

Hasil Penelitian

PENGARUH DINAMIS MODAL MANUSIA YANG Menguasai TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI (STUDI EMPIRIS PADA PROVINSI DI PULAU SUMATERA)

(THE DYNAMIC INFLUENCE OF HUMAN CAPITAL CONTROLLING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY ON ECONOMIC GROWTH: EMPIRICAL STUDY IN PROVINCES ON THE ISLAND OF SUMATRA)

*Zainul Bahri**, *Vinni Aprilianti***

*Universitas Jambi
Jl. Raya Mendalo Km. 14 Muaro Jambi
Jambi – Indonesia
Email: zainulbahri@unja.ac.id

**Balitbangda Provinsi Jambi
Jl. RM. Nur Admadibrata No.1A, Telanaipura, 36122
Jambi - Indonesia
Email: vinniaprilianti@yahoo.com

Diterima: 2 Agustus 2024; Direvisi: 5 Agustus 2024; Disetujui: 15 Agustus 2024

ABSTRAK

Penelitian tentang pengaruh Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) terhadap pertumbuhan ekonomi telah banyak dilakukan oleh para ahli. Namun hanya sedikit penelitian yang mencoba untuk mengetahui pengaruh interaksi antara TIK dan IPM terhadap pertumbuhan ekonomi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dinamis antara TIK, IPM dan interaksi antara IPM dan TIK terhadap pertumbuhan ekonomi. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan data panel di 10 Provinsi yang ada di Pulau Sumatera periode 2015 sampai dengan 2022. PDRB Atas Dasar Harga Konstan (ADHK) digunakan sebagai proksi dari pertumbuhan ekonomi, TIK menggunakan proksi Indeks TIK, modal manusia menggunakan proksi IPM. Metode *Generalized Method of Moment* (GMM) dipilih untuk melihat pengaruh dinamis variabel bebas terhadap variabel terikat, berdasarkan hasil uji Sargan yang dilakukan untuk menentukan valid atau tidaknya model yang digunakan serta uji konsistensi estimasi GMM dengan menggunakan uji Arellano Bond. Ketiga model yang digunakan dalam penelitian ini konsisten dan tidak terdapat autokorelasi pada *error first difference* nya. Hasilnya TIK, IPM dan interaksi antara IPM dan TIK berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi yakni peningkatan TIK, IPM dan interaksi antara IPM dan TIK mendorong peningkatan pertumbuhan ekonomi. TIK meningkatkan akses ke peluang ekonomi, pendidikan, dan partisipasi sosial, dan mendukung inklusivitas. Sementara itu, melalui efisiensi sumber daya, manajemen lingkungan, dan inovasi berkelanjutan, teknologi berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Untuk memaksimalkan manfaat ini, diperlukan kebijakan yang mendukung, yakni: peningkatan akses dan infrastruktur TIK, pengembangan keterampilan digital, perlindungan tenaga kerja dan penciptaan lapangan kerja baru, mengatasi ketimpangan digital melalui program inklusi digital, pengembangan kebijakan inovasi dan penelitian, perlindungan sosial dan penguatan jaminan sosial, regulasi dan kebijakan yang adaptif.

Kata kunci: indeks TIK, pertumbuhan ekonomi, Indeks Pembangunan Manusia, pengaruh dinamis, GMM

ABSTRACT

Research on the influence of Information and Communication Technology (ICT) and the Human Development Index (HDI) on economic growth has been carried out by many experts. However, only a few studies have tried to determine the influence of the interaction between ICT and HDI on economic growth. This research was conducted to determine the dynamic influence between ICT, HDI and the interaction between HDI and ICT on economic growth. This research is quantitative research using panel data in 10 provinces on the island of Sumatra for the period 2015 to 2022. GRDP at Constant Prices is used as a proxy for economic growth, ICT uses the ICT Index proxy, human capital uses the HDI proxy. The Generalized Method of Moment (GMM) method was chosen to see the dynamic influence of the independent variable on the dependent variable, based on the results of the Sargan test which was carried out to determine whether the model used was valid or not as well as testing the consistency of GMM estimates using the Arellano Bond test. The three models used in this research are consistent and there is no autocorrelation in the first difference error. As a result, ICT, HDI and the interaction between HDI and ICT have a positive effect on economic growth, namely increasing ICT, HDI and the interaction between HDI and ICT can increase economic growth. ICT increases access to economic opportunities, education, and social participation, and supports inclusivity. Meanwhile, through resource efficiency, environmental management and continuous innovation, technology contributes to sustainable economic growth. To maximize these benefits, supporting policies are needed, namely: increasing ICT access and infrastructure, developing digital skills, protecting workers and creating new jobs, overcoming digital inequality through digital inclusion programs, developing innovation and research policies, social protection and strengthening security social, regulatory and adaptive policies.

