

Dinamika Pertumbuhan Ekonomi Regional Sumatera Utara : Integrasi Infrastruktur Jalan Tol dan Kapasitas Modal Manusia

(The Dynamics of Regional Economic Growth in North Sumatra : The Integration of Motorway Infrastructure and Human Capital)

Choiroel Woestho¹, Adi Wibowo Noof Fikri², Zian Fachrian ³

Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi IGI¹³
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya²

choiroel.woestho@stie-igi.ac.id¹, adi.wibowo@dsn.ubharajaya.ac.id², zian.fachrian@stie-igi.ac.id³



Article Revision History:
Received on 28 April 2026
1st Revision on 12 Mei 2026
Accepted on 5 Juli 2026

Doi :
<https://doi.org/10.61597/jbe-ogzrp.v4i3.224>

Ciptaan disebarluaskan dibawah :



[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Abstract :

Objective: This study aims to evaluate the impact of policy on regional economic growth using a Difference-in-Differences (DID) approach with a Random-Effects GLS model.

Methods: Methods Using panel data from 33 regions. This study analyses the effectiveness of the intervention by controlling for the Human Development Index (HDI), local fiscal capacity, and the share of the manufacturing and trade sectors. The estimation results indicate that the model has strong validity, with a Prob > chi2 value of 0.0000.

Research Results: The findings show that economic growth increased by 4.03% after the policy intervention across all observed regions. However, the DID interaction coefficient of 0.0127 indicates that the policy did not produce a statistically significant difference between the treatment and control groups ($p = 0.405$). In addition, the Human Development Index (HDI) and fiscal capacity showed marginal and insignificant effects, suggesting that regional economic growth remains influenced by broader macroeconomic factors and overall time trends. Therefore, infrastructure policies need to be integrated with the real sector and local economic empowerment to generate stronger short-term impacts.

Keywords: *Economic Growth, Difference-in-Differences, Random Effects, Infrastructure, Panel Data.*

1. Pendahuluan

Dalam diskursus ekonomi makro kontemporer, perdebatan mengenai faktor pendorong utama pertumbuhan ekonomi jangka panjang tetap berpusat pada dialektika antara akumulasi modal fisik dan peningkatan kualitas modal manusia. Menurut (Barro et al. 2012), konvergensi ekonomi antarwilayah sangat bergantung pada bagaimana sebuah negara mengalokasikan investasinya pada sektor-sektor strategis yang mampu menurunkan biaya transaksi. Sejalan dengan pandangan tersebut, Pemerintah Indonesia mengimplementasikan percepatan pembangunan infrastruktur melalui Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS). Di Sumatera Utara, proyek ini diproyeksikan menjadi tulang punggung distribusi logistik regional.

Argumen mengenai pentingnya infrastruktur jalan diperkuat oleh temuan (Donaldson 2018), yang menyatakan bahwa pembangunan jaringan transportasi yang masif secara historis terbukti mampu mengintegrasikan pasar yang terfragmentasi dan meningkatkan pendapatan riil melalui efisiensi perdagangan. Namun, di Sumatera Utara, tantangan geografis dan tingginya biaya logistik sering kali menjadi penghambat utama. Menurut (Maryaningsih, Oki and Savitri 2014), keberadaan infrastruktur fisik di Indonesia memang memiliki korelasi positif terhadap output nasional, namun dampaknya di tingkat daerah sering kali mengalami variasi tergantung pada kesiapan struktur ekonomi lokal masing-masing kabupaten dan kota.

Masifnya pembangunan jalan tol di Sumatera Utara memunculkan fenomena yang kompleks. Menurut (Krugman 2011) dalam teori geografi ekonomi baru, penurunan biaya transportasi tidak selalu berujung pada pemerataan pertumbuhan. Sebaliknya, hal tersebut dapat memicu konsentrasi ekonomi di pusat-pusat pertumbuhan yang sudah mapan, yang dikenal sebagai efek aglomerasi. Fenomena ini relevan dengan kondisi di Sumatera Utara, di mana terdapat kekhawatiran bahwa kabupaten yang dilewati tol hanya akan menjadi jalur transit.

Menurut (Redding and Turner 2014), organisasi spasial kegiatan ekonomi sangat sensitif terhadap perubahan biaya angkut. Jika wilayah satelit tidak memiliki daya

saing industri, maka sumber daya justru akan tersedot ke wilayah inti. Pandangan ini sejalan dengan kekhawatiran (Naeruz, Damayanti, and Tanjung 2022), yang menyoroti bahwa tanpa penguatan sektor UMKM lokal di sekitar gerbang tol, manfaat ekonomi JTTS di Sumatera Utara berisiko bersifat semu. Ketidaksignifikanan hasil awal penelitian ini pada variabel jalan tol memberikan sinyal bahwa pembangunan fisik belum mampu memicu perubahan struktural yang fundamental dalam jangka pendek.

Ketergantungan pada aspek fisik semata sering kali mengabaikan peran vital kapasitas intelektual masyarakat. Menurut (Romer 2016), pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan tidak dapat dicapai hanya melalui akumulasi modal fisik, melainkan melalui inovasi dan pengetahuan yang melekat pada manusia. Di Sumatera Utara, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) menjadi indikator kunci untuk mengukur kapasitas tersebut.

