara variabel intensitas konsumsi energi, produksi minyak bumi, dan konsumsi listrik dalam jangka panjang. Pada fungsinya sebagai pemberi rekomendasi saran dan luaran kebijakan, penelitian ini diharapkan dapat mengeluarkan pemetaan secara komprehensif terhadap persebaran golongan potensi EBT, realisasi EBT, serta potensi jenis-jenis EBT di setiap wilayah seluruh provinsi Indonesia. Hal ini tentunya akan sangat bermanfaat bagi pembuat kebijakan seperti pemerintah dalam menindaklanjuti potensi energi terbarukan yang ada, serta dapat menjadi dasar acuan data bagi penelitian selanjutnya. Meninjau pada cakupan analisis yang masih berada pada proses identifikasi hubungan kausalitas sektor konsumsi energi, minyak bumi, dan konsumsi listrik, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menganalisis secara lebih komprehensif terkait determinan lainnya yang dapat memengaruhi sektor energi terbarukan tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1 Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang memuat data tentang proyeksi dan realisasi pemanfaatan EBT di Indonesia pada periode 2019. Sumber data diperoleh melalui dokumen Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PLN 2019-2028. Data tersebut akan digunakan untuk membuat klasifikasi spasial terkait dengan pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia. Selain itu, penelitian ini juga akan mengambil data persentase konsumsi EBT di Indonesia,

produksi minyak bumi, serta rata rata penggunaan listrik per kapita dari periode tahun 1990 hingga tahun 2022. Data tersebut akan digunakan untuk memodelkan pengaruh yang ditimbulkan melalui analisis statistika inferensial, dengan menggunakan analisis *time series*. Sumber data diperoleh melalui *website Our World In Data Energy* dan juga menggunakan metode pengkajian studi pustaka untuk menghimpun landasan teori penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk dijadikan sebagai sumber referensi yang kredibel dan memiliki kesamaan tema besar penelitian yang dilakukan.

2.2 Metode Analisis

2.2.1 Analisis *Vector Autoregressive* (VAR)

Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan analisis *Vector Autoregressive* (VAR) dengan menggunakan *software* EViews untuk menganalisis data. Alasan menggunakan metode ini adalah untuk memahami fenomena yang terbentuk antara tiap variabel yang nantinya akan diamati berdasarkan hasil VAR. (Widarjono, 2018) menjabarkan bahwa dalam analisis VAR sendiri merupakan salah satu bentuk peramalan antara variabel yang saling berhubungan dan ditujukan untuk melihat dampak dan hubungan antar waktu dalam sistem VAR tersebut. Dalam analisis VAR, dapat dijelaskan beberapa asumsi yang digunakan untuk memenuhi analisis VAR, yakni semua data dan variabel harus bersifat stasioner dalam artian memiliki rata-rata nol, serta *variance* dan *covariance* yang konstan antar waktu atau tidak memiliki perubahan yang signifikan pada data. Hal ini mengakibatkan data yang akan dianalisis lebih akurat dan tidak memiliki fluktuasi yang terlalu ekstrem sehingga mengakibatkan ketidakstabilan pada data saat dianalisis. Dalam model persamaan VAR, dapat dirumuskan seperti persamaan berikut, yakni:

$$Y_t = \alpha + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{p-1} + \epsilon_t$$

Di mana, Y_t adalah vektor dari variabel *time series* atau runtun waktu ($n \times 1$); α adalah vektor dari intersep ($n \times 1$); A_i adalah koefisien dari matriks ($n \times n$); ϵ_t adalah vektor dari observasi yang tidak terdeteksi ($n \times 1$). Sesuai dengan aturan dari penggunaan analisis VAR, terdapat beberapa langkah atau prosedur yang harus dilakukan, antara lain :

(a) Uji Stasioner

Uji ini dilakukan untuk menguji stasioneritas data yang digunakan dalam penelitian, dimana dilakukan menggunakan *Augmented Dickey Fuller Test* (ADF)

(b) Uji Lag Optimal

Dalam menentukan besaran *lag optimum* yang akan digunakan dalam model penelitian dengan analisis VAR ini akan ditentukan oleh beberapa kriteria uji dengan penentuan nilai terkecil.

(c) Uji Stabilitas Model VAR

Uji Stabilitas model dilakukan menggunakan perhitungan nilai akar fungsi polinomial dalam model uji. Apabila nilai modulus dari akar fungsi polinomial tersebut kurang dari atau sama dengan satu, maka dapat dikatakan bahwa data yang telah digunakan telah stabil.

(d) Uji Kausalitas Granger

Tahap selanjutnya setelah uji stabilitas model adalah uji kausalitas granger. Tahapan ini dapat menampilkan hubungan sebab akibat seperti yang disampaikan oleh (Widarjono, 2018).

(e) Analisis *Impulse Response Function*

Tahapan uji ini dimaksudkan untuk menggambarkan bagaimana respon kedepannya dari variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

2.2.2 Analisis Spasial

Untuk melakukan uji secara spasial, maka perlu dilakukan beberapa tahap sebagai berikut:

(a) Klasifikasi *Natural Breaks (Jenks)*

Untuk menganalisis klasifikasi atau penggolongan interval data, penulis menggunakan metode klasifikasi *Natural Breaks (Jenks)*. Pada klasifikasi tersebut, diharapkan varian dalam satu golongan memiliki interval jauh lebih minimal sehingga lebih memiliki kategori yang mirip dan varian antar golongan jauh lebih maksimal sehingga antar golongan sangat kontras (Himayah et al., 2023)

(b) Indeks Global Moran (*Global Moran's I*)

Pada umumnya, data spasial tentu memiliki keterkaitan antar daerah. Untuk itu, statistika spasial menawarkan uji autokorelasi guna melihat apakah data tersebut memiliki kecenderungan untuk tersebar, berkelompok, ataupun acak. Salah satu uji autokorelasi yakni Uji *Global Moran's Index* (Viton, 2010). Adapun uji tersebutkan dirumuskan sebagai berikut:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Di mana I : Indeks Moran, n : banyaknya lokasi kejadian, x_i : nilai pada lokasi ke- i , x_j : nilai pada lokasi ke- j , \bar{x} : rata-rata dari jumlah nilai, w_{ij} : unsur pembobot.

