

Analisis Keterkaitan antara Akses Internet, Akses Listrik, dan Produk Domestik Bruto (PDB) di Indonesia Menggunakan *Vector Autoregressive Model (VAR)*

Abel Gempati^{1*}, Anisatu Rodiyah², Fatharani Ishlahi Asy Syifa Yovika Putri³, Fazila Ghani Revirgin⁴, Pradifta Pilar Putra Maulana⁵

¹⁻⁵ Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Alamat: Gedung Suhardi Sigit, Jl. Prof. Dr. Mr. Drs. Notonegoro No.1 Bulaksumur, Yogyakarta 55281

Korespondensi penulis: abelgempati@mail.ugm.ac.id

Abstract. *This study examines the relationship between electricity access, internet usage, and Gross Domestic Product (GDP) in Indonesia using the Vector Autoregressive (VAR) method. Access to electricity and the internet is vital for economic growth, though disparities remain, particularly in underdeveloped areas. The findings reveal a significant long-term relationship among the variables, with electricity access enhancing internet usage, which in turn influences economic growth. The Johansen cointegration test confirms their joint movement, while the Granger causality test shows a bidirectional relationship between GDP and electricity access. It is recommended that the government prioritize equitable access to electricity and the internet, improve digital skills, and promote collaboration between public and private sectors to achieve sustainable economic growth.*

Keywords: *Individuals using the Internet, GDP, Access to electricity, VAR*

Abstrak. Penelitian ini menguji hubungan antara akses listrik, penggunaan internet, dan Produk Domestik Bruto (PDB) di Indonesia dengan menggunakan metode Vector Autoregressive (VAR). Akses terhadap listrik dan internet sangat penting untuk pertumbuhan ekonomi, meskipun masih terdapat kesenjangan, terutama di daerah-daerah tertinggal. Temuan-temuan tersebut mengungkapkan hubungan jangka panjang yang signifikan di antara variabel-variabel tersebut, dengan akses listrik yang meningkatkan penggunaan internet, yang pada gilirannya mempengaruhi pertumbuhan ekonomi. Uji kointegrasi Johansen mengkonfirmasi pergerakan bersama kedua variabel tersebut, sementara uji kausalitas Granger menunjukkan hubungan dua arah antara PDB dan akses listrik. Disarankan agar pemerintah memprioritaskan pemerataan akses listrik dan internet, meningkatkan keterampilan digital, serta mendorong kolaborasi antara sektor publik dan swasta untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

Kata kunci: Individu Penggunaan Internet, PDB, Akses Listrik, VAR

1. LATAR BELAKANG

Dalam era digital, ketersediaan akses terhadap infrastruktur dasar seperti listrik dan internet bukan hanya menjadi kebutuhan teknis, melainkan juga menjadi faktor penentu keberhasilan pembangunan ekonomi nasional. Di Indonesia, dua aspek ini menjadi sorotan utama dalam mendukung pertumbuhan Produk Domestik Bruto (GDP) secara berkelanjutan. Akses terhadap listrik diperlukan sebagai prasyarat utama untuk aktivitas ekonomi dan teknologi, sementara penggunaan internet memungkinkan perluasan akses informasi, inovasi, dan peluang pasar yang lebih luas.

Namun, masih terdapat ketimpangan signifikan dalam distribusi listrik dan internet, khususnya di daerah-daerah tertinggal, terluar, dan terpencil (3T). Hal ini berpotensi

memperlambat laju transformasi digital dan memperbesar kesenjangan pertumbuhan ekonomi antarwilayah. Walaupun GDP Indonesia mengalami tren peningkatan dalam jangka panjang, pertumbuhan ini tidak selalu stabil dan tidak merata secara regional, tidak semua peningkatan ini didorong oleh kemajuan yang merata dalam aspek digital dan energi.

Penelitian ini menelaah bagaimana akses listrik (% populasi) dan penggunaan internet (% populasi) berinteraksi serta memengaruhi GDP dalam konteks Indonesia, dengan menggunakan metode Vector Autoregressive (VAR)..

2. KAJIAN TEORITIS

Akses internet dan listrik mendorong pertumbuhan ekonomi dan mengurangi kemiskinan di Indonesia, terutama di daerah tertinggal. Konsumsi listrik, internet, dan ekonomi saling terkait. Namun, akses internet dapat meningkatkan ketimpangan pendapatan. Kebijakan harus fokus pengembangan infrastruktur dan peningkatan keterampilan tenaga kerja agar manfaat teknologi dirasakan secara inklusif dan berkelanjutan. Bagian berikut menguraikan temuan utama dari studi terbaru tentang topik ini.