Namun, terdapat kesenjangan antara ketersediaan infrastruktur dan kualitas tenaga kerja. Menurut (Bedianashvili et al. 2024), modal manusia merupakan faktor moderasi yang menentukan apakah sebuah wilayah mampu menyerap teknologi dan efisiensi yang dibawa oleh infrastruktur baru. Jika IPM di Sumatera Utara tidak selaras dengan kebutuhan industri modern, maka jalan tol hanya akan menjadi fasilitas bagi perusahaan besar tanpa melibatkan tenaga kerja lokal secara signifikan. Hal ini didukung oleh laporan (OECD 2022) yang menekankan bahwa investasi pendidikan harus berjalan beriringan dengan pembangunan fisik agar terjadi transformasi ekonomi yang inklusif.

Penelitian ini berlandaskan pada pemikiran (Krugman 2011) mengenai kekuatan sentripetal dan sentrifugal dalam ekonomi regional. Menurut (Storeygard 2016), infrastruktur transportasi yang menghubungkan kota kecil ke kota besar dapat menurunkan biaya perdagangan, namun juga dapat mematikan industri kecil di daerah pinggiran karena kalah bersaing dengan produk dari pusat ekonomi. Dalam konteks Sumatera Utara, jalan tol memperkuat posisi Medan sebagai pusat

pertumbuhan, namun berisiko menciptakan backwash effect bagi kabupaten sekitar jika tidak ada kebijakan proteksi dan penguatan kapasitas lokal.

Infrastruktur publik adalah input penting yang secara tidak langsung meningkatkan produktivitas sektor swasta. Namun, menurut (Glaeser and Poterba 2020), efektivitas investasi infrastruktur sangat bergantung pada kepadatan ekonomi wilayah tersebut. Di wilayah dengan kepadatan rendah di Sumatera Utara, jalan tol mungkin memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai titik impas ekonomi.

Menurut (Lucas 1988) dalam pengembangan teori pertumbuhan endogen, akumulasi modal manusia menciptakan eksternalitas yang mencegah terjadinya penurunan hasil (*diminishing returns*) pada modal fisik. Pandangan ini diperkuat oleh (Teixeira and Queirós 2016), yang menyatakan bahwa perubahan struktur ekonomi menuju sektor manufaktur yang lebih produktif memerlukan basis modal manusia yang kuat. Di Sumatera Utara, integrasi antara "aspal" dan "otak" menjadi kunci. Menurut World Bank (2024), koridor perdagangan terintegrasi hanya akan berhasil jika masyarakat lokal memiliki kemampuan untuk terlibat dalam rantai pasok global.

Secara metodologis, penelitian ini bersandar pada pendekatan evaluasi dampak yang dikembangkan oleh (Angrist and Pischke 2014). Menurut mereka, metode Difference-in-Differences adalah alat paling efektif untuk mengisolasi efek kebijakan dengan membandingkan kelompok perlakuan dan kontrol. Dalam mengevaluasi jalan tol, menurut (Melo, Graham, and Brage-ardao 2013), peneliti harus berhati-hati terhadap bias heteroskedastisitas dalam data panel wilayah. Oleh karena itu, penggunaan *Random Effect Model* yang didukung oleh Uji Hausman sebagaimana dikemukakan oleh (Wooldridge 2016) menjadi standar prosedur yang menjamin validitas temuan penelitian ini.

Menurut (Ghosh and De 1998), manfaat dari pembangunan jalan tol tidak bersifat otomatis melainkan bergantung pada kapasitas absorptif masing-masing daerah. Kapasitas ini mencakup kualitas institusi lokal dan ketersediaan modal manusia. Pasca-pandemi COVID-19, pemulihan ekonomi regional sangat bergantung pada resiliensi infrastruktur digital dan fisik. Di Sumatera Utara, dinamika pertumbuhan

ekonomi selama 2019-2023 mencerminkan bagaimana kabupaten/kota berjuang meningkatkan kapasitas absorptifnya di tengah guncangan ekonomi global dan hadirnya konektivitas baru.

2. Kajian Teori

2.1. Teori Geografi Ekonomi Baru (*New Economic Geography*) dan Efek Aglomerasi

Landasan teoretis utama dalam memahami dampak pembangunan infrastruktur jalan tol berakar pada pemikiran Paul Krugman mengenai Geografi Ekonomi Baru (*New Economic Geography*/NEG). Teori ini menjelaskan bagaimana biaya transportasi menjadi faktor penentu dalam organisasi spasial kegiatan ekonomi. Penurunan biaya logistik akibat kehadiran jalan tol secara teoretis memicu dua kekuatan yang saling bertolak belakang: gaya sentripetal (aglomerasi) dan gaya sentrifugal (dispersi).

Dalam konteks Sumatera Utara, pembangunan jalan tol cenderung memperkuat gaya sentripetal, di mana aktivitas ekonomi semakin terkonsentrasi di pusat-pusat pertumbuhan yang sudah mapan (seperti Kota Medan). Hal ini terjadi karena efisiensi transportasi memungkinkan perusahaan untuk melayani pasar yang lebih luas dari satu lokasi pusat tanpa perlu menyebar ke wilayah pinggiran. Akibatnya, wilayah satelit atau kabupaten yang dilewati tol sering kali mengalami *backwash effect*—sebuah kondisi di mana sumber daya, tenaga kerja terampil, dan modal justru tersedot ke pusat, meninggalkan wilayah pinggiran sebagai sekadar "jalur transit." Argumentasi ini memperkuat temuan empiris bahwa keberadaan jalan tol tidak secara otomatis meningkatkan pertumbuhan ekonomi di wilayah yang dilewatinya jika struktur aglomerasi lokal belum terbentuk secara kompetitif.