(c) *Grouping Analysis*

Grouping Analysis merupakan suatu proses pengelompokan objek-objek yang mempunyai sifat serupa ke dalam kelas yang sama. Proses ini disebut juga dengan proses segmentasi data karena membagi kumpulan data yang besar menjadi kelompok data yang lebih kecil dengan karakteristik serupa. *Grouping Analysis* didasarkan pada prinsip bahwa objek-objek dalam suatu kelas mempunyai karakteristik yang sangat mirip (homogen), namun antar kelas mempunyai karakteristik yang berbeda (heterogen) (Suraya & Wijayanto, 2022). Berikut merupakan formulasi analisis *cluster* menurut Han dan Kimber (2006) dalam (Suraya & Wijayanto, 2022) sebagai berikut:

$$d(i, j) = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + (x_{in} - x_{jn})^2}$$

Di mana $d(i, j)$ adalah jarak antara objek i dengan objek j , $x_{i,n}$ adalah data dari subjek ke- i pada variabel ke- n , dan $x_{j,n}$ adalah data dari subjek ke- j pada variabel ke- n .

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

Analisis Statistika Deskriptif

Dalam mendefinisikan data dalam penelitian, perlu dilakukan analisis deskriptif untuk dapat melihat deskripsi data sampel yang akan digunakan. Hasil dari analisis ini akan berisi nilai mean, nilai maks, nilai min dan nilai dari standar deviasi (Ghozali, 2018).

Tabel 1.
Analisis Deskriptif (Eviews 10, Diolah).

Variabel	Mean	Max	Min	Std. dev
Konsumsi Energi Terbarukan	4,728664	11,13923	2,477279	2,240388
Produksi Minyak Mentah	55893,91	80619	30681	16919,76
Konsumsi Energi Listrik	587,1404	1173	161,8578	316.4491

Variabel konsumsi EBT diketahui memiliki nilai maksimum sebesar 11,13%, dan nilai minimum sebesar 2,47%. Variabel produksi minyak mentah memiliki nilai maksimum sebesar 80.619 (kt) dan nilai minimum sebesar 30.681 (kt), serta variabel konsumsi energi listrik memiliki nilai maksimum sebesar 1173 (kWh) dan nilai minimum sebesar 161,85 (kWh). Data dapat dikatakan layak untuk dianalisis apabila memiliki nilai standar deviasi yang lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai rata-ratanya, karena akan menunjukkan kecenderungan variasi yang lebih kecil dan atau sama dengan rata-rata sehingga dapat digunakan untuk mewakili data secara menyeluruh. Sesuai dengan hasil analisis deskriptif yang terdapat pada Tabel 1 dapat diambil kesimpulan bahwa data yang digunakan dalam penelitian ini dapat menjelaskan atau mewakili data secara menyeluruh (standar deviasi < nilai *mean*).

Analisis Statistika Inferensial

Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas ini dilakukan untuk menguji varian dan rata-rata tiap variabel selama periode penelitian untuk menghindari hasil yang *spurious* atau tidak memiliki hubungan secara eksplisit. Pengujian ini merupakan tahap pertama sebelum melakukan analisis selanjutnya. Variabel-variabel dalam penelitian ini akan menggunakan *Augmented Dickey-Fuller Test* (ADF Test), di mana data dianggap stasioner bila data tidak memiliki *unit root*. Hasil uji menunjukkan keadaan data non-stasioner pada tingkat level. Namun, hasil uji ini menunjukkan keadaan data yang stasioner di tingkat *1st difference*.

Tabel 2.
 Uji Stasioneritas Tingkat Level (Eviews 10, Diolah).

		Konsumsi. ET	Produksi Minyak	Konsumsi listrik
<i>ADF test statistic</i>		1,4698	0,3549	2,5238
<i>Critical values</i>	1%	-2,6392	-3,6537	-3,6537
	5%	-1,9516	-2,9571	-2,9571
	10%	-1,6105	-2,6174	-2,6174
<i>Probability</i>		0,96	0,97	1,00

Berdasarkan hasil uji *unit root* yang dilakukan pada tingkat level (*raw data*), dapat diketahui bahwa variabel konsumsi EBT, produksi minyak bumi, dan konsumsi listrik di Indonesia tidak stasioner pada periode waktu penelitian, ditunjukkan dari nilai probabilitas yang lebih besar dari nilai *alpha* (5%) sehingga tidak signifikan secara statistik atau gagal menolak H_0 . Data yang memiliki *unit root* atau tidak stasioner tidak dapat dijadikan model dalam analisis ini karena akan menghasilkan analisis lancung atau tidak memiliki hubungan yang jelas. Hasil pengujian pada tingkat level yang tidak stasioner akan dilanjutkan dengan uji stasioneritas dengan transformasi data pada bentuk turunan pertama atau *first difference*.

Tabel 3.
 Uji Stasioneritas Tingkat *First Difference* (Eviews 10, Diolah).