2.1. Penelitian terdahulu

a. Penetrasi Internet dan Pertumbuhan Ekonomi

Akses internet telah dikaitkan dengan pertumbuhan ekonomi, dengan penelitian menunjukkan bahwa hal itu dapat mengurangi tingkat kemiskinan (Jamil, 2022)]. Namun, manfaat dari pertumbuhan ini tidak merata, yang menyebabkan peningkatan ketidaksetaraan pendapatan (Jamil, 2022)

b. Hubungan konsumsi listrik, akses internet, dan pertumbuhan ekonomi

Hubungan umpan balik jangka panjang antara konsumsi listrik, akses internet, dan pertumbuhan ekonomi (PDB) di Indonesia, menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi energi secara positif mempengaruhi penggunaan TIK dan pertumbuhan ekonomi, sementara pertumbuhan ekonomi dan peningkatan TIK membutuhkan lebih banyak konsumsi energi (Amaluddin, 2020)

c. Pengaruh Akses Internet, Listrik, dan PDRB Per Kapita

Akses internet dan listrik secara signifikan menurunkan kemiskinan di NTT pada 2015–2019, sementara PDRB per kapita tidak berpengaruh signifikan. Ini menunjukkan bahwa pemerataan infrastruktur dasar lebih efektif dalam mengurangi kemiskinan dibanding pertumbuhan ekonomi. Pemerintah disarankan fokus memperluas akses internet dan listrik, terutama di daerah tertinggal (Christiani & Nainupu, 2021)

d. Dampak Penggunaan Internet dan PDB terhadap Konsumsi Listrik

Penggunaan internet dan PDB secara positif mempengaruhi konsumsi listrik di Turki. Hubungan jangka panjang menunjukkan penurunan fluktuasi keseimbangan dari waktu ke waktu (Veysel, Bayram, Fatih, 2017)

e. Implikasi Kebijakan

Untuk memanfaatkan manfaat akses internet, kebijakan harus fokus pada peningkatan keterampilan TIK dan mengurangi hambatan bagi kelompok yang kurang beruntung (Jamil, 2022)]. Sebaliknya, sementara akses internet dapat mendorong peluang ekonomi, itu juga dapat menyebabkan perpindahan pekerjaan di sektor-sektor tertentu, menyoroti perlunya pendekatan yang seimbang untuk adopsi teknologi dan pengembangan tenaga kerja.

2.2. Identifikasi Variabel

a. Akses Listrik (*Access to electricity (% of population)*)

Akses terhadap listrik adalah persentase penduduk yang memiliki akses terhadap listrik. Data elektrifikasi dikumpulkan dari industri, survei nasional, dan sumber internasional (World Bank)

b. Pengguna Internet (*Individuals using the Internet (% of population)*)

Persentase individu dalam populasi yang menggunakan internet pada periode tertentu (World Bank)

c. GDP (*Gross Domestic Product*)

Nilai total dari semua barang dan jasa akhir yang diproduksi di dalam batas-batas suatu negara dalam periode waktu tertentu, biasanya satu tahun (World Bank)

3. METODE PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah hubungan antara penggunaan internet, akses listrik, dan Produk Domestik Bruto (PDB) di Indonesia selama tahun 1994–2023. Penelitian ini menganalisis keterkaitan ketiga variabel tersebut dalam membentuk pembangunan ekonomi digital, menggunakan data time series dari World Bank. Metode yang digunakan adalah Vector Autoregressive (VAR) untuk melihat hubungan jangka pendek dan jangka panjang antarvariabel.

3.2. Jenis dan Sumber Data Penelitian

Sumber data dalam penelitian ini diambil dari world bank dan lembaga statistik nasional yang menyediakan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder.

3.3. Operasional Variabel

- Akses Internet (XI) : Variabel ini diukur dengan menghitung jumlah pengguna internet dalam suatu periode tertentu yang memberikan gambaran tentang seberapa luas penggunaan internet.
- Penggunaan Internet(YI) : Data penggunaan internet diambil world bank yang menilai rata-rata tingkat penggunaan harian seluruh demografi
- GDP ($Y2$) : Dihitung dari total jumlah barang ataupun jasa yang diproduksi oleh indonesia dalam tahun yang akan dianalisis

3.4. Metode Estimasi Data

Penelitian ini menggunakan data *time series* dengan menggunakan salah satu model yaitu model *vector autoregressive (VAR)*. Secara umum persamaan untuk metode VAR dapat digambarkan sebagai berikut :

$$X_t = X_0 + A_1X_{t-1} + A_2X_{t-2} + \dots + A_pX_{t-p} + e_t$$

Dimana:

X_t : Vektor variabel saat periode t

X_0 : Vektor intersep

$A1$: Matrik Koefisien

X_t : Vektor sisaan

a) Uji Stasioneritas

Sebelum melaksanakan analisis VAR, sangat penting untuk menguji stasioneritas masing-masing variabel. Uji yang sering digunakan untuk tujuan ini adalah *Augmented Dickey-Fuller (ADF)*. Data yang bersifat stasioner menunjukkan bahwa nilai rata-rata dan variansnya tetap konstan sepanjang waktu, yang merupakan syarat krusial bagi analisis VAR. Apabila variabel terbukti tidak stasioner, transformasi seperti differencing dapat dilakukan untuk mencapai kondisi stasioner.

b) Lag Optimum

Langkah selanjutnya yang dilakukan dalam metode VAR yaitu menentukan lag optimum. Dilakukan dengan menggunakan kriteria *Akaike Information Criterion (AIC)* dan *Bayesian Information Criterion (BIC)*. Kriteria ini berfungsi untuk menentukan jumlah lag yang optimal guna meminimalkan kesalahan prediksi.

c) Uji Stabilitas VAR

Uji stabilitas VAR dilakukan dengan menghitung akar-akar dari variabel polinomial, VAR dapat dikatakan stabil apabila hasil penjumlahan variabel polinomial masih berada dalam unit circle.

d) Uji Kointegrasi

Tujuan dari dilakukannya uji kointegrasi yaitu untuk mengetahui apakah ada hubungan jangka panjang antara variabel yang diujikan. Jika ditemukan kointegrasi, ini menunjukkan bahwa meskipun variabel mungkin tidak stasioner secara individu, mereka bergerak bersama dalam jangka panjang.

e) Uji Kausalitas Granger

Langkah terakhir yang dilakukan adalah uji kausalitas granger, tujuan dari uji ini yaitu untuk mengetahui apakah lag suatu variabel berpengaruh terhadap variabel lain. Dalam melakukan uji kausalitas, uji F digunakan untuk melihat apakah terdapat informasi tertinggal variabel X membantu memprediksi variabel Y. Secara umum, persamaan untuk uji kausalitas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X_t &= \sum_{i=1}^m \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^n b_j X_{t-j} + \mu_1 \\ Y_t &= \sum_{i=1}^t c_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^p d_j Y_{t-j} + v_1 \end{aligned}$$

f) Estimasi Model VECM

Vector Error Correction Model (VECM) merupakan pengembangan dari model VAR yang dibuat atau dirancang untuk menganalisis data *time series* yang tidak stasioner, tetapi data tersebut memiliki hubungan kointegrasi. Model umum dari VECM adalah sebagai berikut:

$$\Delta y_t = \mu + \sum_{i=1}^p \Gamma_i \Delta y_{t-i} + \alpha \beta^t y_{t-1} + u_t$$

g) Impulse Response Function (IRF)

Merupakan uji yang melihat bagaimana variabel ketika terjadi guncangan atau “shock” mempengaruhi variabel lain. Persamaan untuk IRF adalah sebagai berikut:

$$IRF(h) = \Gamma^h$$

Dimana:

I : Matriks Parameter dari Model VAR

h : Periode Peramalan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Stasioneritas

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 28		
variable: dLogGDP		Number of lags = 0		
H0: Random walk without drift, d = 0				
	Test	Dickey-Fuller		
	statistic	1%	5%	10%
Z(t)	-5.495	-3.730	-2.992	-2.626
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000.				

Gambar 1. Uji Stasioneritas Variabel pada Level

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 28		
Variable: dLogElectricity		Number of lags = 0		
H0: Random walk without drift, d = 0				
	Test	Dickey-Fuller		
	statistic	1%	5%	10%
Z(t)	-4.724	-3.730	-2.992	-2.626
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0001.				

Gambar 2. Uji Stasioneritas Variabel pada First Difference

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 28		
Variable: dLogTUI		Number of lags = 0		
H0: Random walk without drift, d = 0				
	Test	Dickey-Fuller		
	statistic	1%	5%	10%
Z(t)	-9.523	-3.730	-2.992	-2.626
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000.				