2.2. Infrastruktur Publik dan Teori *Supply-Side Economics*

Dari perspektif ekonomi makro, infrastruktur jalan tol dipandang sebagai kapital publik yang berfungsi sebagai input produktif dalam fungsi produksi agregat. Mengacu ([Donaldson 2018](#)), investasi infrastruktur bekerja melalui mekanisme sisi

penawaran (supply-side). Jalan tol menurunkan biaya marginal produksi dengan mempercepat waktu tempuh dan mengurangi ketidakpastian distribusi.

Namun, efektivitas investasi fisik ini sangat bergantung pada tingkat marginal productivity of capital. Di wilayah dengan tingkat industrialisasi yang masih rendah, penambahan stok modal dalam bentuk jalan tol mungkin belum mencapai titik optimal untuk memicu pertumbuhan signifikan dalam jangka pendek. Hal ini menjelaskan mengapa variabel jalan tol dalam model penelitian ini memberikan korelasi positif namun belum mencapai derajat signifikansi statistik yang diharapkan. Infrastruktur fisik bersifat pasif; ia memerlukan integrasi dengan sektor-sektor produktif seperti manufaktur dan perdagangan untuk mengubah potensi efisiensi menjadi output ekonomi riil.

2.3. Teori Pertumbuhan Endogen: Peran Sentral Modal Manusia

Keterbatasan modal fisik dalam mendorong pertumbuhan jangka panjang dijawab oleh Teori Pertumbuhan Endogen (Romer 2016). Teori ini memosisikan modal manusia bukan sekadar sebagai input tambahan, melainkan sebagai mesin penggerak inovasi dan efisiensi teknis. Pembangunan manusia yang unggul menciptakan eksternalitas positif yang memungkinkan sebuah wilayah untuk tumbuh secara berkelanjutan meskipun stok modal fisiknya terbatas.

Dalam kerangka penelitian ini, modal manusia merupakan faktor penentu apakah suatu daerah mampu memanfaatkan kehadiran jalan tol. Infrastruktur modern memerlukan tenaga kerja yang adaptif, memiliki literasi digital, dan kemampuan manajerial untuk mengelola rantai pasok yang lebih kompleks. Jika peningkatan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) tidak selaras dengan kebutuhan spesifik industri yang didorong oleh konektivitas tol, maka akan terjadi mismatch struktural. Tidak signifikannya pengaruh IPM terhadap pertumbuhan ekonomi regional dalam jangka pendek menunjukkan adanya hambatan dalam transformasi modal manusia menjadi produktivitas ekonomi, yang sering kali memerlukan intervensi kebijakan pendidikan dan pelatihan yang lebih taktis.

2.4. Konsep Kapasitas Absorptif dan Efek Tunda (*Time-Lag*)

Salah satu tantangan dalam mengevaluasi dampak kebijakan infrastruktur dan pembangunan manusia adalah adanya fenomena *time-lag* atau efek tunda. Secara teoretis, investasi pada manusia melalui pendidikan dan kesehatan memerlukan waktu yang panjang untuk terlihat dampaknya pada struktur output ekonomi. Demikian pula, pembangunan jalan tol memerlukan periode adaptasi bagi pelaku ekonomi lokal untuk mengubah pola distribusi dan strategi lokasi bisnis mereka.

Konsep kapasitas absorptif (*absorptive capacity*) menjelaskan bahwa manfaat dari infrastruktur fisik hanya dapat diserap secara optimal jika suatu wilayah memiliki fondasi kelembagaan dan kualitas manusia yang memadai. Jika kapasitas absorptif suatu kabupaten rendah, maka stimulus ekonomi dari jalan tol akan mengalami kebocoran (*leakage*) ke wilayah lain yang lebih siap. Oleh karena itu, penggunaan data panel dengan rentang waktu lima tahun mungkin hanya menangkap fase transisi, di mana ekonomi regional masih melakukan recalibrasi terhadap kehadiran infrastruktur baru dan peningkatan kualitas modal manusia yang bersifat gradual.

2.5. Sinergi Konektivitas dan Kualitas Manusia dalam Perspektif Regional

Sintesis dari berbagai teori di atas menegaskan bahwa pembangunan ekonomi regional Sumatera Utara tidak dapat diselesaikan melalui pendekatan tunggal. Jalan tol menyediakan "jalur," tetapi modal manusia menyediakan "kendaraan" dan "penggerak" ekonomi. Integrasi antara konektivitas fisik dan kualitas manusia menciptakan multiplier effect yang lebih besar dibandingkan jika kedua variabel tersebut berdiri sendiri.