		Konsumsi. ET	Produksi Minyak	Konsumsi listrik
<i>ADF test statistic</i>		-5,7257	-3,9189	-7,9606
<i>Critical values</i>	1%	-2,6416	-2,6416	-2,6443
	5%	-1,9520	-1,9520	-1,9524
	10%	-1,6104	-1,6104	-1,6102
<i>Probability</i>		0,00	0,00	0,00

Berdasarkan hasil dari uji *unit root* yang dilakukan pada bentuk data *first difference*, diketahui bahwa variabel konsumsi ET, produksi minyak bumi, dan konsumsi listrik tidak memiliki *unit root* atau telah stasioner pada periode waktu penelitian, dilihat dari nilai *probability* yang kurang dari *alpha* (5%) sehingga signifikan secara statistik dan atau menolak H_0 . Karena semua variabel telah stasioner di tingkat *first difference*, maka analisis dapat dilanjutkan ke tahapan analisis selanjutnya, yakni pengujian *lag optimal*.

Uji Lag Optimal

Menentukan ukuran panjang *lag* dalam model adalah salah satu hal yang penting dalam estimasi persamaan VAR karena sifatnya yang bergantung atau responsif terhadap panjang dari *lag*. Pemilihan *lag optimal* akan menjadi penentu dalam melakukan tahapan analisis selanjutnya, yaitu uji stabilitas model VAR dalam penelitian sehingga analisis ini dapat menjadi kesatuan yang terstruktur dalam

estimasi model VAR (Gujarati & Porter, 2012). Pemilihan *lag* optimal yang kurang tepat akan mengakibatkan terjadinya bias dalam mengestimasi model yang akan dianalisis serta menghasilkan prediksi yang tidak tepat. Hasil uji lag optimum dapat dijelaskan dalam Tabel 4 berikut:

Tabel 4.
 Uji Lag Optimal (Eviews 10, Diolah).

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-422,3531	NA	1,10e+09	29,33470	29,47614*	29,37899
1	-410,8814	19,77876*	9,35e+08*	29,16424*	29,73001	29,34143*
2	-402,3800	12,89863	9,9e+08	29,19862	30,18873	29,50871

Setelah uji lag optimum telah dilakukan, selanjutnya akan ditentukan dengan memilih nilai terkecil untuk setiap kriteria uji, yakni AIC, SC, HQ, LR, dan FPE. Sesuai dengan hasil analisis yang dilakukan, dapat dilihat bahwa panjang lag yang memenuhi syarat pemilihan lag adalah pada lag satu, hal tersebut diketahui dari banyaknya kriteria yang memenuhi atau ditandai dengan tanda bintang (*). Pada lag satu, nilai kriteria LR, FPE, AIC, dan HQ terpenuhi sebagai nilai terkecil atau dapat disimpulkan sebagai panjang lag yang paling optimum.

Uji Stabilitas Model VAR

Uji ini dilakukan untuk menjelaskan stabilitas dalam sistem atau model VAR yang digunakan dalam penelitian ini. Untuk melihat kestabilan model, akan ditentukan dari nilai *inverse roots* atau jika nilai modulus yang dihasilkan lebih kecil atau tidak lebih besar dari satu, maka dianggap model tersebut memenuhi uji stabilitas dan layak untuk dilanjutkan ke tahap analisis selanjutnya, yakni uji kausalitas dan IRF (Ekananda, 2016). Hasil uji stabilitas model VAR dapat dijelaskan dalam Tabel 5 berikut:

Tabel 5.
 Uji Stabilitas Model VAR (Eviews 10, Diolah).

Root	Modulus
0,441753	0,441651
-0,342140	0,342138
-0,093723	0,093723

Berdasarkan uji stabilitas model VAR yang telah dilakukan, didapatkan nilai dari modulus yang dihasilkan kurang dari satu menunjukkan bahwa model VAR yang diestimasi dalam penelitian layak dan valid untuk dilanjutkan ke analisis selanjutnya.

Uji Kausalitas Granger

Tahapan ini bertujuan untuk melihat hubungan dua arah atau searah yang dapat dibentuk antar variabel dalam penelitian ini. Hasil Kausalitas Granger dapat dijelaskan dalam Tabel 6 berikut:

Tabel 6.
Uji Kausalitas *Granger* (EViews 10, Diolah).

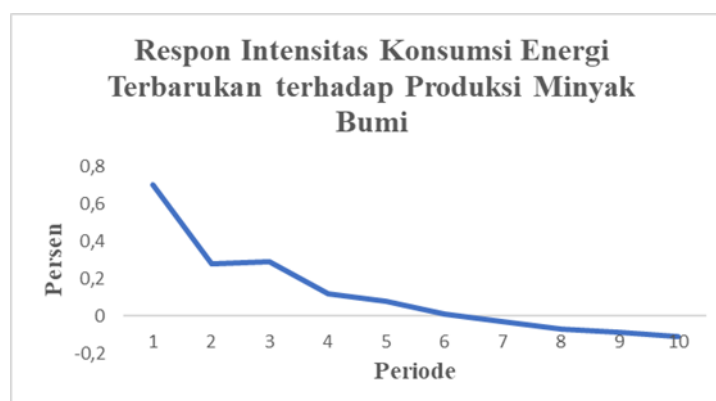
Null Hypothesis :	F-Stat	Prob
ProdMinyak does not Granger Cause KonsET	7,298	0,014
KonsET does not Granger Cause ProdMinyak	8,233	0,003
KonsLis does not Granger Cause KonsET	2,131	0,154
KonsET does not Granger Cause KonsLis	5,342	0,011
KonsLis does not Granger Cause ProdMinyak	0,944	0,3393
ProdMinyak does not Granger Cause KonsLis	1,662	0,2074

