

## Hubungan Kausalitas Infrastruktur Transportasi Jalan dan Pertumbuhan Ekonomi Regional di Provinsi Jambi Periode 2013–2024

Novia Magdalena Br. Tindaon<sup>1</sup>, Zulgani<sup>2</sup>, Etik Umiyati<sup>3</sup>

Prodi Ekonomi Pembangunan Fak. Ekonomi dan Bisnis Universitas Jambi <sup>1,2,3</sup>

Email: [noviatindaon16@gmail.com](mailto:noviatindaon16@gmail.com)

Informasi	Abstract
Volume : 3	<p><i>This study examines the causal relationship between road transportation infrastructure and regional economic growth in Jambi Province during 2013Q1–2024Q4. The analysis uses quarterly time-series data derived from Gross Regional Domestic Product at constant prices and the road-good-condition indicator, then applies the Augmented Dickey-Fuller test, optimal lag selection, VAR stability testing, Johansen cointegration, Granger causality, and a Vector Error Correction Model. The results indicate a one-way short-run causal pattern: economic growth Granger-causes road infrastructure, while road infrastructure does not Granger-cause economic growth. However, both variables are cointegrated, showing a long-run equilibrium relationship. The findings suggest that improvements in road quality in Jambi tend to follow expanding economic activity and fiscal capacity, whereas the economic benefits of road development are more visible in the long term than in quarterly movements.</i></p> <p><b>Keyword:</b> road infrastructure, economic growth, Granger causality, VECM, Jambi Province</p>
Nomor : 4	
Bulan : April	
Tahun : 2026	
E-ISSN : 3062-9624	

### Abstrak

Penelitian ini menganalisis hubungan kausalitas antara infrastruktur transportasi jalan dan pertumbuhan ekonomi regional di Provinsi Jambi selama 2013Q1–2024Q4. Data runtun waktu triwulanan disusun dari PDRB atas dasar harga konstan dan indikator jalan berkondisi baik, kemudian dianalisis dengan uji Augmented Dickey-Fuller, pemilihan lag optimum, uji stabilitas VAR, kointegrasi Johansen, kausalitas Granger, dan Vector Error Correction Model. Hasil penelitian menunjukkan adanya kausalitas satu arah dalam jangka pendek, yaitu pertumbuhan ekonomi memengaruhi infrastruktur jalan, sedangkan infrastruktur jalan tidak memengaruhi pertumbuhan ekonomi. Meskipun demikian, kedua variabel terbukti berkointegrasi sehingga memiliki hubungan keseimbangan jangka panjang. Temuan ini menegaskan bahwa pembangunan jalan di Jambi cenderung merespons ekspansi aktivitas ekonomi, sementara manfaat ekonomi dari perbaikan jalan lebih terlihat dalam horizon jangka panjang daripada perubahan pertumbuhan ekonomi triwulanan.

**Kata Kunci:** infrastruktur jalan, pertumbuhan ekonomi, kausalitas Granger, VECM, Provinsi Jambi

### A. PENDAHULUAN

Infrastruktur transportasi jalan merupakan prasyarat dasar bagi berjalannya aktivitas ekonomi regional. Jalan menghubungkan pusat produksi dengan pasar, kawasan pertanian dan pertambangan dengan jalur distribusi, serta kabupaten dan kota dengan pusat jasa, sehingga kualitas jaringan jalan berpengaruh terhadap biaya logistik, waktu tempuh, dan

kemudahan mobilitas tenaga kerja. Dalam konteks provinsi yang struktur ekonominya masih bertumpu pada sektor primer, kualitas jalan menjadi penentu penting bagi daya saing wilayah.

Provinsi Jambi mempunyai posisi geografis strategis di Pulau Sumatera, terutama sebagai penghubung antara kawasan tengah dan timur serta sebagai jalur distribusi komoditas perkebunan, pertanian, dan pertambangan. Namun, kapasitas ekonomi daerah tidak selalu bergerak searah dengan kualitas infrastruktur. Data pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup lebar pada 2019–2023, sementara data jalan provinsi berkondisi baik baru mencapai 697,16 km pada 2024. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan infrastruktur belum sepenuhnya seragam antarwilayah dan menimbulkan pertanyaan apakah jalan berperan sebagai pendorong pertumbuhan, atau justru pertumbuhan ekonomi yang mendorong perbaikan jalan.