Dalam perspektif ekonomi kerakyatan, efektivitas jalan tol diukur dari sejauh mana ia mampu menurunkan disparitas harga dan meningkatkan aksesibilitas bagi produsen lokal. Jika modal manusia lokal tidak ditingkatkan kapasitasnya, jalan tol justru akan mempermudah produk luar masuk ke pasar lokal dan mendominasi ekonomi daerah. Dengan demikian, tinjauan teoretis ini mendukung argumen bahwa kebijakan pembangunan di Sumatera Utara harus diarahkan pada sinkronisasi

antara pembangunan infrastruktur keras (*hard infrastructure*) dan infrastruktur lunak (*soft infrastructure*) guna menghindari stagnasi pertumbuhan ekonomi di wilayah-wilayah terdampak.

3. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya merupakan data sekunder berbentuk data panel (*pooled data*), yang merupakan gabungan antara *data cross-section* (33 unit wilayah) dan *data time-series* (5 tahun pengamatan). Penggunaan data panel memberikan keunggulan dalam hal derajat bebas (*degree of freedom*) yang lebih besar dan mengurangi kolinearitas antar variabel, sehingga menghasilkan estimasi parameter yang lebih efisien. Seluruh data bersumber dari lembaga otoritas yang memiliki validitas tinggi, antara lain :

1. Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Utara: Untuk data PDRB per kapita atas dasar harga konstan, Indeks Pembangunan Manusia (IPM), pangsa sektor manufaktur, dan sektor perdagangan.
2. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR): Untuk data identifikasi operasionalisasi ruas jalan tol dan penetapan wilayah terdampak.
3. Laporan Perekonomian Provinsi (LPP) Bank Indonesia: Sebagai data pendukung untuk interpretasi dinamika makroekonomi regional.

Data yang digunakan adalah data sekunder yang bersumber dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS Sumatera Utara, 2025), Kementerian PUPR, dan Bank Indonesia. Variabel dependen dalam studi ini adalah Pertumbuhan Ekonomi (Growth) yang dihitung dari laju perubahan PDRB per kapita atas dasar harga konstan. Variabel independen utama adalah infrastruktur jalan tol yang didekati melalui variabel interaksi *Difference-in-Differences* (DiD), serta Indeks Pembangunan Manusia (IPM) sebagai proksi modal manusia (Mahendra, Lestari, and Kurniawan 2021). Selain itu, kapasitas fiskal daerah dan pangsa sektor manufaktur dimasukkan sebagai variabel kontrol untuk memitigasi bias estimasi.

Inti dari analisis dalam penelitian ini terletak pada formulasi regresi data panel yang menggabungkan elemen fisik dan modal manusia. Model ini dirancang untuk menjawab sejauh mana interaksi antara ketersediaan aspal (jalan tol) dan kualitas otak (modal manusia) mampu menggerakkan roda ekonomi regional. Persamaan regresi yang digunakan didefinisikan sebagai berikut :

$$Growth_{it} = \beta_0 + \beta_1(Treat_i \times Post_t) + \beta_2 IPM_{it} + \beta_3 Fiskal_{it} + \beta_4 manufaktur_{it} + \beta_5 perdagangan + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

Berdasarkan persamaan tersebut, berikut adalah penjelasan dari masing – masing variabel :

1. $Growth_{it}$: Merupakan representasi dari kinerja ekonomi daerah i pada tahun t . Penggunaan laju pertumbuhan PDRB per kapita dipilih karena lebih mampu mencerminkan peningkatan kesejahteraan masyarakat secara rata-rata dibandingkan PDRB agregat yang sering kali terdistorsi oleh konsentrasi ekonomi di satu titik.
2. $\beta_1(Treat_i \times Post_t)$ (Indikator Utama DiD) : Ini adalah inti dari analisis DiD. Variabel dummy $Treat$ bernilai 1 jika kabupaten/kota memiliki akses atau dilewati jalur tol, dan 0 jika tidak. Variabel $Post$ bernilai 1 untuk periode setelah tol beroperasi dan 0 sebelumnya. Koefisien β_1 menangkap efek Average Treatment Effect on the Treated (ATT), yang menjelaskan selisih pertumbuhan ekonomi yang benar-benar disebabkan oleh eksistensi jalan tol setelah dikurangi tren pertumbuhan pada wilayah kontrol.
3. $\beta_2 IPM_{it}$ (Modal Manusia) : Koefisien ini menguji teori pertumbuhan endogen (*Endogenous Growth Theory*). IPM digunakan sebagai variabel komposit yang mencakup aspek kesehatan, pendidikan, dan standar hidup layak. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah kualitas manusia menjadi prasyarat agar infrastruktur fisik dapat berfungsi secara optimal.
4. $\beta_3, \beta_4, \beta_5$ (Variabel Kontrol) : Dimasukkannya kapasitas fiskal, sektor manufaktur, dan perdagangan bertujuan untuk menjaga agar model tetap clean. Tanpa variabel kontrol ini, dampak jalan tol mungkin akan terlihat lebih besar

atau lebih kecil dari yang sebenarnya (omitted variable bias), karena pertumbuhan ekonomi juga dipicu oleh kemandirian keuangan daerah dan struktur ekonomi lokal.

5. $\alpha_i, \varepsilon_{it}$: α_i mewakili heterogenitas antarwilayah yang tidak teramati (seperti budaya kerja atau kebijakan lokal yang statis), sementara ε_{it} adalah kesalahan stokastik yang menangkap faktor-faktor acak lainnya.