Keywords: Information Communication and Technology (ICT) Index, economic growth, Human Development (HDI) Index, dynamic influence, GMM

PENDAHULUAN

Teknologi dan informasi telah menjadi pendorong utama perubahan ekonomi di seluruh dunia pada era globalisasi dan revolusi industri 4.0. Perkembangan pesat Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) tidak hanya mengubah cara kita bekerja dan berinteraksi, tetapi juga menciptakan peluang baru untuk pertumbuhan ekonomi. Kemajuan teknologi tidak hanya mengubah lanskap industri dan bisnis, tetapi juga membuka peluang baru yang sebelumnya tidak terpikirkan. Mulai dari otomasi industri hingga kecerdasan buatan, teknologi telah mengubah cara barang dan jasa diproduksi dan didistribusikan. Penggunaan teknologi yang efisien memungkinkan perusahaan meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya produksi, dan menciptakan produk baru yang sebelumnya tidak mungkin.

Selain itu, teknologi informasi, terutama dengan hadirnya internet dan perangkat mobile berdampak pada akses yang lebih luas ke informasi dan memungkinkan pelaku ekonomi membuat keputusan yang lebih baik dan responsif terhadap perubahan pasar. Ini memungkinkan individu dan bisnis untuk mendapatkan informasi secara *real-time*, mengoptimalkan pengambilan keputusan dan strategi bisnis. Selain itu, teknologi informasi telah menciptakan *platform* baru untuk perdagangan dan komunikasi, seperti *e-commerce* dan media sosial, yang memperluas pasar dan mempermudah interaksi lintas batas geografis.

Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) di Indonesia menunjukkan perkembangan positif dalam 5 tahun terakhir. Hal ini ditandai dengan nilai Indeks Pembangunan TIK

yang semakin meningkat, yakni sebesar 5,07 di Tahun 2018 menjadi 5,85 di Tahun 2022. Indeks ini mendapatkan support terbesar dari subindeks penggunaan TIK yaitu tumbuh sebesar 2,83 persen. Adapun sub indeks akses dan infrastruktur TIK tumbuh sebesar 0,69 persen serta sub indeks keahlian TIK tumbuh sebesar 0,50 persen. Inovasi dalam teknologi juga mendorong terciptanya produk dan layanan baru, yang pada gilirannya menciptakan industri-industri baru dan lapangan kerja. Contohnya, industri teknologi informasi dan komunikasi (TIK) sendiri telah menjadi salah satu sektor dengan pertumbuhan tercepat dan memberikan kontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) banyak negara (Kumar *et al.*, 2019). Variabel Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) menyebabkan peningkatan pertumbuhan ekonomi (Sepehrdoust, 2019).

Teknologi juga memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Aplikasi dalam bidang kesehatan, pendidikan, dan layanan publik telah memperbaiki akses dan kualitas layanan, yang berujung pada peningkatan kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan. Peningkatan kualitas hidup ini berkontribusi pada produktivitas tenaga kerja yang lebih tinggi dan, pada akhirnya, pertumbuhan ekonomi yang lebih berkelanjutan. TIK meningkat secara signifikan per output pekerja, dan pertumbuhan ekonomi meningkat sebagai imbalannya (Kumar and Singh, 2014).

Secara keseluruhan, teknologi dan informasi adalah *enabler* utama pertumbuhan ekonomi di era digital ini. Dengan memanfaatkan teknologi