Gambar 3. Tabel Hasil Uji ADF (Augmented Dickey-Fuller) Setelah Differencing

Dari tabel diatas, diperoleh hasil uji *Dickey-Fuller test* dengan membandingkan nilai probabilitas antara masing-masing variabel pada tabel *Mackinnon*. Pada hasil uji ADF diatas, nilai probabilitas dari masing-masing variabel menunjukkan nilai $< \alpha$ (5%). Pada pengujian pertama ketiga variabel yang diujikan signifikan pada turunan pertama. Turunan

pertama pada uji tersebut mengindikasikan bahwa secara bersama-sama variabel Akses listrik, pengguna internet dan GDP signifikan pada level

4.2. Jumlah Lag Optimal

Lag-order selection criteria

Sample: 1999 thru 2023 Number of obs = 25

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	20.9827				.000048	-1.43861	-1.39805	-1.29235*
1	28.4879	15.011	9	0.091	.000054	-1.31904	-1.15676	-.733975
2	35.4859	13.996	9	0.122	.000066	-1.15888	-.874902	-.13502
3	48.3885	25.805	9	0.002	.000053	-1.47108	-1.0654	-.008426
4	69.7949	42.813*	9	0.000	.000024*	-2.46359*	-1.93621*	-.562145

* optimal lag
Endogenous: dLogGDP dLogElectricity dLogIUI
Exogenous: _cons

Gambar 4. Penentuan Lag Optimal Berdasarkan Kriteria AIC dan BIC

Vector autoregression

Sample: 1999 thru 2023 Number of obs = 25

Log likelihood = 69.79489 AIC = -2.463591
FPE = .000024 HQIC = -1.936211
Det(Sigma_1) = 7.54e-07 SBIC = -.5621451

Equation	Parms	RNSE	R-sq	chi2	P>chi2
dLogGDP	13	.041938	0.6182	40.48276	0.0001
dLogElectricity	13	1.54913	0.5977	37.14777	0.0002
dLogIUI	13	.04808	0.8652	160.4	0.0000

Gambar 5. Output Estimasi VAR Model – Matriks Koefisien Variabel Endogen

Pendekatan VAR sangat peka terhadap jumlah lag data yang digunakan, sehingga penting untuk menentukan panjang lag yang optimal. Penentuan panjang lag ini berguna untuk memahami durasi periode pengaruh suatu variabel endogen terhadap data di masa lalu serta terhadap variabel endogen lainnya. Berdasarkan tabel diatas, diperoleh lag optimum 4 berdasarkan hasil running dan ditandai dengan banyaknya tanda bintang pada hasil uji.

	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]
dLogGDP					
dLogGDP					
L1.	.1796334	.147076	1.22	0.222	-.1086303 .4678971
L2.	-.1152241	.1035438	-1.11	0.266	-.3181662 .087718
L3.	.456561	.1070664	4.26	0.000	.2467148 .6664073
L4.	.0266433	.1074171	0.25	0.804	-.1838903 .237177
dLogElectricity					
L1.	-.0044236	.0046357	-0.95	0.340	-.0135095 .0046622
L2.	-.002009	.0050123	-0.40	0.689	-.0118328 .0078149
L3.	-.0060355	.0051756	-1.17	0.244	-.0161795 .0041086
L4.	.010485	.0041102	2.55	0.011	.0024291 .0185408
dLogIUI					
L1.	.1063661	.1274003	0.83	0.404	-.1433338 .3560661
L2.	.0887689	.085409	1.04	0.299	-.0786297 .2561674
L3.	-.0948749	.0843067	-1.13	0.260	-.260113 .0703632
L4.	.1258612	.0617313	2.04	0.041	.0048701 .2468522
_cons	-.0046865	.0174762	-0.27	0.789	-.0389393 .0295663

Gambar 6. Output Estimasi VAR Model – Error Correction Term dan Residual

dLogElectricity					
dLogGDP					
L1.	-8.692384	5.432709	-1.60	0.110	-19.3403 1.95553
L2.	-1.451526	3.824711	-0.38	0.704	-8.947822 6.04477
L3.	3.624502	3.954829	0.92	0.359	-4.12682 11.37582
L4.	14.36378	3.967783	3.62	0.000	6.587066 22.14049
dLogElectricity					
L1.	-.4710802	.1712349	-2.75	0.006	-.8066945 -.135466
L2.	-.0855919	.1851432	-0.46	0.644	-.448466 .2772822
L3.	-.0899058	.1911778	-0.47	0.638	-.4646073 .2847958
L4.	.1124287	.1518232	0.74	0.459	-.1851393 .4099968
dLogIUI					
L1.	16.58462	4.705924	3.52	0.000	7.36118 25.80806
L2.	3.985999	3.154846	1.26	0.206	-2.197385 10.16938
L3.	2.689731	3.11413	0.86	0.388	-3.41385 8.793313
L4.	-3.403921	2.280236	-1.49	0.135	-7.873102 1.06526
_cons	-.9899511	.6455387	-1.53	0.125	-2.255184 .2752815