Agar analisis tidak ambigu, setiap variabel didefinisikan secara operasional sebagai berikut :

1. Pertumbuhan Ekonomi: Selisih persentase PDRB per kapita ADHK tahun berjalan terhadap tahun sebelumnya.
2. Indeks Pembangunan Manusia (IPM): Angka capaian pembangunan manusia yang diukur dalam skala 0-100.
3. Kapasitas Fiskal: Rasio Pendapatan Asli Daerah (PAD) terhadap total pendapatan daerah, yang mencerminkan kemandirian ekonomi.
4. Pangsa Manufaktur: Kontribusi sektor industri pengolahan terhadap total PDRB daerah dalam bentuk persentase.

Prosedur analisis dalam penelitian ini mengikuti aturan ekonometrika yang ketat untuk memastikan hasil yang tidak bias dan konsisten.

1. Estimasi Model Standar.

Peneliti melakukan estimasi menggunakan tiga pendekatan: *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), dan *Random Effect Model* (REM). CEM mengasumsikan tidak ada perbedaan antarwilayah, FEM mengasumsikan adanya perbedaan intersep antarwilayah, sementara REM mengasumsikan perbedaan tersebut bersifat acak.

2. Uji Hausman

Uji Hausman dilakukan untuk memilih antara FEM dan REM. Pengujian ini didasarkan pada ide bahwa jika terdapat korelasi antara komponen kesalahan dengan variabel independen, maka REM akan menjadi bias dan FEM adalah pilihan yang konsisten. Secara statistik, jika nilai $\text{Prob} > \chi^2 < 0,05$, maka

hipotesis nol ditolak dan model FEM yang digunakan. Sebaliknya, jika nilai tersebut di atas 0,05, maka REM dianggap lebih efisien karena mampu mengakomodasi variansi antar unit secara lebih baik.

3. Uji Ketangguhan (*Robustness Check*)

Mengingat data panel sering kali menghadapi masalah heteroskedastisitas (varians yang tidak sama antar daerah) dan autokorelasi (keterkaitan data antar waktu), peneliti menerapkan *Robust Standard Error* (metode Huber-White). Langkah ini menjamin bahwa nilai p-value yang dihasilkan benar-benar valid secara statistik, sehingga kesimpulan yang diambil mengenai signifikan atau tidaknya dampak jalan tol tidak menyesatkan.

Metodologi ini dibangun di atas premis bahwa pembangunan jalan tol di Sumatera Utara merupakan intervensi fisik yang besar. Namun, secara spasial, dampak tersebut tidak akan seragam. Wilayah yang memiliki modal manusia yang tinggi (IPM tinggi) dan sektor manufaktur yang kuat diprediksi akan memiliki daya serap (*absorptive capacity*) yang lebih besar terhadap peluang ekonomi yang dibawa oleh jalan tol. Sebaliknya, daerah dengan IPM rendah mungkin hanya akan mengalami dampak minimal karena ketidakmampuan tenaga kerja lokal dalam merespons efisiensi logistik yang tercipta. Dengan demikian, metodologi ini tidak hanya sekadar menghitung angka pertumbuhan, tetapi membedah anatomi pertumbuhan tersebut berdasarkan kesiapan struktur ekonomi daerah masing-masing.

Melalui integrasi metode DiD dan data panel ini, penelitian diharapkan mampu memberikan jawaban empiris apakah jalan tol benar-benar menjadi katalisator pertumbuhan atau sekadar instrumen konektivitas tanpa dampak ekonomi yang substansial di tingkat akar rumput Sumatera Utara.

4. Hasil Penelitian

4.1. Analisis Deskriptif dan Karakteristik Data

Penelitian ini menggunakan data panel seimbang (*balanced panel*) yang mencakup 165 observasi dari 33 kabupaten/kota di Sumatera Utara. Fokus utama pengamatan

terletak pada dinamika Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) per kapita sebagai representasi pertumbuhan ekonomi regional. Berdasarkan data deskriptif, terlihat adanya variasi pertumbuhan yang signifikan antarwilayah, di mana pusat-pusat pertumbuhan lama seperti Kota Medan dan Deli Serdang tetap mendominasi struktur ekonomi provinsi. Sementara itu, wilayah kabupaten yang baru terhubung dengan jaringan Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS) menunjukkan tren peningkatan mobilitas, namun belum diikuti oleh perubahan struktural yang radikal pada output ekonomi riilnya selama periode 2019–2023.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Mean	Std Dev	Min	Max	N
PDRB per Kapita (Rp)	30,848,400	13,392,583	11,794	70,103	165
IPM	72.62	4.51	61.14	82.61	165
Pertumbuhan (%)	1.13	3.80	-11.69	12.46	132
Fisk. Daerah	0.52	0.29	0.32	1.68	165
Share Manufaktur (%)	8.87	7.01	0.98	29.14	165

Data Diolah 2026

Pada tabel 1 menunjukkan statistik deskriptif variabel utama penelitian. PDRB per kapita rata-rata adalah Rp 30.848.400 dengan standar deviasi Rp 13.392.583, mengindikasikan variasi yang tinggi antar wilayah. IPM rata-rata adalah 72,62 dengan rentang dari 61,14 (Nias Barat, 2019) hingga 82,61 (Kota Medan, 2023). Pertumbuhan ekonomi rata-rata adalah 1,13% dengan volatilitas tinggi (standar deviasi 3,80%).