Berdasarkan hasil dari analisis kausalitas *Granger*, dapat dijelaskan sebagai berikut

- Untuk variabel produksi minyak bumi dengan variabel konsumsi energi terbarukan memiliki hubungan kausalitas dua arah, ditunjukkan dari nilai probabilitas yang kurang dari *alpha* 5% (signifikan secara statistik), sehingga menolak *null hypothesis*, atau dengan kata lain terdapat efek mempengaruhi dan dipengaruhi;
- Untuk variabel konsumsi listrik dengan variabel konsumsi energi terbarukan memiliki hubungan kausalitas satu arah, dimana variabel konsumsi energi terbarukan memiliki pengaruh signifikan terhadap konsumsi listrik;
- Untuk variabel konsumsi listrik dan variabel produksi minyak bumi tidak terdapat hubungan yang dibentuk, ditunjukkan dengan nilai prob yang lebih besar dari *alpha* 5% (tidak signifikan secara statistik).

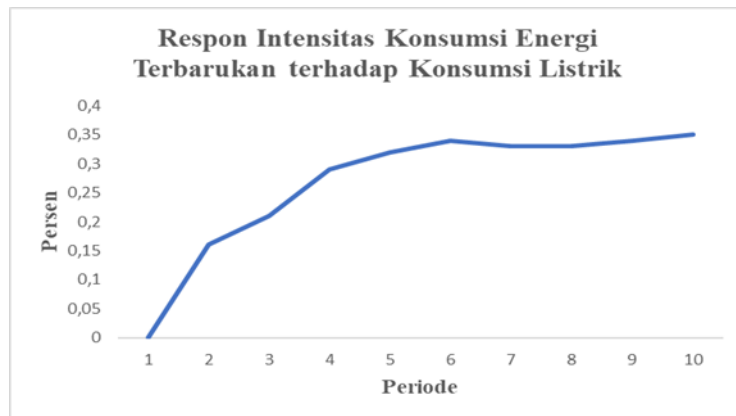
Analisis *Impulse Response Function* (IRF)

Setelah melakukan analisis kausalitas antar variabel, dilakukan tahapan analisis IRF. Analisis IRF akan menggambarkan prediksi akibat adanya *shock* variabel endogen tertentu terhadap variabel endogen lainnya. Analisis IRF yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dijelaskan pada gambar berikut:



Gambar 1. Hasil Analisis IRF (EViews 10, Diolah)

Sesuai dengan hasil penelitian, respon intensitas konsumsi energi terbarukan terhadap produksi minyak bumi di Indonesia memiliki respon yang signifikan negatif. Semakin meningkatnya Produksi minyak bumi dalam periode waktu tertentu, maka akan menurunkan konsumsi energi terbarukan, begitu juga sebaliknya peningkatan konsumsi energi terbarukan dalam periode waktu tertentu akan menurunkan produksi minyak bumi. Ini disebabkan karena energi terbarukan dengan minyak bumi bersifat substitusi atau pengganti.



Gambar 2. Hasil Analisis IRF (EViews 10, Diolah)

Respon intensitas konsumsi energi terbarukan terhadap konsumsi listrik di negara Indonesia adalah bersifat positif. Sesuai dengan hasil analisis kausalitas dan IRF, ditemukan hasil yang sama berupa pengaruh yang signifikan antara variabel konsumsi energi terbarukan dengan variabel konsumsi energi listrik, dimana peningkatan konsumsi energi terbarukan akan mengakibatkan peningkatan konsumsi listrik pada periode waktu tertentu. Ini disebabkan oleh energi terbarukan dengan energi listrik bersifat komplementer atau pelengkap.

Analisis Spasial

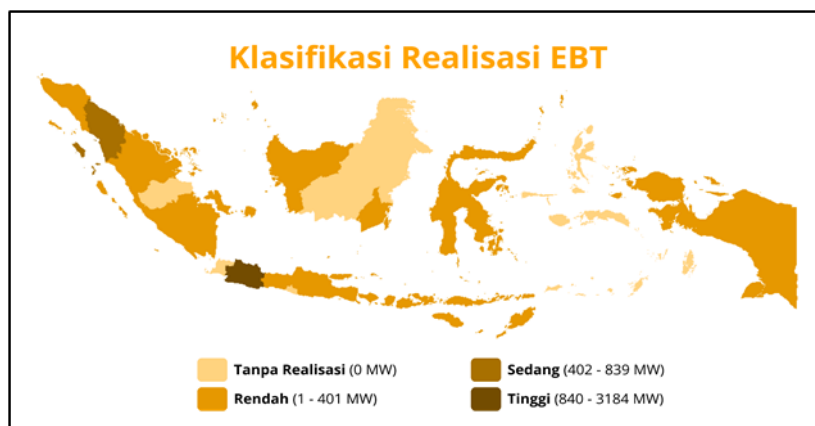
Data untuk analisis spasial berikut meliputi delapan (8) jenis pembangkit listrik energi baru dan terbarukan (EBT) yakni Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro & Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM-PLTMH), Pembangkit Listrik Tenaga Air Laut (PLTAL), Pembangkit Listrik Tenaga Bioenergi (PLTBio), dan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa).