Literatur internasional menunjukkan hasil yang tidak selalu seragam. Banerjee, Duflo, dan Qian (2020) menemukan bahwa akses terhadap infrastruktur transportasi meningkatkan PDB per kapita sektor-sektor tertentu, tetapi tidak selalu langsung menaikkan laju pertumbuhan ekonomi. Herzog (2021) juga menegaskan bahwa jaringan transportasi nasional dapat meningkatkan akses pasar dan penyerapan kerja, walaupun efeknya berbeda antarwilayah. Di sisi lain, Zhang dan Cheng (2023) menunjukkan bahwa infrastruktur transportasi berdampak positif dalam jangka panjang, tetapi efek jangka pendeknya dapat lemah atau bahkan berbeda arah. Temuan-temuan tersebut memberi isyarat bahwa hubungan infrastruktur dan pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh horizon waktu dan karakteristik wilayah.

Dalam konteks Indonesia, Nawir, Bakri, dan Syarif (2023) menekankan pentingnya peran pemerintah dalam memastikan pembangunan jalan terhubung dengan agenda pertumbuhan daerah. Lestari dkk. (2025) menunjukkan bahwa infrastruktur jalan dapat bekerja lebih efektif ketika terhubung dengan kapasitas keuangan daerah dan pengembangan sektor produktif. Sementara itu, Saraswati dkk. (2021) menggarisbawahi bahwa infrastruktur transportasi di Sumatra tidak selalu meningkatkan output secara langsung, melainkan dapat bekerja melalui perubahan aksesibilitas, distribusi penduduk, dan perluasan aktivitas ekonomi. Dengan demikian, hubungan jalan dan pertumbuhan perlu diuji secara empiris untuk kasus spesifik Provinsi Jambi.

Secara teoritis, pendekatan pertumbuhan endogen memandang infrastruktur sebagai bagian dari modal publik yang dapat memperbesar produktivitas faktor-faktor produksi,

memperluas pasar, dan menurunkan biaya transaksi. Akan tetapi, dalam data runtun waktu, korelasi antara dua variabel belum tentu mencerminkan hubungan sebab-akibat. Karena itu, pendekatan kausalitas Granger relevan untuk menguji apakah nilai masa lalu dari satu variabel membantu menjelaskan perubahan variabel lain. Ketika variabel juga berkointegrasi, hubungan jangka panjang perlu dianalisis dengan VECM agar pengaruh jangka pendek dan mekanisme penyesuaian menuju keseimbangan dapat terlihat secara simultan.

Penelitian ini berangkat dari dua kesenjangan. Pertama, kajian tentang transportasi jalan di Jambi lebih sering bersifat deskriptif kebijakan dan belum banyak menguji arah kausalitas dengan pertumbuhan ekonomi menggunakan data triwulanan. Kedua, hasil penelitian terdahulu menunjukkan kemungkinan adanya perbedaan antara pengaruh jangka pendek dan jangka panjang. Oleh sebab itu, studi ini tidak hanya menguji apakah hubungan tersebut signifikan, tetapi juga menelaah arah hubungan, keberadaan kointegrasi, dan kecepatan penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang.

Pertanyaan penelitian ini adalah bagaimana arah dan bentuk hubungan antara infrastruktur transportasi jalan dan pertumbuhan ekonomi regional di Provinsi Jambi selama 2013–2024. Tujuan penelitian adalah menganalisis apakah kedua variabel saling memengaruhi dalam jangka pendek, apakah terdapat hubungan jangka panjang, dan bagaimana implikasi hasil tersebut bagi prioritas pembangunan daerah. Dengan demikian, naskah ini diharapkan memberi kontribusi empiris bagi perumusan kebijakan jalan yang lebih terarah, terutama pada koridor yang langsung berkaitan dengan sektor-sektor penggerak PDRB Jambi.

## **B. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain explanatory time series. Unit analisisnya adalah Provinsi Jambi, sedangkan periode observasi mencakup 2013Q1–2024Q4 sehingga tersedia 48 observasi triwulanan. Variabel dependen adalah pertumbuhan ekonomi regional yang direpresentasikan oleh laju pertumbuhan PDRB atas dasar harga konstan. Variabel independen adalah infrastruktur transportasi jalan yang diprosikan melalui indikator kualitas atau kondisi jalan provinsi berkategori baik. Data dasar bersumber dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi dan dokumen teknis pemerintah daerah, kemudian disusun menjadi seri triwulanan melalui pengolahan data sebagaimana ditunjukkan dalam naskah sumber.