4.2. Pengujian Model dan Pemilihan Estimator Terbaik

Tahapan kritical dalam analisis data panel adalah penentuan estimator yang paling efisien dan konsisten. Berdasarkan prosedur ekonometrika, dilakukan perbandingan antara Fixed Effect Model (FEM) dan Random Effect Model (REM).

Tabel 2. Hasil Uji Hausmann

Test - Summary	Chi Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Hausman Test	11,01	5	0,0881

Data Diolah 2026

Mengacu pada hasil Uji Hausman, diperoleh nilai probabilitas sebesar 0,0881. Mengingat nilai $\alpha > 0,05$, maka hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan sistematis antara koefisien FEM dan REM gagal ditolak. Secara metodologis, hal ini mengindikasikan bahwa Random Effect Model (REM) merupakan model yang lebih efisien karena mampu menangkap variansi antar unit wilayah secara lebih baik tanpa mengabaikan karakteristik acak dari data panel yang digunakan. Oleh karena itu, interpretasi hasil penelitian ini sepenuhnya didasarkan pada estimator REM.

4.3. Hasil Estimasi Model Difference-in-Differences (DiD)

Dalam tabel 3 di bawah ini, menampilkan hasil estimasi model Difference-in-Differences dengan berbagai spesifikasi. Model (1) menggunakan Pooled OLS tanpa variabel kontrol, Model (2) menambahkan variabel kontrol, Model (3) menggunakan Fixed Effects, dan Model (4) Random Effects.

Tabel 3. Hasil Estimasi Model Difference-in-Differences

Random-effects GLS regression		Number of obs	=	132		
Group variable: id_peta		Number of groups	=	33		
R-squared:		Obs per group:				
Within	= 0.3291	min	=	4		
Between	= 0.0730	avg	=	4.0		
Overall	= 0.2807	max	=	4		
corr(u_i, X) = 0 (assumed)		Wald chi2(7)	=	50.16		
		Prob > chi2	=	0.0000		
growth	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
1.treat	-.0188348	.0166386	-1.13	0.258	-.0514458	.0137763
1.post	.0403286	.0075323	5.35	0.000	.0255657	.0550916
treat#post						
1 1	.0126565	.0152042	0.83	0.405	-.0171433	.0424563
IPM	.0007116	.0011603	0.61	0.540	-.0015625	.0029857
Fisk_Daerah	.001006	.0178785	0.06	0.955	-.0340351	.0360471
Share_Sektor_Manufaktur_Persen	.000654	.0008268	0.79	0.429	-.0009664	.0022745
Share_Sektor_Perdagangan_Persen	.0000783	.001029	0.08	0.939	-.0019385	.0020951
_cons	-.0765116	.0748768	-1.02	0.307	-.2232675	.0702443
sigma_u	.00737169					
sigma_e	.03151368					
rho	.05187993	(fraction of variance due to u_i)				

Data Diolah 2026

Berdasarkan hasil estimasi Random-Effects GLS, hubungan antara variabel pertumbuhan ekonomi dengan faktor-faktor penjelasnya dapat dirumuskan ke dalam persamaan statistik sebagai berikut :

$$Growth_{it} = -0,0765 - 0,0188(Treat_i) + 0,0403(Post_t) + 0,0127(Treat \times Post)_{it} + 0,0007(IPM_{it}) + 0,0010(Fiskal_{it}) + 0,0007(Manufaktur_{it}) + 0,0001(Perdagangan_{it})$$

Alur berpikir dari persamaan di atas dimulai dari nilai konstanta sebesar -0,0765. Secara teoretis, angka ini menggambarkan bahwa jika seluruh variabel independen dalam model bernilai nol, maka pertumbuhan ekonomi diprediksi akan berada pada posisi kontraksi sebesar 7,65%. Nilai negatif pada konstanta ini sering kali mengindikasikan adanya tekanan ekonomi dasar atau ketergantungan yang tinggi pada faktor-faktor di luar model untuk menggerakkan roda ekonomi ke arah positif.

Selanjutnya, model ini membedah kondisi awal wilayah melalui variabel Treat. Koefisien sebesar -0,0188 menunjukkan bahwa pada kondisi awal (sebelum intervensi), wilayah yang menjadi objek perlakuan secara rata-rata memiliki laju pertumbuhan 1,88% lebih rendah dibandingkan wilayah kontrol. Namun, karena nilai ini tidak signifikan secara statistik, dapat disimpulkan bahwa secara fundamental tidak terdapat perbedaan pertumbuhan yang kontras antara kedua kelompok wilayah tersebut sebelum kebijakan diterapkan.

Dinamika yang paling krusial dalam persamaan ini terlihat pada variabel Post, yang memiliki koefisien positif sebesar 0,0403. Angka ini memberikan pesan kuat bahwa faktor waktu atau perubahan periode memberikan kontribusi nyata sebesar 4,03% terhadap kenaikan pertumbuhan ekonomi di seluruh wilayah amatan. Signifikansi yang sangat tinggi ($p=0,000$) pada variabel ini membuktikan bahwa momentum waktu, seperti pemulihan ekonomi atau tren makro nasional, jauh lebih dominan dalam mendorong pertumbuhan dibandingkan faktor-wilayah itu sendiri.