Analisis Klasifikasi Potensi dan Realisasi Pembangkit Listrik EBT

Secara deskriptif, seluruh Indonesia memiliki persebaran pembangkit listrik EBT. Namun, potensi tersebut belum mencapai kata maksimal. Untuk itu, dilakukan pembagian klasifikasi dalam empat (4) interval total potensi berdasarkan megawatt (MW) dengan metode klasifikasi *natural breaks (jenks)* pada ArcMap 10.8. Selanjutnya Mengingat bahwa realisasi pembangkit tenaga listrik EBT di provinsi-provinsi Indonesia masih banyak di angka 0 MW, maka golongan interval dibagi menjadi 4 dengan interval kedua dimulai dari realisasi 1 MW.



Gambar 3. Klasifikasi Potensi EBT (ArcMap 10.8., Diolah)



Gambar 4. Klasifikasi Realisasi EBT (ArcMap 10.8., Diolah)

Uji Autokorelasi Indeks Global Moran (*Global Moran's I*)

Sebelum menganalisis data secara lebih jauh, maka perlu dilakukan uji pola spasial untuk menjawab apakah secara potensi dan realisasi terdapat autokorelasi secara spasial. Adapun metode yang digunakan penulis dalam analisis pola spasial tersebut ialah uji Indeks Global Moran melalui *tool Spatial Autocorrelation* ArcMap 10.8.

Tabel 7.

Hasil Uji Indeks Global Moran (ArcMap 10.8., Diolah).

Hasil Uji Indeks Global Moran pada Potensi Pembangkit Listrik EBT

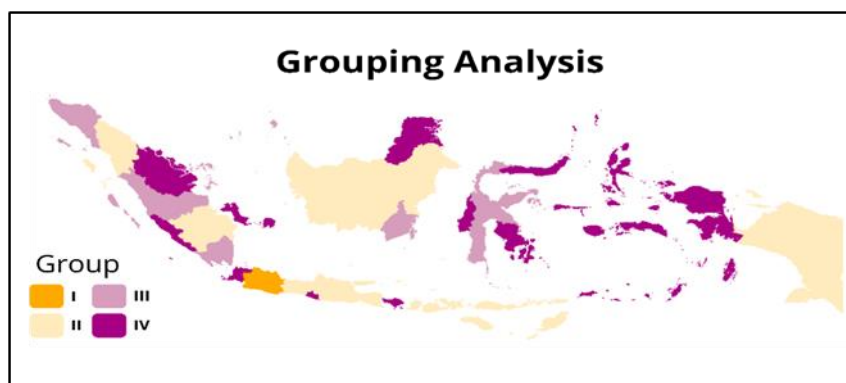
Indeks Moran	-0,080701
<i>z-score</i>	-0,503998
<i>p-value</i>	0,614263

Tabel 8.
 Hasil Uji Indeks Global Moran (ArcMap 10.8., Diolah).

Hasil Uji Indeks Global Moran pada Realisasi Pembangkit Listrik EBT	
Indeks Moran	-0,081327
<i>z-score</i>	-0,955502
<i>p-value</i>	0,339324

Analisis Grouping Analysis

Guna menghasilkan kebijakan yang berlandaskan pada data potensi dan realisasi, diperlukan analisis lanjutan berupa *Grouping Analysis*. *Grouping analysis* sangat dibutuhkan sebagai alat untuk mengelompokkan beberapa daerah yang memiliki karakteristik potensi dan realisasi yang berbeda-beda namun memiliki kecenderungan di dalam suatu kelompok dengan fokus kebijakan yang sama. Mengacu pada analisis uji Moran, diketahui bahwa data potensi dan realisasi disimpulkan tidak memiliki autokorelasi spasial, sehingga pada analisis ini tidak memasukkan *spatial constraint*. Adapun analisis berikut dilakukan pada ArcMap 10.8, dengan membagi empat (4) grup provinsi-provinsi Indonesia. Adapun empat (4) grup tersebut supaya menentukan karakteristik seperti sangat tingginya potensi dan realisasi, hingga karakteristik potensi dan realisasi paling minim.

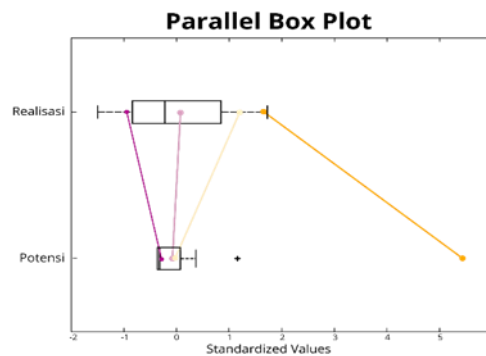


Gambar 5. Hasil *Grouping Analysis* (ArcMap 10.8., Diolah)

Tabel 9.
 Provinsi dalam Grup Klasifikasi Karakteristik Potensi dan Realisasi (ArcMap 10.8., Diolah).

Grup	Provinsi	Karakteristik
Grup 1	Jabar [1 provinsi]	Berpotensi sangat tinggi bersamaan dengan tinggi realisasi

Grup 2	Sumut, Sumsel, Jateng, Jatim, Kalbar, Kalteng, Kaltim, NTB, NTT, Papua [10 provinsi]	pembangkit listrik EBT berpotensi cukup tinggi dan realisasi tergolong sedang
Grup 3	Aceh, Sumbar, Kepri, Jambi, Lampung, Kalsel, Sulteng, Sulsel [8 provinsi]	Potensi tergolong sedang dengan rendah realisasi
Grup 4	Riau, Bengkulu, Babel, Banten, DKI Jakarta, DIY, Bali, Kaltara, Sulut, Gorontalo, Sulbar, Sultra, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat [15 provinsi]	Rendah secara potensi maupun realisasi



Gambar 6. Hasil *Parallel Box Plot* (ArcMap 10.8., Diolah)