Tahap pertama analisis adalah uji stasioneritas dengan Augmented Dickey-Fuller (ADF).

Pengujian ini diperlukan agar hubungan yang diestimasi tidak bersifat semu akibat adanya akar unit. Dalam penelitian ini, tingkat signifikansi yang digunakan adalah 10 persen sebagaimana diadopsi dalam naskah sumber. Jika variabel tidak stasioner pada level, data didiferensiasi sampai mencapai derajat integrasi yang sama.

Tahap kedua adalah pemilihan lag optimum dengan kriteria Akaike Information Criterion (AIC), dibantu informasi LR, FPE, SC, dan HQ. Lag optimum diperlukan untuk menangkap dinamika penyesuaian antarkomponen waktu tanpa membuat model terlalu padat. Setelah itu dilakukan uji stabilitas VAR melalui roots of characteristic polynomial. Model dinyatakan stabil apabila seluruh modulus akar berada di bawah satu.

Tahap ketiga adalah uji kointegrasi Johansen untuk mengetahui apakah pertumbuhan ekonomi dan kualitas jalan mempunyai keseimbangan jangka panjang. Bila variabel terbukti berkointegrasi, maka model yang tepat adalah Vector Error Correction Model (VECM). Selanjutnya, arah pengaruh jangka pendek diperiksa dengan uji kausalitas Granger. Dalam konteks ini, suatu variabel dikatakan menyebabkan variabel lain dalam arti Granger apabila nilai masa lalunya mampu meningkatkan kemampuan prediksi terhadap variabel yang dijelaskan.

Tahap akhir adalah estimasi VECM untuk memisahkan hubungan jangka pendek dan jangka panjang. Koefisien error correction term menunjukkan kecepatan penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang, sedangkan koefisien lag-lag diferensiasi menunjukkan dinamika jangka pendek. Agar hasil tetap ringkas dan sesuai format artikel jurnal, bagian hasil hanya menampilkan tabel ringkasan pengujian inti, terutama yang berkaitan langsung dengan kelayakan model, uji kausalitas Granger, dan implikasi VECM.

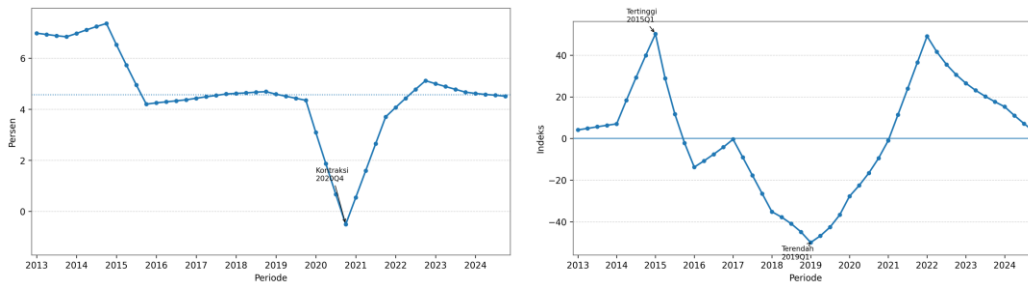
### **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Selama periode observasi, pertumbuhan ekonomi Provinsi Jambi menunjukkan pola yang berfluktuasi. Pada 2013–2014, pertumbuhan ekonomi berada pada fase ekspansi tinggi dengan kisaran 6,84–7,36 persen. Sesudah itu terjadi perlambatan pada 2015–2016, stabilisasi pada 2017–2019, lalu kontraksi tajam pada 2020 ketika pertumbuhan turun hingga -0,51 persen pada triwulan IV. Sejak 2021 ekonomi mulai pulih dan kembali berada di kisaran empat hingga lima persen pada 2022–2024. Rata-rata pertumbuhan selama 2013Q1–2024Q4 mencapai 4,57 persen.