Inti dari analisis ini terletak pada koefisien interaksi Treat#Post (*Difference-in-Differences*) sebesar 0,0127. Secara matematis, angka ini menunjukkan bahwa kebijakan yang diuji memberikan nilai tambah pertumbuhan sebesar 1,27% khusus

pada wilayah perlakuan dibandingkan wilayah kontrol. Meskipun arahnya sudah benar (positif), ketidaksignifikansian angka ini ($p=0,405$) menyiratkan bahwa dampak kebijakan tersebut belum cukup kuat atau belum terdistribusi secara merata untuk menciptakan lompatan ekonomi yang signifikan selama periode pengamatan. Terakhir, kontribusi dari variabel kontrol seperti IPM ($0,0007$) dan Fiskal Daerah ($0,0010$) menunjukkan pengaruh yang sangat marginal dan tidak signifikan.

Hal ini mencerminkan bahwa modal manusia dan kapasitas anggaran daerah belum mampu menjadi mesin utama dalam mengakselerasi pertumbuhan ekonomi regional dalam jangka pendek. Secara keseluruhan, persamaan ini memberikan gambaran bahwa pertumbuhan ekonomi saat ini lebih didorong oleh sentimen periode (waktu) daripada efektivitas langsung dari kebijakan atau penguatan variabel fundamental daerah.

4.4. Dinamika Pertumbuhan dan Efektivitas Kebijakan

a. Dominasi Faktor Makro dan Tren Pemulihan Ekonomi

Temuan paling konsisten dalam penelitian ini adalah pengaruh signifikan dari variabel waktu (post-treatment) yang mencapai 4,03%. Hal ini mengindikasikan bahwa pertumbuhan ekonomi di wilayah observasi lebih banyak digerakkan oleh momentum ekonomi makro yang bersifat kolektif. Peningkatan ini kemungkinan besar merupakan refleksi dari pemulihan ekonomi pasca-pandemi atau dampak dari kebijakan nasional yang dirasakan secara merata oleh seluruh daerah, baik yang menjadi sasaran langsung kebijakan maupun tidak. Signifikansi yang sangat kuat ini menunjukkan bahwa stabilitas ekonomi secara umum masih menjadi faktor penentu utama pertumbuhan di atas faktor-faktor lokalitas.

b. Dominasi Faktor Makro dan Tren Pemulihan Ekonomi

Meskipun variabel interaksi DID (treat#post) menunjukkan nilai positif (1,27%), ketiadaan signifikansi statistik memberikan sinyal adanya fenomena Time Lag (jeda waktu). Pembangunan infrastruktur besar, seperti jalan tol, sering kali tidak langsung mengubah struktur ekonomi makro dalam waktu singkat. Dibutuhkan waktu bagi pelaku usaha, khususnya sektor UMKM dan industri, untuk

menyesuaikan logistik dan rantai pasok mereka agar dapat memanfaatkan efisiensi dari infrastruktur baru tersebut. Selain itu, tidak signifikannya dampak ini juga bisa disebabkan oleh adanya spillover effect (efek tumpahan), di mana manfaat pembangunan infrastruktur di satu titik juga dirasakan oleh wilayah kontrol di sekitarnya, sehingga perbedaan pertumbuhan antara keduanya menjadi tidak kontras secara statistik.

c. Lemahnya Konektivitas Sektoral dan Modal Manusia

Hasil penelitian yang menunjukkan ketidaksignifikansian IPM, kapasitas fiskal, serta sektor manufaktur dan perdagangan, mengungkap adanya tantangan struktural. Pertumbuhan yang terjadi saat ini tampaknya belum "berakar" pada penguatan kualitas sumber daya manusia atau produktivitas sektor-sektor unggulan daerah. Kapasitas fiskal yang tidak signifikan menunjukkan bahwa belanja daerah belum sepenuhnya mampu menjadi trigger (pemicu) pertumbuhan yang produktif.

Sektor manufaktur dan perdagangan yang stagnan dalam model ini mengindikasikan bahwa infrastruktur fisik yang ada belum terintegrasi secara kuat dengan sektor riil. Tanpa adanya kebijakan pendukung (supporting policy) untuk memberdayakan UMKM lokal di sekitar koridor pembangunan, infrastruktur tersebut hanya akan menjadi jalur lintas tanpa memberikan nilai tambah signifikan bagi ekonomi kerakyatan setempat.

d. Implikasi bagi Kebijakan Pembangunan Regional

Ketidaksignifikansian variabel kebijakan dalam jangka pendek ini tidak berarti kebijakan tersebut gagal, melainkan memerlukan langkah integrasi yang lebih tajam. Pemerintah daerah tidak boleh hanya mengandalkan pembangunan fisik, tetapi juga harus fokus pada "pembangunan perangkat lunak" ekonomi, seperti kemudahan akses modal bagi UMKM, peningkatan literasi digital pemasaran, dan penguatan rantai pasok lokal. Hasil ini mempertegas bahwa pertumbuhan ekonomi yang inklusif memerlukan sinkronisasi antara ketersediaan infrastruktur dengan kesiapan pelaku ekonomi di tingkat lokal agar dampak

positif yang terekam secara statistik dapat benar-benar terwujud di masa mendatang.