Gambar 7. Output Estimasi VAR Model – Signifikansi dan Statistik Uji T

dLogIUI						
dLogGDP						
L1.	.18108	.1686156	1.07	0.283	-.1494004	.5115605
L2.	-.3800047	.118708	-3.20	0.001	-.6126681	-.1473414
L3.	-.0322388	.1227465	-0.26	0.793	-.2728174	.2083399
L4.	-.0248743	.1231485	-0.20	0.840	-.266241	.2164923
dLogElectricity						
L1.	.0036193	.0053146	0.68	0.496	-.0067972	.0140358
L2.	.0112178	.0057463	1.95	0.051	-.0000447	.0224804
L3.	.0022352	.0059336	0.38	0.706	-.0093945	.0138648
L4.	.0281308	.0047122	5.97	0.000	.0188952	.0373665
dLogIUI						
L1.	.1152065	.1460583	0.79	0.430	-.1710625	.4014755
L2.	-.0749199	.0979173	-0.77	0.444	-.2668343	.1169944
L3.	-.3240789	.0966536	-3.35	0.001	-.5135165	-.1346414
L4.	.1085802	.0707719	1.53	0.125	-.0301302	.2472907
_cons	.0662616	.0200357	3.31	0.001	.0269925	.1055308

Gambar 8. Ringkasan Statistik Model VAR untuk Akses Listrik, Internet, dan GDP

4.3. Uji Stabilitas Var

Eigenvalue stability condition

Eigenvalue	Modulus
.2797468 + .8535596i	.898233
.2797468 - .8535596i	.898233
.8948001	.8948
-.7740294 + .3060559i	.832341
-.7740294 - .3060559i	.832341
-.1117213 + .7557438i	.763957
-.1117213 - .7557438i	.763957
-.4042272 + .6244356i	.743854
-.4042272 - .6244356i	.743854
.6925647 + .2629226i	.740793
.6925647 - .2629226i	.740793
-.4357076	.435708

All the eigenvalues lie inside the unit circle.
VAR satisfies stability condition.

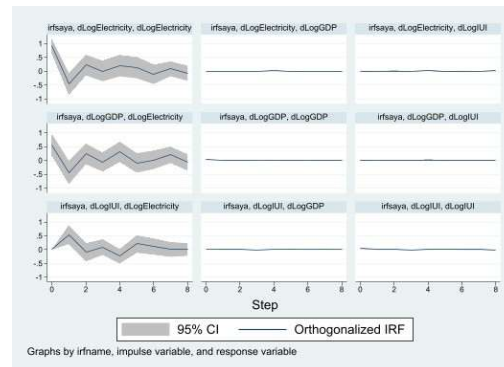
Gambar 9. Hasil Uji Stabilitas Model VAR melalui Nilai Modulus Akar Polinomial

Stabilitas Var dapat diterima ketika

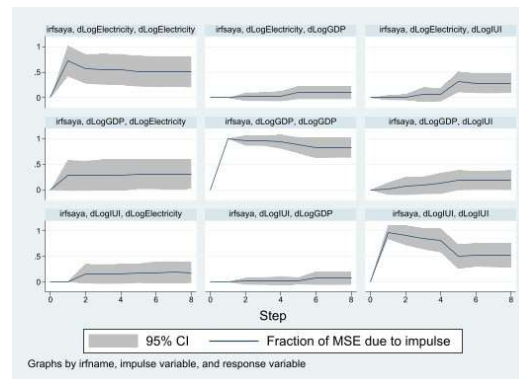
- Semua nilai modul dibawah 1.0, yang menunjukkan bahwa semua eigenvalue berada didalam lingkaran unit
- Nilai Modul tertinggi terdapat pada 0.898233 masih dibawah 1.0

Berdasarkan Gambar 4.9, dapat dilihat bahwa model memiliki var yang stabil, dapat dilihat berdasarkan nilai modul yang berada di bawah 1.0. Model Var yang stabil menunjukkan sistem persamaan memberikan *forecast* yang *reliable* dimana model tidak memiliki masalah eksplosif dalam variabel. Stabilitas dalam var juga memperlihatkan bahwa ketika terjadi *shock* Variabel-Variabel dalam Model tidak akan mengalami kerusakan akan tetapi akan kembali menuju keseimbangan jangka panjang.