Sementara itu, indikator kualitas jalan memperlihatkan pola yang lebih volatil dibanding pertumbuhan ekonomi. Indeks kualitas jalan berkondisi baik meningkat tajam sampai

2015Q1 dengan nilai tertinggi 50,2, kemudian turun panjang hingga mencapai -50,0 pada 2019Q1. Perbaikan kembali terjadi setelah 2021 dan berlanjut sampai 2024, walaupun dengan kecenderungan melandai. Perbedaan pola kedua variabel mengisyaratkan bahwa manfaat jalan tidak selalu langsung tercermin pada perubahan pertumbuhan ekonomi triwulanan.

**Perkembangan Pertumbuhan Ekonomi dan Indeks Kualitas Jalan Provinsi Jambi**



Sumber : Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi (data diolah, 2025).

**Tabel 1. Hasil uji stasioneritas data pertumbuhan ekonomi**

Null Hypothesis: D(PERTUMBUHANEKONOMI) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.907592	0.0522
Test critical values:	1% level	-3.581152	
	5% level	-2.926622	
	10% level	-2.601424	

**Tabel 2. Hasil uji stasioneritas data kondisi jalan**

Null Hypothesis: D(INFRASTRUKTURJALAN) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.956535	0.0467
Test critical values:	1% level	-3.581152	
	5% level	-2.926622	
	10% level	-2.601424	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Kedua variabel menjadi stasioner setelah diferensiasi pertama. Nilai probabilitas pertumbuhan ekonomi sebesar 0,0522 masih berada di bawah taraf signifikansi 10 persen,

sedangkan probabilitas infrastruktur jalan sebesar 0,0467 sudah berada di bawah 5 persen. Temuan ini menegaskan bahwa syarat dasar analisis VAR-VECM telah terpenuhi sehingga pengujian dapat dilanjutkan pada tahap pemilihan lag, kausalitas Granger, kointegrasi, dan estimasi VECM.

**Tabel 3. Hasil penentuan lag optimum**

VAR Lag Order Selection Criteria

Endogenous variables: D(INFRASTRUKTURJALAN) D(PERTUMBUHANEKONOMI)

Exogenous variables: C

Date: 12/10/25 Time: 16:00

Sample: 2013Q1 2024Q4

Included observations: 43

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-187.7122	NA	23.29145	8.823824	8.905740	8.854032
1	-162.0147	47.80928	8.493814	7.814638	8.060387*	7.905263
2	-155.1290	12.17017	7.439296	7.680417	8.089998	7.831458*
3	-152.7230	4.028666	8.041754	7.754556	8.327970	7.966013
4	-146.5606	9.745153*	7.321267*	7.653980*	8.391227	7.925854

Kriteria informasi menunjukkan nilai AIC minimum pada lag 4, sehingga panjang lag tersebut dipakai pada pengujian lanjutan. Pemilihan lag ini cukup memadai untuk menangkap dinamika triwulanan kedua variabel tanpa membuat model kehilangan derajat kebebasan secara berlebihan.

**Tabel 4. Hasil uji kausalitas Granger**

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 12/10/25 Time: 18:25

Sample: 2013Q1 2024Q4

Lags: 4

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
PERTUMBUHANEKONOMI does not Granger Cause INFRASTRUKTURJALAN	44	3.23602	0.0232
INFRASTRUKTURJALAN does not Granger Cause PERTUMBUHANEKONOMI		1.19723	0.3293

**Tabel 5. Hasil uji kointegrasi**

Series: D(INFRASTRUKTURJALAN) D(PERTUMBUHANEKONOMI)

Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.226203	16.51731	15.49471	0.0350
At most 1 *	0.127876	5.746595	3.841465	0.0165

Uji Granger menunjukkan kausalitas satu arah dari pertumbuhan ekonomi ke infrastruktur jalan, sedangkan uji Johansen menegaskan adanya hubungan jangka panjang antara kedua variabel. Dengan demikian, perubahan ekonomi daerah berperan sebagai pemicu pembangunan jalan dalam jangka pendek, sementara keterkaitan struktural keduanya tetap terjaga dalam horizon jangka panjang.