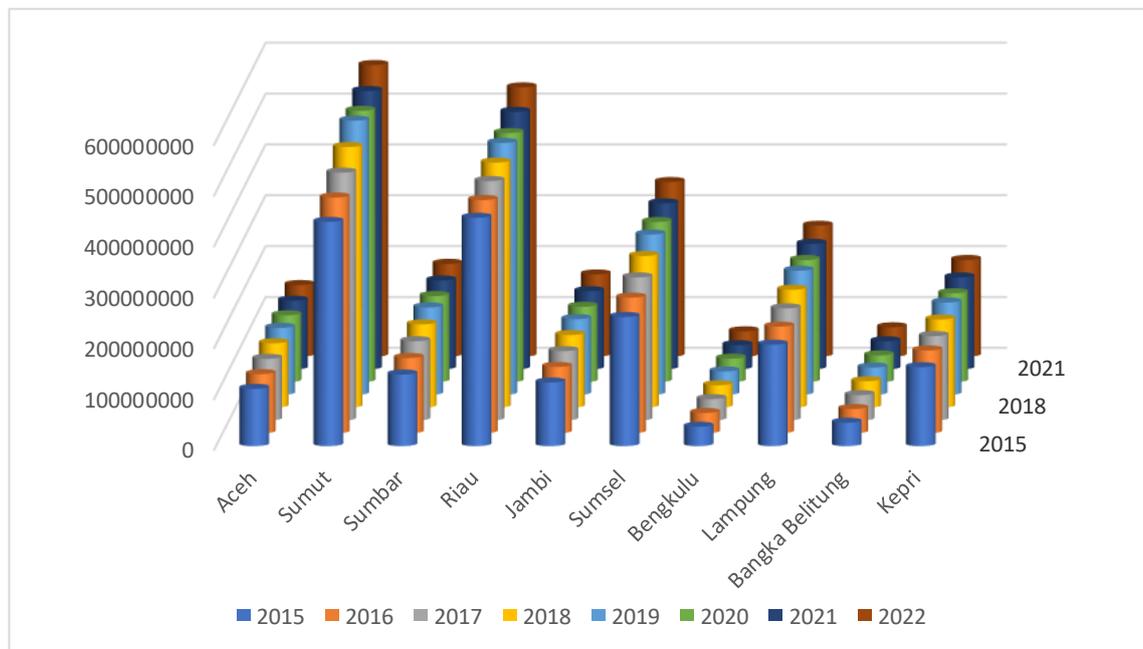
secara optimal, kita dapat mendorong inovasi, meningkatkan efisiensi, dan menciptakan peluang baru yang akan mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan inklusif. Dalam dua dekade terakhir, hubungan TIK dan pertumbuhan ekonomi telah banyak dibahas di berbagai negara dan wilayah di dunia (Zhang and Danish, 2019). Selain itu, modal manusia yang meliputi keterampilan, pengetahuan, dan pengalaman yang dimiliki oleh tenaga kerja, memainkan peran krusial dalam mendorong produktivitas dan inovasi. Penelitian mengenai pengaruh teknologi dan informasi serta modal manusia terhadap pertumbuhan ekonomi menjadi semakin penting untuk memahami dinamika ekonomi modern dan merumuskan kebijakan yang dapat mendorong pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dan inklusif.

Modal manusia juga merupakan faktor kunci dalam pertumbuhan ekonomi. Tenaga kerja yang terampil dan berpendidikan mampu mengadopsi dan mengembangkan teknologi baru dengan lebih baik. Investasi dalam pendidikan dan pelatihan tidak hanya meningkatkan produktivitas individu tetapi juga mempengaruhi daya saing sebuah negara di kancah global. Negara-negara dengan kualitas modal manusia yang tinggi cenderung memiliki tingkat inovasi yang lebih tinggi dan ekonomi yang lebih dinamis. Namun, meskipun potensi positif dari teknologi dan human capital telah diakui secara luas, masih banyak tantangan yang perlu dihadapi. Ketimpangan akses terhadap teknologi dan pendidikan dapat menyebabkan

disparitas ekonomi yang lebih lebar. Selain itu, adopsi teknologi yang tidak diimbangi dengan peningkatan keterampilan tenaga kerja dapat mengakibatkan pengangguran struktural dan ketidakstabilan sosial.

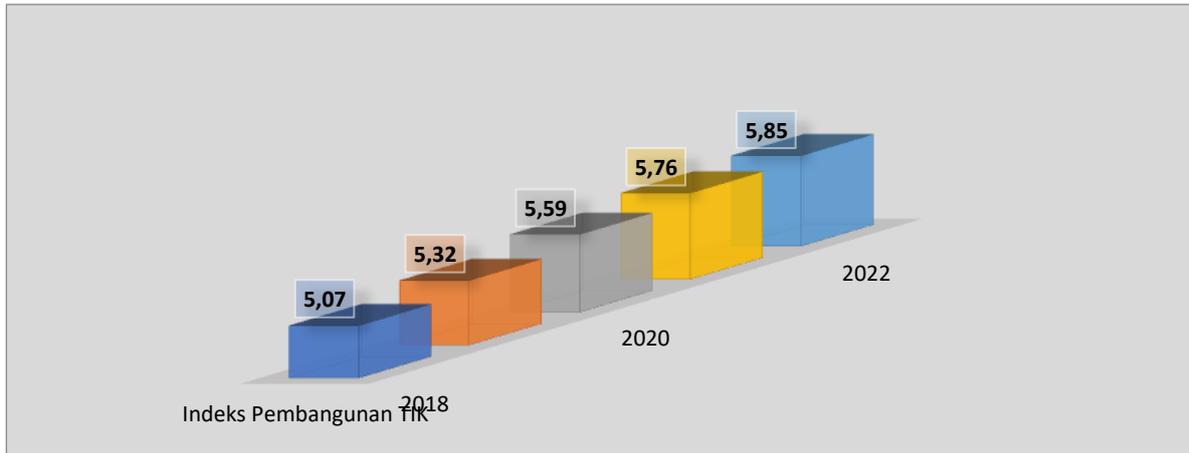
Oleh karena itu, penelitian tentang pengaruh teknologi dan informasi serta modal manusia terhadap pertumbuhan ekonomi menjadi sangat relevan terutama untuk mengetahui pengaruh interaksi antara Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dengan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) terhadap pertumbuhan ekonomi. Berdasarkan uraian latar belakang penelitian, maka dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut: 1) Bagaimana pengaruh dinamis teknologi, informasi dan komunikasi (TIK) terhadap pertumbuhan ekonomi?; 2) Bagaimana pengaruh dinamis modal manusia terhadap pertumbuhan ekonomi?; dan, 3) Bagaimana pengaruh dinamis interaksi TIK dan modal manusia terhadap pertumbuhan ekonomi?.