4.4. Analisis IRF



Gambar 10. Grafik Impulse Response Function (IRF) – Respons Variabel terhadap Shock Akses Listrik



Gambar 11. Grafik Impulse Response Function (IRF) – Respons Variabel terhadap Shock Pengguna Internet dan GDP

Grafik diatas menggambarkan shock yang terjadi pada variabel dLogElectricity, dLogGDP, dan dLogIUI. Setiap baris pada grafik menunjukkan respon satu variabel terhadap shock variabel lain, sedangkan untuk setiap kolom menunjukkan variabel yang memberikan shock. Sumbu X menunjukkan periode waktu setelah shock dan sumbu Y menunjukkan besarnya respon.

Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa dLogElectricity memberikan shock yang signifikan terhadap dirinya, namun shock ini cenderung akan berkurang dan kembali menuju nol seiring berjalannya waktu. Sedangkan terhadap variabel dLogGDP dan dLogIUI tidak terdapat respon shock yang signifikan. Hal ini menunjukkan tidak adanya kausalitas jangka pendek yang kuat antara tiga variabel tersebut kecuali pada shock yang terjadi pada dLog Electricity sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam jangka pendek hanya dLogElectricity

yang berdampak signifikan terhadap dirinya sedangkan dLogGDP dan dLogIUI tidak berpengaruh apa apa.

4.5. Uji Kointegrasi

Johansen tests for cointegration					Number of obs = 27	
Trend: Constant					Number of lags = 2	
Sample: 1997 thru 2023						
Maximum rank	Params	LL	Eigenvalue	Trace statistic	Critical value	
0	12	-9.3723387	.	68.0088	29.68	5%
1	17	5.6985037	0.67253	37.8671	15.41	
2	20	17.454836	0.58140	14.3544	3.76	
3	21	24.632061	0.41236			

Gambar 12. Hasil Uji Kointegrasi Johansen – Hubungan Jangka Panjang antar Variabel

Uji ini digunakan menggunakan Johansen tests, dimana uji bertujuan untuk mengetahui apakah adanya hubungan jangka panjang antar Variabel dalam model. Hipotesis Nol (H_0) untuk setiap rank adalah sebagai berikut

$r = 0 \Rightarrow$ menandakan tidak ada kointegrasi

$r = 1 \Rightarrow$ Menandakan maksimal 1 kointegrasi

$r = 2 \Rightarrow$ Menandakan maksimal 2 kointegrasi

- Pada rank 0, trace statistik menunjukkan angka (68.088) dimana angka ini jauh lebih besar daripada Critical Value pada 5% (29.68) yang menunjukkan adanya kointegrasi, sehingga kita harus menolak H_0 (tidak ada Kointegrasi)
- Pada rank 1, trace statistik menunjukkan angka (37.8671) dimana angka ini juga jauh lebih besar daripada critical value pada 5% (15.41) yang menunjukkan adanya kointegrasi lebih dari satu, sehingga kita harus menolak H_0
- Pada rank 2, trace statistik menunjukkan angka (14.3544) dimana angka ini lagi lagi jauh lebih besar daripada critival value pada 5% (3.76) sehingga kita harus menolak H_0 dikarenakan adanya kointegrasi yang lebih dari dua.

Berdasarkan Gambar 4.12, dapat disimpulkan bahwa ketiga variabel yang diuji memiliki kointegrasi yang kuat dan bergerak bersama dalam jangka panjang.

4.6. Uji Granger Causality

Granger causality Wald tests

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
dLogGDP	dLogElectricity	11.745	4	0.019
dLogGDP	dLogIUI	6.8668	4	0.143
dLogGDP	ALL	25.79	8	0.001
dLogElectricity	dLogGDP	14.172	4	0.007
dLogElectricity	dLogIUI	16.358	4	0.003
dLogElectricity	ALL	18.122	8	0.020
dLogIUI	dLogGDP	10.812	4	0.029
dLogIUI	dLogElectricity	45.537	4	0.000
dLogIUI	ALL	95.749	8	0.000

Gambar 13. Hasil Uji Granger Causality antar Variabel Akses Listrik, Internet, dan GDP

Hasil Uji Granger Casuality digunakan untuk menunjukkan apakah variabel diatas memiliki hubungan satu arah atau dua arah atau bahkan tidak memiliki hubungan sama sekali.