5. Penutup

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya mengenai dampak intervensi terhadap pertumbuhan ekonomi regional, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut :

- a. Dominasi Tren Waktu Terhadap Pertumbuhan: Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi di wilayah observasi secara signifikan didorong oleh faktor waktu atau momentum periode (post-treatment). Terjadinya peningkatan pertumbuhan rata-rata sebesar 4,03% di seluruh wilayah menunjukkan adanya pengaruh kebijakan makro atau pemulihan ekonomi yang bersifat kolektif, yang dirasakan secara merata baik oleh kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol.
- b. Efektivitas Kebijakan yang Belum Terakselerasi: Variabel interaksi Difference-in-Differences (DID) menunjukkan bahwa kebijakan atau intervensi spesifik yang diuji belum memberikan dampak signifikan terhadap perbedaan laju pertumbuhan ekonomi antara wilayah perlakuan dan wilayah kontrol. Meskipun terdapat indikasi arah positif sebesar 1,27%, secara statistik belum ditemukan bukti kuat bahwa intervensi tersebut menjadi faktor pembeda utama dalam menggerakkan ekonomi wilayah dalam jangka pendek.
- c. Keterbatasan Kontribusi Fundamental Daerah: Variabel kontrol seperti Indeks Pembangunan Manusia (IPM), kapasitas fiskal daerah, serta sektor manufaktur dan perdagangan belum menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Hal ini mengindikasikan bahwa struktur ekonomi di daerah amatan masih sangat bergantung pada faktor eksternal dan belum mampu mengoptimalkan potensi internal (modal manusia dan anggaran) sebagai mesin penggerak pertumbuhan yang mandiri.

6. Daftar Pustaka

- Angrist, J D, and J S Pischke. "Mastering 'Metrics: The Path from Cause to Effect". *Princeton University Press*. (2014).
- Barro, Robert J, Jong-wha Lee, Andrei Shleifer, Ugo Troiano, Jose Ursúa, and Romain Wacziarg. "Convergence And Modernization Revisited." (2012).
- Bedianashvili, Givi, Murman Tsartsidze, Nino Mikeladze, and Zviad Gabroshvili. "Human Capital And Economic Growth Under Modern Globalization" 12 (1). (2024) : 268–89.
- Donaldson, Dave. "Railroads of the Raj : Estimating the Impact of Transportation Infrastructure" *American economic review*, 108 (4-5). (2018) : 899–934.
- Ghosh, Buddhadeb, and Prabir De. "Role of Infrastructure in Regional Development: A Study over the Plan Period." *Economic and Political Weekly* 33 (1998) : 3039–3048.
- Glaeser, Edward L, and James M Poterba. "Economic Analysis and Infrastructure Investment." *National Bureau of Economic Research*, (No. w28215). (2020) : 1-43.
- Krugman, Paul. "The New Economic Geography, Now Middle-Aged." *Regional Studies* 45 (1). (2011) : 1–7.
- Lucas, Robert E. "On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics* 22 (1). (1988) : 3–42.
- Mahendra, Y I, S A P Lestari, and Agus Kurniawan. "Penguatan Ekonomi Masyarakat Pasca Gempa Bumi Berbasis Desa Wisata Dusun Tanak Song Lauq, Kabupaten Lombok Utara." *Prosiding Seminar Nasional Planoeearth*, 2. (2021) : 82–87.
- Maryaningsih, Novi. Hermansyah Oki, and Savitri Myrnawati. "Pengaruh Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia". *Bulletin of Monetary Economics and Banking*, 17 (1). (2014) : 62-98.
- Melo, Patricia C, Daniel J Graham, and Ruben Brage-ardao. "Regional Science and Urban Economics The Productivity of Transport Infrastructure Investment : A Meta-Analysis of Empirical Evidence." *Regional Science and Urban Economics* 43 (5). (2013) : 695–706.
- Naeruz, Milla, Aisyah Damayanti, and Mira Tanjung. "Analisis Dampak Pembangunan

- Jalan Tol Trans Sumatera Terhadap Pendapatan Masyarakat Bagian Sumatera Utara (Medan-Tebing Tinggi)". *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6 (1). (2022) : 527–532.
- OECD. "Education at a Glance". *Acesso em março de*, (2022).
- Redding, Stephen J, and Matthew A Turner. "Transportation Costs And The Spatial Organization Of Economic Activity". *Handbook of regional and urban economics*, 5. (2014) : 1339-1398.
- Romer, Paul. "The Trouble With Macroeconomics Stern School of Business". *Stern School of Business New York University*, (2016).
- Storeygard, Adam. "Farther on down the Road: Transport Costs, Trade and Urban Growth in Sub-Saharan Africa". *The Review of economic studies*, 83 (3). (2016) : 1263–1295.
- Teixeira, Aurora A C, and Anabela S S Queirós. "Economic Growth, Human Capital and Structural Change: A Dynamic Panel Data Analysis". *Research Policy* 45 (8). (2016) : 1636–1648.
- Wooldridge, J M. "Introductory Econometrics: A Modern Approach". *South-Western cengage learning*, (2016).