Landasan Teori. Tingkat pertumbuhan riil PDRB atau pertumbuhan ekonomi merupakan tolok ukur perekonomian suatu daerah (BPS, 2019). Sepanjang tahun 2023 provinsi-provinsi di Pulau Sumatera memberikan kontribusi sebesar 22,01% terhadap perekonomian Indonesia setelah provinsi-provinsi di Pulau Jawa yang menyumbang 57,05% dari perekonomian Indonesia (BPS, 2024). Adapun perkembangan PDRB provinsi-provinsi yang ada di Pulau Sumatera dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. PDRB Atas Dasar Harga Konstan (ADHK) Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2015-2022 (dalam Juta Rupiah)

Sumber : BPS (2024)



Gambar 2. Perkembangan Indeks Pembangunan TIK Indonesia Tahun 2018-2022
 Sumber: BPS RI (2023)

PDRB ADHK Provinsi Sumatera Utara Tahun 2023 merupakan yang tertinggi selama periode penelitian yakni sebesar 573,53 triliun Rupiah sedangkan Bengkulu Tahun 2015 memiliki PDRB ADHK terendah sebesar 38,06 triliun Rupiah. Pertumbuhan ekonomi tertinggi dialami oleh Sumatera Selatan Tahun 2018 dengan pertumbuhan sebesar 6%. Tahun 2020 semua Provinsi di Pulau Sumatera mengalami kontraksi akibat pandemi Covid 19 yang melanda mayoritas negara-negara di dunia, dengan kontraksi tertinggi dialami oleh Provinsi Kepulauan Riau yang berkontraksi -3,8%.

Hubungan TIK dan pertumbuhan ekonomi telah banyak dibahas di berbagai negara dan wilayah di dunia dalam dua dekade terakhir (Zhang and Danish, 2019). Perkembangan teknologi informasi mulai menonjol pada pertengahan abad ke-20 dengan penemuan komputer dan internet. Komputer awalnya digunakan untuk tujuan militer dan penelitian, tetapi dengan cepat diadopsi dalam bisnis dan industri untuk meningkatkan efisiensi operasional. Pada tahun 1990-an, internet menjadi revolusi global yang mengubah cara orang berkomunikasi, bekerja, dan berbisnis. *E-commerce*, perangkat lunak produktivitas, dan teknologi jaringan mendukung pertumbuhan ekonomi digital yang pesat.

Pengukuran terhadap standar tingkat pembangunan TIK di suatu wilayah telah dilakukan oleh *International Telecommunication Union* (ITU) dengan nama *ICT Development Index* (ICT-DI). Indeks Pembangunan TIK mengukur pertumbuhan pembangunan TIK, mengukur kesenjangan digital antar wilayah, dan mengukur potensi pembangunan TIK. Indonesia sendiri telah mengadopsi pengukuran indeks ini semenjak tahun 2016 yang dilakukan oleh BPS.

BPS melakukan penghitungan dengan metode terkini yang dipublikasikan oleh ITU. Indeks Pembangunan TIK Indonesia tahun 2022 mencapai 5,85, meningkat dibandingkan dengan 2021 sebesar 5,76 pada skala 0–10. Indeks Perkembangan TIK Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.

Indeks pembangunan TIK Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) memiliki dampak yang positif terhadap pertumbuhan ekonomi, antara lain: Peningkatan produktivitas, Inovasi teknologi selalu berkaitan dengan peningkatan produktivitas. Mesin dan perangkat lunak canggih mengurangi waktu dan biaya produksi, meningkatkan output ekonomi; peluang baru dan pasar, teknologi baru menciptakan industri dan pasar baru, dari manufaktur hingga layanan digital, yang meningkatkan pertumbuhan ekonomi; Globalisasi, teknologi informasi telah menghubungkan pasar global, memungkinkan perdagangan dan investasi internasional yang lebih efisien; serta, Transformasi tenaga kerja, Sementara teknologi menciptakan pekerjaan baru, mengubah keterampilan yang diperlukan, mempengaruhi pasar tenaga kerja dan kebijakan pendidikan.