**Tabel 6. Hasil VECM jangka panjang**

Vector Error Correction Estimates

Date: 12/10/25 Time: 19:05

Sample (adjusted): 2014Q3 2024Q4

Included observations: 42 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

Cointegrating Eq:	CointEq1
D(INFRASTRUKTURJALAN(-1))	1.000000
D(PERTUMBUHANEKONOMI(-1))	39.30873 (14.3761) [2.73431]
C	2.262550

Estimasi VECM memperlihatkan bahwa dalam jangka panjang pertumbuhan ekonomi tetap terhubung dengan kualitas jalan. Koefisien kointegrasi pertumbuhan ekonomi pada persamaan jangka panjang bernilai 39,30873 dengan t-statistic 2,73431, sehingga hubungan jangka panjang dapat dinilai signifikan. Di sisi lain, respons jangka pendek yang tercermin dari lag-lag perubahan variabel tidak menunjukkan pola pengaruh yang konsisten terhadap pertumbuhan ekonomi. Hal ini menandakan bahwa manfaat jalan lebih muncul melalui proses penyesuaian bertahap, bukan melalui dorongan langsung dalam satu atau dua triwulan.

Temuan ini memperkuat argumen bahwa jalan di Provinsi Jambi lebih bekerja sebagai infrastruktur penopang struktural. Perbaikan jalan baru memberi manfaat ekonomi ketika jaringan yang dibangun cukup terhubung dengan pusat produksi, distribusi, dan pasar. Karena itu, hasil Jambi lebih dekat pada pandangan bahwa pembangunan jalan memerlukan

waktu, kesinambungan investasi, dan integrasi dengan sektor produktif sebelum manfaat ekonominya tercermin pada laju pertumbuhan jangka pendek.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hasil ini menempatkan Jambi pada posisi yang menarik. Banerjee dkk. (2020) dan Saraswati dkk. (2021) sama-sama menunjukkan bahwa infrastruktur transportasi dapat memperkuat akses ekonomi, tetapi dampaknya tidak selalu langsung terlihat pada pertumbuhan agregat. Di sisi lain, hasil kausalitas satu arah dalam penelitian ini menegaskan bahwa ekspansi ekonomi daerah lebih dahulu memperbesar kebutuhan dan kapasitas pembiayaan pembangunan jalan, sehingga kebijakan infrastruktur cenderung mengikuti dorongan pertumbuhan regional.

Ketiadaan pengaruh jangka pendek yang kuat juga dapat dibaca dari karakteristik struktur ekonomi Jambi sendiri. Sebagian besar kegiatan unggulan daerah, seperti perkebunan, pertambangan, perdagangan antardaerah, dan industri pengolahan dasar, memerlukan dukungan jaringan jalan yang berkesinambungan, bukan hanya perbaikan pada satu ruas tertentu. Dengan demikian, tambahan kualitas jalan baru akan memberikan dampak ekonomi yang lebih nyata apabila terhubung dengan pusat produksi, sentra distribusi, pelabuhan, dan kawasan permukiman yang menjadi asal tenaga kerja. Tanpa keterhubungan semacam itu, perbaikan jalan lebih dulu meningkatkan kelancaran mobilitas dan efisiensi logistik, sedangkan pengaruhnya terhadap angka pertumbuhan agregat baru muncul setelah kapasitas produksi dan aktivitas pasar ikut menyesuaikan.

Implikasi kebijakan dari temuan ini adalah bahwa evaluasi pembangunan jalan tidak cukup hanya bertumpu pada target fisik tahunan atau perubahan kilometer jalan baik. Pemerintah daerah perlu menghubungkan investasi jalan dengan peta komoditas unggulan, simpul distribusi, dan kawasan yang mempunyai efek pengganda tinggi. Pendekatan tersebut akan membuat belanja infrastruktur lebih selektif, karena ruas yang dibangun benar-benar mendukung rantai pasok regional dan memperbesar peluang terbentuknya manfaat ekonomi jangka panjang. Dalam konteks itulah, hasil penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan kebijakan jalan di Jambi sangat bergantung pada integrasi antara perencanaan infrastruktur, arah investasi swasta, dan penguatan sektor-sektor produktif utama.

#### **D. KESIMPULAN**

Penelitian ini menunjukkan bahwa hubungan antara infrastruktur transportasi jalan dan pertumbuhan ekonomi regional di Provinsi Jambi tidak bersifat timbal balik dalam jangka pendek. Hasil uji kausalitas Granger memperlihatkan bahwa pertumbuhan ekonomi

memengaruhi infrastruktur jalan, sedangkan infrastruktur jalan tidak memengaruhi pertumbuhan ekonomi pada horizon triwulanan. Meskipun demikian, uji kointegrasi Johansen dan estimasi VECM menegaskan bahwa kedua variabel mempunyai hubungan jangka panjang. Artinya, jalan tetap penting bagi ekonomi daerah, tetapi manfaatnya lebih bersifat gradual dan struktural daripada langsung.