Intrepetasi Hasil untuk setiap Variabel

a) Persamaan DlogGDP

- dLogElectricity terhadap dLogGDP: Prob = 0.019 < 0.05, sehingga dLogElectricity menyebabkan dLogGDP secara Granger
- dLogIUI terhadap dLogGDP: Prob = 0.143 > 0.05, sehingga dLogIUI tidak menyebabkan dLogGDP secara Granger

Secara bersama-sama (ALL): Prob = 0.001 < 0.05, hal ini menunjukkan bahwa variabel dlogIUI dan dLog Electricity secara bersama sama menyebabkan dLogGDP

b) Persamaan dLogElectricity:

- dLogGDP terhadap dLogElectricity: Prob = 0.007 < 0.05, sehingga dLogGDP menyebabkan dLogElectricity secara Granger
- dLogIUI terhadap dLogElectricity: Prob = 0.003 < 0.05, sehingga dLogIUI menyebabkan dLogElectricity secara Granger

Secara bersama-sama (ALL): Prob = 0.020 < 0.05, menunjukkan variabel lainnya yaitu dLogGDP dan dLogIUI menyebabkan dLog Electricity

c) Persamaan dLogIUI:

- dLogGDP terhadap dLogIUI: Prob = 0.029 < 0.05, sehingga dLogGDP menyebabkan dLogIUI secara Granger
- dLogElectricity terhadap dLogIUI: Prob = 0.000 < 0.05, sehingga dLogElectricity menyebabkan dLogIUI secara Granger

Secara bersama-sama (ALL): Prob = 0.000 < 0.05, menunjukkan variabel lain yaitu dLogGDP dan dLogElectricity menyebabkan dLogIUI

Kesimpulan Hubungan Kausalitas

Dari hasil uji tersebut, dapat disimpulkan terdapat hubungan kausalitas bilateral antara beberapa variabel:

- dLogGDP ↔ dLogElectricity: Hubungan timbal balik (bidirectional causality)
- dLogElectricity → dLogIUI: Hubungan satu arah dari electricity ke IUI
- dLogGDP → dLogIUI: Hubungan satu arah dari GDP ke IUI
- dLogIUI ↗ dLogGDP: Tidak ada hubungan kausalitas dari IUI ke GDP

Hasil ini menunjukkan adanya saling ketergantungan yang kompleks antara ketiga variabel ekonomi tersebut, dengan dLogElectricity dan dLogGDP yang saling mempengaruhi, sedangkan dLogIUI lebih bersifat sebagai variabel yang dipengaruhi oleh kedua variabel lainnya.

5. KESIMPULAN

- a. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan jangka panjang yang signifikan antara akses listrik, penggunaan internet, dan Produk Domestik Bruto (PDB) di Indonesia. Hasil uji kointegrasi Johansen mengonfirmasi bahwa ketiga variabel bergerak bersama dalam jangka panjang, yang berarti bahwa pembangunan infrastruktur dasar seperti listrik dan internet dapat berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi secara berkelanjutan.
- b. Melalui uji Granger Causality, ditemukan bahwa terdapat hubungan timbal balik antara PDB dan akses listrik, serta hubungan satu arah dari PDB dan listrik terhadap penggunaan internet. Namun, penggunaan internet tidak terbukti menyebabkan peningkatan PDB secara langsung, yang mengindikasikan bahwa dampak internet terhadap pertumbuhan ekonomi membutuhkan perantara lain, seperti literasi digital dan kapasitas SDM.
- c. Analisis Impulse Response Function (IRF) menunjukkan bahwa guncangan terhadap variabel listrik memberikan respon yang signifikan terhadap dirinya sendiri, tetapi tidak terlalu berdampak pada variabel GDP dan penggunaan internet dalam jangka pendek. Hal ini memperkuat bukti bahwa pengaruh utama antarvariabel bersifat jangka panjang, bukan instan.
- d. Model VAR yang digunakan dalam penelitian terbukti stabil berdasarkan uji akar polinomial, yang berarti bahwa model ini dapat diandalkan untuk memproyeksikan

hubungan antar variabel di masa depan tanpa risiko ketidakstabilan sistem. Stabilitas model juga mendukung validitas temuan hubungan jangka panjang yang dihasilkan dari analisis.

- e. Secara keseluruhan, hasil analisis mengarah pada kesimpulan bahwa pembangunan ekonomi digital di Indonesia perlu dimulai dari fondasi utama, yaitu pemerataan listrik dan akses internet, sebelum berharap pada dampak signifikan terhadap pertumbuhan ekonom.