Adapun perkembangan indikator penyusun Indeks Pembangunan TIK Indonesia Tahun 2021 dan 2022 dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar indikator penyusun Indeks Pembangunan TIK tahun 2022 mengalami peningkatan kecuali indikator telepon seluler per 100 penduduk, bandwidth internet internasional (kbit/s) per pengguna, persentase Rumah Tangga dengan komputer serta Angka Partisipasi kasar sekunder yang mengalami penurunan.

Tabel 1. Indikator Penyusun Indeks Pembangunan TIK Indonesia Tahun 2021 dan 2022

Indikator	Tahun	
	2021	2022
Sub Indeks Akses dan Infrastruktur TIK		
Pelanggan telepon tetap per 100 penduduk	3,31	3,96
Pelanggan telepon seluler per 100 penduduk	134,18	124,23
Bandwidth internet international (kbit/s) per pengguna	149,50	99,38
Persentase rumah tangga dengan komputer	18,95	18,04
Persentase rumah tangga dengan akses internet	82,07	86,54
Subindeks Penggunaan		
Persentase individu yang menggunakan internet	62,10	66,48
Pelanggan fixed broadband internet per 100 penduduk	4,58	4,79
Pelanggan mobile broadband internet aktif per 100 penduduk	112,45	116,36
Subindeks Keahlian TIK		
Rata-rata lama sekolah	8,97	9,08
Angka partisipasi kasar sekunder	88,93	88,76
Angka partisipasi kasar tersier	30,43	30,81

Sumber : BPS (2023)

Terdapat beberapa hasil penelitian yang membuktikan bahwa Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) berpengaruh positif dan signifikan secara statistik terhadap pertumbuhan ekonomi (Tam et al, 2024; Pradhan et al, 2018; Zhang & Danish, 2019). Walaupun teknologi dan informasi memberikan manfaat besar bagi pertumbuhan ekonomi, ada beberapa tantangan yang harus diatasi, seperti: Ketimpangan akses karena tidak semua wilayah dan individu memiliki akses yang sama terhadap teknologi canggih dan informasi, yang dapat memperlebar kesenjangan ekonomi; Pengangguran teknologi, Otomasi dan AI dapat menggantikan pekerjaan tertentu, menimbulkan pengangguran dan memerlukan upaya retraining dan upskilling tenaga kerja; serta, Keamanan dan privasi, bahwa kemajuan teknologi informasi juga menghadirkan tantangan dalam hal keamanan siber dan privasi data.

Dampak yang lebih besar dari penetrasi TIK terhadap pertumbuhan ekonomi menunjukkan bahwa mendorong penyebaran teknologi merupakan hal yang mendesak dan strategis. Untuk upaya ini, investasi pada infrastruktur *broadband*, peningkatan modal manusia melalui reformasi sistem pendidikan agar lebih mempersiapkan masyarakat menghadapi era informasi, dan mendorong layanan berbasis internet dan kehadiran internet, termasuk *e-Government* dan *e-commerce* harus menjadi prioritas utama dalam menghadapi tantangan akibat kemajuan TIK.

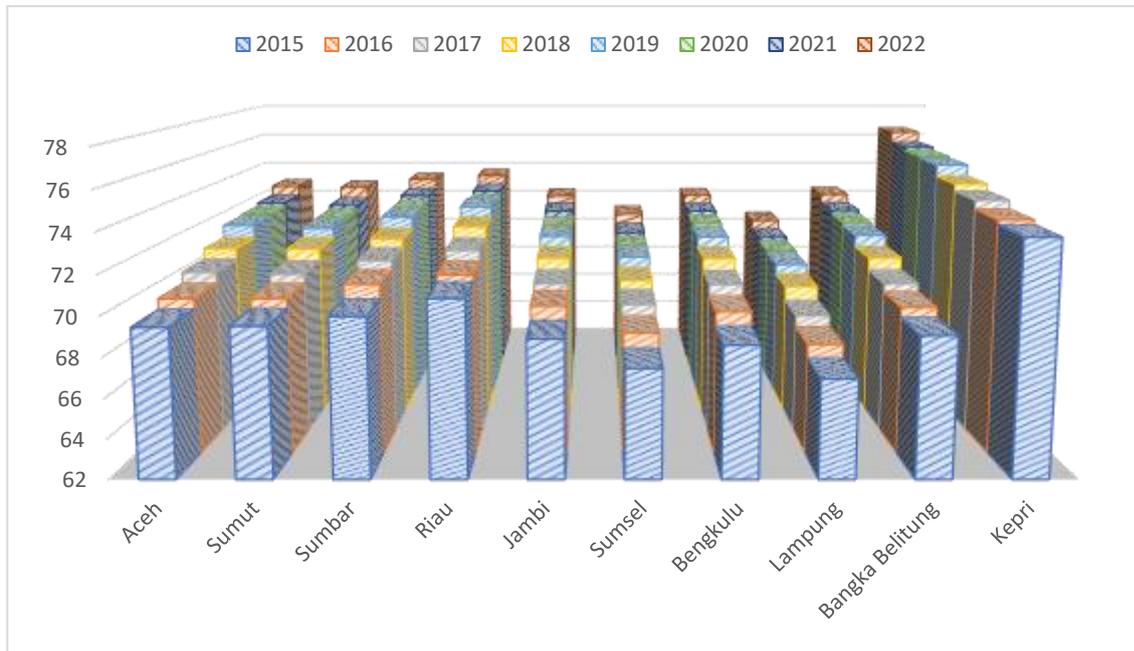
Modal manusia adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan keterampilan, pengetahuan, dan pengalaman yang dimiliki oleh individu yang dapat digunakan untuk menciptakan nilai ekonomi. Modal manusia mencakup pendidikan, pelatihan, kesehatan, dan keterampilan yang diperoleh melalui