Analisis Klasifikasi Potensi Jenis-Jenis Pembangkit Listrik EBT



Gambar 7. Klasifikasi Potensi Jenis-Jenis Pembangkit Listrik EBT (ArcMap 10.8., Diolah)

Potensi EBT yang besar dan memiliki karakteristik daerah yang berbeda-beda, menyebabkan fokus kebijakan perlu dilakukan secara spesifik dengan menyesuaikan potensi pembangkit listrik EBT yang dominan. Sehingga, perlu dilakukan analisis klasifikasi per setiap jenis pembangkit listrik EBT di Indonesia. Klasifikasi tersebut membagi empat (4) grup, yang mana grup 1 menjadi grup 'tidak tersedia/tidak berpotensi' apabila bernilai 0 pada daerah tertentu, sehingga interval golongan kedua atau kategori 'rendah' dimulai dari angka 1. Namun, jika suatu sektor telah merata di seluruh Indonesia, maka nilai dimulai dari potensi paling minimum. Klasifikasi tersebut menggunakan klasifikasi *natural breaks* (jenks) pada ArcMap 10.8.

3.2 Pembahasan

Di dalam hasil penelitian ini hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi energi terbarukan dengan produksi minyak bumi dihipotesiskan sebagai hubungan yang bersifat negatif, terutama dalam runtun waktu periode tertentu. Ketika terjadi peningkatan produksi minyak bumi, maka dapat menurunkan konsumsi dari energi terbarukan yang disebabkan adanya hubungan substitusi dari kedua jenis energi ini sebagai sumber energi utama yang digunakan. Berdasarkan analisis kausalitas, penyebab dari rendahnya persentase konsumsi energi terbarukan dibandingkan dengan sumber energi lain disebabkan karena masih tingginya ketergantungan terhadap energi fosil, utamanya minyak bumi (asumsi *ceteris paribus*). Pendapat ini sejalan dengan penelitian dari (Nurdin et al., 2021) di mana hal tersebut dikarenakan biaya pengembangan dan teknologi dari energi terbarukan yang tinggi, sehingga cenderung berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan ekonomi. Berbanding terbalik dengan penggunaan EBT, justru penggunaan dari minyak bumi malah memiliki pengaruh signifikan positif dalam peningkatan pertumbuhan ekonomi karena hampir semua sektor masih menggunakan sumber energi fosil.

Akan tetapi, melalui analisis IRF menunjukkan adanya pengaruh respons intensitas konsumsi energi terbarukan terhadap produksi minyak bumi di Indonesia bersifat negatif dalam jangka panjang. Sesuai dengan pernyataan bahwa minyak bumi merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbarui dan memiliki keterbatasan penggunaan sehingga perlu dilakukan transisi atau perubahan sumber energi dari energi fosil menjadi sumber energi terbarukan yang berkelanjutan. Dikhawatirkan efek jangka panjang penggunaan minyak bumi akan memiliki eksternalitas negatif terutama dari sisi lingkungan dan terbatasnya penggunaan.

Walaupun transisi energi terbarukan memerlukan biaya yang cukup besar, terutama dari sisi teknologi, tetapi hal tersebut hanya sebatas efek jangka pendek. Potensi EBT yang sangat besar di Indonesia menjadi modal yang sangat berharga didalam transisi sumber energi. Pada variabel konsumsi energi terbarukan dengan variabel konsumsi energi listrik, analisis IRF menunjukkan adanya pengaruh respons yang positif dalam jangka panjang. Hal ini menjelaskan bahwa semakin banyak masyarakat yang akan mengonsumsi atau membutuhkan EBT maka diperlukan pengembangan EBT sebagai solusi utama dalam mengatasi kebutuhan energi terutama dalam jangka panjang. Pembangkit energi listrik seperti PLTA, PLTU, PLTN, dan lain sebagainya ditujukan sebagai sumber energi ramah lingkungan yang akan mencukupi kebutuhan energi di masyarakat.

Demi mewujudkan pengembangan EBT nasional sebagai solusi kebutuhan energi jangka panjang, maka diperlukan analisis spasial untuk mengelompokkan daerah berdasarkan potensi dan realisasi yang ada. Berdasarkan hasil analisis spasial, diketahui terdapat 19 provinsi dengan potensi EBT yang rendah dan sangat rendah (356 MW - 12.569 MW). Sisahnya, 15 provinsi lainnya tergolong tinggi dan sangat tinggi (12.570 MW - 26.841 MW). Sedangkan pada peta data realisasi, diketahui terdapat 32 provinsi yang tergolong belum terealisasi hingga realisasi pembangkit listrik EBT yang rendah (0 MW - 401 MW). Terdapat hanya 2 provinsi lainnya yang tergolong sedang dan tinggi (402 MW - 3184 MW). Melalui hasil uji autokorelasi dengan Indeks Global Moran, diketahui bahwa data potensi dan realisasi pembangkit listrik EBT secara spasial tidak memiliki cukup bukti untuk membantah H_0 atau dalam kata lain tidak terdapat pola spasial. Melalui *z-score* yakni -0,503998 dan -0,955502 menunjukkan data potensi dan realisasi pembangkit listrik EBT di Indonesia cenderung acak atau random. Sehingga dalam pembuatan fokus kebijakan guna mengembangkan EBT berdasarkan

potensi dan realisasi terkini maka *Grouping Analysis* ditentukan tanpa batasan spasial (*no spatial constraint*).