Secara substantif, temuan ini menempatkan jalan sebagai infrastruktur strategis yang bekerja melalui penguatan konektivitas, efisiensi distribusi, dan dukungan terhadap sektor-sektor produktif. Karena itu, evaluasi kebijakan jalan di Jambi perlu menekankan keberlanjutan jaringan dan keterhubungan dengan pusat pertumbuhan ekonomi, bukan hanya capaian fisik tahunan atau perubahan pertumbuhan ekonomi sesaat.

### **Saran**

Pemerintah Provinsi Jambi perlu menempatkan pembangunan jalan dalam kerangka kebijakan jangka panjang yang berorientasi pada konektivitas ekonomi. Prioritas sebaiknya diberikan pada ruas yang melayani kawasan perkebunan, pertambangan, industri pengolahan, serta jalur distribusi utama antarkabupaten/kota. Selain itu, program perbaikan jalan perlu diintegrasikan dengan strategi peningkatan investasi dan penguatan fiskal daerah agar manfaat jangka panjang infrastruktur dapat lebih cepat diterjemahkan menjadi pertumbuhan ekonomi yang inklusif. Untuk penelitian berikutnya, model dapat diperluas dengan memasukkan variabel investasi, belanja modal pemerintah, atau volume perdagangan antardaerah agar mekanisme transmisi pengaruh jalan terhadap pertumbuhan dapat dijelaskan dengan lebih lengkap.

### **E. DAFTAR PUSTAKA**

- Apurv, R., & Uzma, S. H. (2021). The impact of infrastructure investment and development on economic growth on BRICS. *Indian Growth and Development Review*, 14(1), 122–147.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi. (2024). *Provinsi Jambi dalam Angka 2024*. Jambi: BPS Provinsi Jambi.
- Banerjee, A., Duflo, E., & Qian, N. (2020). On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China. *Journal of Development Economics*, 145, 102442.
- Ekeocha, D. O., Ogbuabor, J. E., & Orji, A. (2022). Public infrastructural development and economic performance in Africa: New evidence from panel data analysis. *Economic Change and Restructuring*, 55(2), 931–950.
- Herzog, I. (2021). National transportation networks, market access, and regional economic

- growth. *Journal of Urban Economics*, 122, 103316.
- Lestari, R. I., Wardono, B., Handajani, M., Supari, S., Juniati, H., Sunarno, M. T. D., & Prayogi, E. (2025). The interplay of road infrastructure and regional finance in driving economic growth: Insights from East Kalimantan. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(1), 100444.
- Mohmand, Y. T., Mehmood, F., Mughal, K. S., & Aslam, F. (2021). Investigating the causal relationship between transport infrastructure, economic growth and transport emissions in Pakistan. *Research in Transportation Economics*, 88, 100972.
- Nawir, D., Bakri, M. D., & Syarif, I. A. (2023). Central government role in road infrastructure development and economic growth in the form of future study: The case of Indonesia. *City, Territory and Architecture*, 10(1).
- Prus, P., & Sikora, M. (2021). The impact of transport infrastructure on the sustainable development of the region—Case study. *Agriculture*, 11(4), 1–15.
- Saraswati, Z. F., Pramudhita, N., Pradono, Wijayanti, G. M., & Sefianiz, D. (2021). Transportation infrastructure relations on economic growth in Sumatra Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 830(1).
- Varghese, A. M., & Prakash, R. (2025). Transportation infrastructure and economic growth: Does there exist causality and spillover? A systematic review and research agenda. *Transportation Research Procedia*, 82, 2618–2632.
- Zhang, J., Zhang, R., Xu, J., Wang, J., & Shi, G. (2021). Infrastructure investment and regional economic growth: Evidence from Yangtze River Economic Zone. *Land*, 10(3), 1–14.
- Zhang, Y., & Cheng, L. (2023). The role of transport infrastructure in economic growth: Empirical evidence in the UK. *Transport Policy*, 133, 223–233.