pengalaman kerja dan interaksi sosial. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) sering digunakan untuk mengcapture modal manusia. IPM adalah alat pengukuran yang dikembangkan oleh Program Pembangunan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNDP) untuk menilai dan membandingkan tingkat pembangunan manusia antar negara yang dilakukan untuk menyeimbangkan pembangunan di bidang ekonomi dengan kemajuan sumber daya manusia (Arkum and Amar, 2022). IPM menggabungkan indikator-indikator dari tiga dimensi utama: kesehatan, pendidikan, dan standar hidup.

IPM pertama kali diperkenalkan dalam Laporan Pembangunan Manusia oleh UNDP pada tahun 1990. Laporan ini dikembangkan oleh Amartya Sen, seorang pemenang Nobel di bidang ekonomi. Tujuan pengembangan IPM adalah untuk menyediakan ukuran yang lebih komprehensif mengenai pembangunan manusia dibandingkan dengan ukuran ekonomi tradisional seperti Produk Domestik Bruto (PDB). Modal manusia adalah kunci utama dalam mendorong pertumbuhan ekonomi (Abdullah, 2015).

Investasi dalam pendidikan, pelatihan, dan kesehatan meningkatkan keterampilan dan produktivitas tenaga kerja, mendorong inovasi, dan meningkatkan daya saing global. Negara yang fokus pada pengembangan modal manusia cenderung mengalami pertumbuhan ekonomi yang lebih kuat dan berkelanjutan. Oleh karena itu, kebijakan yang mendukung pendidikan dan kesehatan harus menjadi prioritas utama bagi pemerintah yang ingin mendorong pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Nilai IPM suatu wilayah menggambarkan seperti apa pilihan kebijakan telah dilaksanakan terhadap wilayah tersebut (Vinni & Asti, 2021). Perkembangan IPM

provinsi-provinsi di Pulau Sumatera dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perkembangan IPM Provinsi-provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2015-2022
 Sumber: BPS RI dalam Angka (2016-2023)

IPM Provinsi Kepulauan Riau merupakan yang tertinggi sedangkan IPM Lampung Tahun 2015 merupakan yang terendah selama periode penelitian. Mayoritas provinsi-provinsi di Pulau Sumatera mengalami IPM yang progresif, hanya provinsi Sumatera Barat Tahun 2020, Riau Tahun 2020, Sumatera Selatan Tahun 2020 dan Bengkulu Tahun 2022 yang mengalami pertumbuhan yang minus diakibatkan turunnya salah satu indikator IPM yakni rata-rata pengeluaran per kapita akibat melemahnya perekonomian sebagai dampak dari pandemi Covid 19 yang melanda dunia. Pemerintah Indonesia mengeluarkan berbagai kebijakan guna mengurangi rantai penyebaran pandemi Covid-19 salah satunya lock down, namun kebijakan ini menyebabkan berkurangnya jumlah konsumsi Rumah Tangga (RT) dan konsumsi Lembaga Non Profit yang melayani Rumah Tangga (LNPR) padahal kedua konsumsi ini sangat memberi pengaruh atas kontraksi pada Produk Domestik Bruto (PDB) dan PDRB.

Pengukuran IPM memiliki tujuan dan manfaat sebagai berikut: 1) IPM bertujuan untuk menyoroti pentingnya aspek non-ekonomi dalam pembangunan, seperti kesehatan dan pendidikan; 2) Pengukuran yang lebih holistik, karena dengan menggabungkan beberapa dimensi, IPM memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang kesejahteraan manusia; 3) IPM memungkinkan perbandingan internasional

yang lebih mudah tentang tingkat pembangunan manusia, membantu negara-negara untuk belajar dari pengalaman satu sama lain; serta, 4) Data IPM dapat digunakan oleh pemerintah dan organisasi internasional dapat digunakan untuk merumuskan kebijakan yang lebih efektif dalam meningkatkan kualitas hidup.