SARAN

Berdasarkan hasil analisis VAR yang menunjukkan pengaruh signifikan log GDP dan akses listrik terhadap penggunaan internet individu, serta dampak simultan akses listrik dan internet terhadap GDP, saran penelitian ini mencakup empat rekomendasi utama. Pertama, percepatan rasio elektrifikasi 100% dengan energi terbarukan seperti PLTS komunal dan mikrohidro, terutama di 140 desa tertinggal di Papua, Maluku, dan Nusa Tenggara, melalui program Desa Mandiri Energi yang melibatkan BUMDes. Kedua, pemerataan infrastruktur internet via skema kolaboratif seperti *shared infrastructure* antaroperator dan penguatan program USO oleh BAKTI Kominfo untuk menjangkau daerah 3T. Ketiga, peningkatan literasi digital dan pelatihan TIK bagi UMKM dan masyarakat desa melalui kurikulum pendidikan dasar serta pusat pelatihan kecamatan berbasis *e-commerce* dan keuangan digital. Keempat, sinergi multipihak (pemerintah, swasta, akademisi, masyarakat) dalam pembangunan digital melalui PPP, pengembangan aplikasi lokal, dan program inkubasi untuk memastikan transformasi digital inklusif dan berkelanjutan. Dengan demikian, kebijakan ini tidak hanya memperkuat infrastruktur tetapi juga memberdayakan masyarakat secara holistik.

DAFTAR REFERENSI

- Amaluddin. (2020). The Dynamic Link of Electricity Consumption, Internet Access and Economic Growth in 33 Provinces of Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*. <https://doi.org/10.32479/ijeep.9249>
- Bappenas. (2020). *Transformasi Digital Indonesia 2020–2024*. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Christiani, Nainupu. (2021) Pengaruh Akses Terhadap Internet, Listrik dan PDRB Per Kapita
- Eka, H., Maruto, P., & Basuki, U. (2019). Analisis pengaruh investasi dan budget deficit terhadap pertumbuhan di Indonesia. *Diponegoro Journal of Economics*, 1(1), 67–79. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/dje>
- James, J. (2006). Digital divide across all citizens of the world: A new concept. *Social Indicators Research*, 78(2), 297–310.
- Jamil, H. (2022). Less inclusive growth in indonesia? the unintended consequences of internet

- penetration. *Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Kewirausahaan: JEBIK*, 11(2), 197.
<https://doi.org/10.26418/jebik.v11i2.53871>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2023). Kinerja Sektor ESDM 2023. <https://esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/kinerja-sektor-esdm-2023-perluas-akses-energi-prioritaskan-kebutuhan-domestik-dan-jaga-daya-saing-lewat-transisi-energi>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2023). Kinerja sektor ESDM 2023: Perluas akses energi, prioritaskan kebutuhan domestik, dan jaga daya saing lewat transisi energi.
<https://esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/kinerja-sektor-esdm-2023-perluas-akses-energi-prioritaskan-kebutuhan-domestik-dan-jaga-daya-saing-lewat-transisi-energi>
- Panda.id. (2024). Peran Pemerintah dalam Meningkatkan Akses Teknologi dan Internet di Desa. <https://www.panda.id/peran-pemerintah-dalam-meningkatkan-akses-teknologi-dan-internet-di-desa/>
- Syahnur, S., & Dawood, T. C. (2023). How Population, Economic, Inequality and Unemployment Contribute Affect Indonesian's Poverty. 2(1), 8–14.
<https://doi.org/10.56225/ijassh.v2i1.92>
- Terhadap Tingkat Kemiskinan di Nusa Tenggara Timur Tahun 2015-2019. *JSTAR* 1(1), 37-52.
- The Conversation Indonesia. (2021). Puluhan triliun untuk infrastruktur internet: Benarkah bisa atasi kesenjangan digital di Indonesia? <https://theconversation.com/puluhan-triliun-untuk-infrastruktur-internet-benarkah-bisa-atasi-kesenjangan-digital-di-indonesia-160698>
- The Conversation Indonesia. (2021, Mei 21). Puluhan triliun untuk infrastruktur internet: Benarkah bisa atasi kesenjangan digital di Indonesia? <https://theconversation.com/puluhan-triliun-untuk-infrastruktur-internet-benarkah-bisa-atasi-kesenjangan-digital-di-indonesia-160698>
- World Bank. (2023). Access to electricity (% of population) [Indikator EG.ELC.ACCS.ZS]. Dalam *World Development Indicators*.
<https://databank.worldbank.org/metadataglossary/world-development-indicators/series/EG.ELC.ACCS.ZS>
- World Bank. (2024). Access to electricity (% of population) – Indonesia (1994–2023). <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=ID>
- World Bank. (2024). GDP (current US\$) – Indonesia (1994–2023). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=ID>
- World Bank. (2024). Individuals using the Internet (% of population) – Indonesia (1994–2023). <https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS?locations=ID>
- Zulfikar, R., & Adiyanta, H. (2021). Internet dan ketimpangan ekonomi: Sebuah studi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 22(2), 117–129.