PLTP merupakan salah satu pembangkit listrik EBT yang berpotensi besar di sepanjang *ring of fire* dan terkonsentrasi besar di Pulau Jawa dan Sumatera. Potensi PLTA hampir merata di seluruh Indonesia dengan dominasi terbesar di Papua, Aceh, dan Pulau Kalimantan. Setiap provinsi memiliki potensi PLTS yang merupakan dampak posisi geografis Indonesia yang berada di garis khatulistiwa, sehingga mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun dengan dominasi terbesar di Pulau Kalimantan dan Sumsel. Potensi PLTB di Indonesia tersebar di seluruh Indonesia dengan konsentrasi di daerah Indonesia bagian bawah selatan. Potensi PLTAL memiliki persebaran di daerah yang cenderung berkepulauan dan laut dangkal. Potensi PLTAL terbesar di Indonesia berada di NTB dan Kepri. Pada potensi PLTM & PLTMH hampir merata di seluruh Indonesia, dengan potensi terbesar di Kalteng dan Kaltim. Potensi PLTBio hampir merata di seluruh Indonesia dengan konsentrasi di Pulau Sumatera dan Jawa. Terakhir, potensi PLTSa sangat dominan di Pulau Jawa. Dengan gabungan analisis *Grouping Analysis* dan Analisis Klasifikasi Potensi Jenis-Jenis Pembangkit Listrik EBT, dapat menghasilkan beberapa kebijakan berikut:

Tabel 10.
 Rekomendasi Kebijakan (Hasil Olah Penulis).

Tabel 10 Rekomendasi Kebijakan		
Grup	Subgrup	Kebijakan
I	Jabar	Mempertahankan dan meningkatkan secara maksimal realisasi EBT. Tempat uji coba aplikasi EBT dan transformasi energi dari energi fosil ke EBT secara masif.
II	Sumut	Mengoptimalkan peningkatan realisasi PLTP, PLTBio, dan PLTM, Mendorong realisasi PLTM dan PLTS, Mengembangkan inovasi optimal PLTSa, PLTB,
	Sumsel	Mengoptimalkan peningkatan realisasi PLTS;PLTP, Mendorong realisasi PLTBio, Mengembangkan inovasi optimal PLTA, PLTM, PLTB, PLTSa
	Kalbar, Kalteng, Kaltim	Mengoptimalkan peningkatan realisasi PLTS, PLTA, PLTM, Mengembangkan inovasi optimal PLTBio, PLTSa
	Jateng, Jatim	Mengoptimalkan peningkatan realisasi PLTP, PLTB, PLTBio, PLTSa, Mendorong realisasi PLTM, PLTS, PLTA
	NTB, NTT	Mengoptimalkan peningkatan realisasi PLTP, PLTB, PLTAL, Mengembangkan inovasi optimal PLTA, PLTS, PLTM, PLTBio, PLTSa
III	Papua	Mengoptimalkan peningkatan realisasi PLTA, Mengembangkan inovasi optimal PLTBio
	Aceh	Mendorong realisasi PLTA, PLTM
	Sumbar, Jambi	Mendorong realisasi PLTP, PLTM, PLTBio
	Kepri	Mendorong realisasi PLTAL

IV	Lampung	Mendorong realisasi PLTAL, PLTP
	Kalsel	Mendorong realisasi PLTA
	Sulteng, Sulsel	Mendorong realisasi PLTB
	Riau	Mengembangkan inovasi optimal antara PLTA, PLTS, PLTM, PLTB, PLTSa. Mendorong realisasi PLTBio
	Bengkulu	Mengembangkan inovasi optimal antara PLTBio, PLTB, PLTM, PLTS, PLTA. Mendorong realisasi PLTP
	Babel	Mengembangkan inovasi optimal antara PLTP, PLTS, PLTB, PLTBio
	Banten, Jakarta	Mengembangkan inovasi optimal antara PLTP, PLTS, PLTM, PLTB, PLTBio, PLTSa
	DIY	Mengembangkan inovasi optimal antara PLTP, PLTS, PLTM, PLTB, PLTBio, PLTSa
	Bali	Mengembangkan inovasi optimal antara PLTP, PLTA, PLTS, PLTM, PLTB, PLTAL, PLTBio, PLTSa
	Kaltara	Mengembangkan inovasi optimal PLTB, Mendorong realisasi PLTM
	Sulut, Gorontalo	Mengembangkan inovasi optimal antara PLTA, PLTS, PLTM, PLTB, PLTBio, PLTSa. Mendorong realisasi PLTP
	Sulbar	Mengembangkan inovasi optimal antara PLTP, PLTS, PLTM, PLTB, PLTBio
	Maluku, Maluku, Papua Barat	Mengembangkan inovasi optimal antara PLTSa, PLTBio, PLTAL, PLTM, PLTA, PLTP. Mendorong realisasi PLTB, PLTS

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian baik menggunakan analisis *time-series*, maupun analisis spasial, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- (a) Terdapat hubungan kausalitas dua arah dari variabel konsumsi energi terbarukan dengan produksi minyak bumi, dimana rendahnya konsumsi energi terbarukan disebabkan karena adanya ketergantungan yang tinggi terhadap minyak bumi. Untuk variabel konsumsi energi terbarukan dengan konsumsi listrik, terdapat hubungan satu arah yang signifikan
- (b) Dalam jangka panjang, terbentuk hubungan negatif antara energi terbarukan dengan minyak bumi dimana terdapat sifat yang menggantikan atau substitusi antara kedua jenis energi tersebut sebagai sumber energi utama, sedangkan dalam jangka panjang, terbentuk hubungan yang positif antara konsumsi energi terbarukan dengan konsumsi energi listrik di Indonesia.
- (c) Pada grup 1, pemerintah dapat berfokus mempertahankan dan meningkatkan secara maksimal realisasi EBT di wilayah tersebut. Grup 1 dapat menjadi role model bagi grup-grup lainnya dalam mengembangkan EBT. Adapun Jawa Barat sebagai satu-satunya anggota grup 1, dapat menjadi provinsi pertama tempat uji coba aplikasi EBT dan transformasi energi dari energi fosil ke EBT secara masif. Pada grup 2, pemerintah dapat memperkuat terlebih dahulu realisasi atau mengoptimalkan di jenis pembangkit EBT yang sudah berkembang dan mendorong