Studi empiris menunjukkan ada banyak penelitian yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh IPM terhadap pertumbuhan ekonomi. (Abdar et al, 2020) melakukan penelitian dengan menggunakan data panel dari 25 negara maju dan 25 negara berkembang dari tahun 2000 hingga 2014 menemukan bahwa IPM untuk meng-capture pembangunan manusia berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di negara maju maupun berkembang namun Angka Harapan Hidup dan rasio partisipasi kasar sekolah dasar yang digunakan sebagai indikator pembangunan manusia dibidang kesehatan dan pendidikan berdampak negatif pada pertumbuhan ekonomi.

Interaksi antara Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan Indeks Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dapat memberikan dampak signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara atau daerah melalui beberapa cara antara lain: *Pertama*, Peningkatan produktivitas, pendidikan yang lebih baik, kesehatan yang lebih baik dan standar hidup yang lebih tinggi (komponen utama dari IPM)

dapat meningkatkan produktivitas tenaga kerja. Bila didukung dengan peningkatan infrastruktur TIK akan memungkinkan akses informasi yang lebih cepat, kolaborasi yang lebih efisien dan otomatisasi proses bisnis maka akan menciptakan tenaga kerja yang lebih terdidik dan sehat yang dapat memanfaatkan teknologi informasi secara lebih efektif, meningkatkan produktivitas dan efisiensi ekonomi.

Kedua, Inovasi dan pengembangan, peningkatan IPM yang salah satunya ditandai dengan semakin tingginya pendidikan yang diperoleh akan mendorong kegiatan penelitian dan pengembangan serta adopsi teknologi baru. Bila didukung dengan peningkatan indeks TIK dengan indikator semakin mudahnya akses ke teknologi informasi akan mempercepat proses inovasi dan mempermudah diseminasi pengetahuan. Ketika terjadi interaksi antara peningkatan IPM dan indeks TIK ini akan menciptakan tenaga kerja terampil yang menguasai teknologi canggih dapat menciptakan lingkungan kondusif untuk inovasi yang pada gilirannya dapat mendorong pertumbuhan ekonomi.

Ketiga, Peningkatan kualitas hidup, kualitas hidup yang lebih baik dapat menarik investasi asing dan domestik karena masyarakat yang sehat dan terdidik dapat memberikan kontribusi lebih besar terhadap ekonomi. Sedangkan infrastruktur TIK yang baik meningkatkan akses terhadap layanan publik, seperti kesehatan dan pendidikan, yang dapat meningkatkan kualitas hidup. Interaksi antara peningkatan kualitas hidup IPM karena akses yang lebih baik ke layanan publik melalui teknologi, akan mendorong masyarakat menjadi lebih produktif dan berkontribusi lebih besar terhadap pertumbuhan ekonomi.

Keempat, Efisiensi pasar dan perdagangan, pasar yang lebih efisien membutuhkan tenaga kerja yang terampil dan terdidik sedangkan teknologi informasi memfasilitasi perdagangan elektronik, mengurangi biaya transaksi, dan memperluas pasar. Interaksi antara pasar yang efisien dan perdagangan yang lebih lancar meningkatkan daya saing dan pertumbuhan ekonomi. *Kelima*, Ketahanan ekonomi, masyarakat yang sehat dan berpendidikan lebih tinggi lebih mampu beradaptasi dengan perubahan ekonomi sedangkan teknologi informasi memungkinkan pemantauan dan respons cepat terhadap perubahan ekonomi. Interaksi dari kemampuan adaptasi masyarakat dan respons cepat terhadap perubahan ekonomi membuat ekonomi lebih tahan terhadap guncangan, yang mendukung pertumbuhan jangka panjang.

Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh TIK dan IPM terhadap pertumbuhan ekonomi, namun hanya ada sedikit penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh interaksi IPM dan TIK terhadap pertumbuhan ekonomi (Zhang and Danish, 2019) melakukan penelitian pada 29 negara-negara berkembang terpilih di Asia periode tahun 1990 sampai dengan 2016 menggunakan standar *error Driscoll-Kraay*, *Mean Group (MG) Fully Modified Ordinary Least Square (FMOLS)*, dan *Dynamic Ordinary Least Square (MG-DOLS)* regresi panel data. Hasilnya menunjukkan bahwa negara-negara dengan indeks pembangunan manusia dan penggunaan telepon seluler yang lebih baik mendorong pertumbuhan ekonomi, sedangkan pengguna Internet tampaknya tidak mendorong pertumbuhan ekonomi.