peningkatan realisasi di potensi jenis EBT lainnya. Pada grup 3, pemerintah dapat mendorong potensi pembangkit listrik EBT yang masih terbatas. Serta, pemerintah dapat melakukan eksplorasi mendalam terlebih dahulu terhadap potensi EBT dan mencari solusi berupa inovasi dan pengembangan untuk meningkatkan realisasi EBT pada grup 4. Adapun grup-grup tersebut menunjukkan urutan prioritas pengembangan potensi dan optimalisasi realisasi EBT di Indonesia.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada jajaran struktural di Prodi D-IV Pembangunan Ekonomi Kewilayahan (PEK) Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan dukungan dan dorongan selama penulis melaksanakan perlombaan hingga tahap publikasi penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Alifdini, I., Iskandar, N. A. P., Nugraha, A. W., Sugianto, D. N., Wirasatriya, A., & Widodo, A. B. (2018). Analysis of ocean waves in 3 sites potential areas for renewable energy development in Indonesia. *Ocean Engineering*, 165, 34–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.07.013>
- Ariyanto, D., Pramodyo, H., & Aini, N. N. (2022). Spatial Cluster Ing Dengan Metode Skater (K' Luster Analysis By Tree Edge Removal) Untuk Pengelompokan Sebaran Covid-19 Di Kabupaten Tulungagung. *Pattimura Proceeding: Conference of Science and Technology*. <https://doi.org/10.30598/PattimuraSci.2021.KNMXX>
- Chan, H.-W., Udall, A. M., & Tam, K.-P. (2022). Effects of perceived social norms on support for renewable energy transition: Moderation by national culture and environmental risks. *Journal of Environmental Psychology*, 79, 101750. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101750>
- Columbia University Irving Medical Center. (2024). *Hot Spot Spatial Analysis*. <https://www.PublicHealth.Columbia.Edu/Research/Population-Health-Methods/Hot-Spot-Spatial-Analysis>.
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi analisis multivariate dengan program IBM SPSS 25 edisi ke-9*. Universitas Diponegoro.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2012). *Basic Econometrics*.
- Hassan, Q., Viktor, P., J. Al-Musawi, T., Mahmood Ali, B., Algburi, S., Alzoubi, H. M., Khudhair Al-Jiboory, A., Zuhair Sameen, A., Salman, H. M., & Jaszczur, M. (2024). The renewable energy role in the global energy Transformations. *Renewable Energy Focus*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2024.100545>
- Himayah, S., Somantri, L., Maryani, E., Ihsan, H. M., Aliyan, S. A., & Astari, A. J. (2023). Analisis Spasial Sebaran Lokasi Wisata di Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 11(3), 299–307. <https://doi.org/10.23887/jjjpg.v11i3.71876>
- IESR. (2022). *Indonesia Energy Transition Outlook 2021*. <https://iesr.or.id/Pustaka/Indonesia-Energy-Transition-Outlook-2021>.
- Institute for Essential Services Reform. (2019). *Laporan Status Energi Bersih Indonesia*. www.iesr.or.id.
- Kartiasih, F., Syaukat, Y., Anggraeni, L., Pertambangan, S. S., Energi, D., Statistik, B. P., Ekonomi, F., Manajemen, D., & Pertanian Bogor, I. (2012). The Determinants of Energy Intensity in Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 12(2), 192–214.

- Li, W., Ji, Z., Dong, F., & Yang, Y. (2024). Evaluation of provincial renewable energy generation efficiency and spatio-temporal heterogeneity of influencing factors in China. *Renewable Energy*, 226, 120446. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.120446>
- Nurdin, K., Syahrul Fuady, M., & Keuangan Negara STAN, P. (2021). *ANALISIS HUBUNGAN KAUSALITAS KONSUMSI ENERGI (TERBARUKAN DAN TIDAK TERBARUKAN) DENGAN PERTUMBUHAN EKONOMI INDONESIA* (Vol. 1, Issue 4). <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world->
- Shang, Y., Sang, S., Tiwari, A. K., Khan, S., & Zhao, X. (2024). Impacts of renewable energy on climate risk: A global perspective for energy transition in a climate adaptation framework. *Applied Energy*, 362, 122994. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.122994>
- Suraya, G. R., & Wijayanto, A. W. (2022). Comparison of Hierarchical Clustering, K-Means, K-Medoids, and Fuzzy C-Means Methods in Grouping Provinces in Indonesia according to the Special Index for Handling Stunting. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 6(2), 180–201. <https://doi.org/10.29244/ijisa.v6i2p180-201>
- Viton, P. A. (2010). Notes on Spatial Econometric Model. City and Regional Planning. *City and Regional Planning*.
- Widarjono, A. (2018). *Ekonometrika pengantar dan aplikasinya disertai panduan evIEWS edisi kelima*. UPP STIM YKPN.
- Zikra, M., Ashfar, P., & Mukhtasor. (2016). Analysis of wave climate variations based on ERA-Interim reanalysis data from 1980 to 2014 to support wave energy assessment in Indonesia. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*.