Meskipun demikian, indeks pembangunan manusia sendiri merupakan faktor penting yang berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi di negara-negara Asia. Kedua penggunaan telepon seluler berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi, namun penggunaan Internet tampaknya tidak memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi. Temuan-temuan baru ini menunjukkan bahwa meskipun pembangunan manusia yang lebih baik dianggap penting untuk penggunaan telepon seluler, hal ini tampaknya tidak sesuai untuk penggunaan Internet.

Tam et al (2024) melakukan penelitian pada 63 provinsi dan kota di Vietnam periode 2016-2021. Studi ini mengevaluasi dampak interaksi antara faktor teknologi informasi dan faktor sumber daya manusia terhadap pertumbuhan ekonomi. Hasilnya menunjukkan bahwa variabel tingkat tenaga kerja di atas 15 tahun atau tingkat pekerja yang memiliki pelatihan kejuruan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi, sedangkan faktor jumlah penduduk yang bersekolah di sekolah menengah maupun pengeluaran untuk Pendidikan mempunyai pengaruh negatif terhadap pertumbuhan ekonomi lokal. Indeks teknologi (TIK) berdampak positif sedangkan interaksi antara sumber daya manusia dan teknologi informasi berdampak negatif terhadap pertumbuhan ekonomi.

Studi empiris yang menyatakan bahwa kombinasi antara teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dengan modal manusia (dalam konteks ini, mengacu pada Indeks Pembangunan Manusia) berdampak negatif terhadap pertumbuhan ekonomi relatif jarang ditemukan. Sebagian besar penelitian menunjukkan dampak positif dari kombinasi ini. Namun, ada beberapa skenario di mana interaksi antara TIK dan IPM

dikhawatirkan akan menimbulkan permasalahan dalam perekonomian, seperti berikut ini.

Pertama, Pengangguran teknologi, Penggunaan teknologi yang canggih dapat menggantikan pekerjaan manusia, terutama dalam sektor manufaktur dan layanan yang dapat diotomatisasi. Ini dapat menyebabkan peningkatan pengangguran jika pekerja tidak memiliki keterampilan yang sesuai untuk pekerjaan baru yang muncul akibat perkembangan teknologi. *Kedua*, Ketimpangan ekonomi, TIK dapat memperburuk ketimpangan pendapatan jika manfaat dari teknologi hanya dinikmati oleh segelintir orang atau perusahaan besar. Ketimpangan ini dapat menghambat pertumbuhan ekonomi yang inklusif.

Ketiga, Ketergantungan pada teknologi asing, Negara-negara yang terlalu bergantung pada teknologi impor dapat mengalami defisit perdagangan dan masalah ketergantungan ekonomi. Ini dapat menghambat pertumbuhan ekonomi lokal jika tidak ada upaya untuk mengembangkan kemampuan teknologi domestik. *Keempat*, Biaya implementasi yang tinggi, Implementasi teknologi informasi dan komunikasi seringkali membutuhkan investasi yang signifikan. Jika investasi ini tidak menghasilkan hasil yang diharapkan, itu bisa menjadi beban ekonomi. *Kelima*, Keamanan dan privasi, ancaman terhadap keamanan siber dan pelanggaran privasi dapat mengganggu aktivitas ekonomi. Perusahaan yang mengalami serangan siber mungkin menghadapi kerugian finansial yang besar.

Terdapat beberapa studi empiris yang menuliskan skenario pengaruh negatif interaksi antara TIK dan IPM terhadap pertumbuhan ekonomi, antara lain Benedikt dan Osborne (2017) dalam penelitiannya yang berjudul "*The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization*", menunjukkan bahwa banyak pekerjaan rentan terhadap otomatisasi, yang dapat menyebabkan masalah ekonomi jika tidak ada penyesuaian di pasar tenaga kerja karena dapat meningkatkan pengangguran dan ketidaksetaraan. Bukti peran TIK sebagai sumber pertumbuhan yang penting menunjukkan beberapa implikasi kebijakan. Pertama, semua negara memerlukan fokus yang lebih strategis dalam mendorong penetrasi ICT sebagai sumber pertumbuhan yang penting.

Promosi ini tidak boleh terbatas hanya pada peningkatan infrastruktur TIK dan pengurangan biaya penggunaan TIK, namun juga perlu fokus pada peningkatan dampak penetrasi TIK terhadap pertumbuhan. Berdasarkan latar belakang penelitian dan hasil studi empiris terhadap penelitian yang terdahulu, maka

hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Diduga teknologi, informasi dan Komunikasi (TIK) berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi; 2) Diduga modal manusia berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi; serta, 3) Diduga interaksi TIK dan modal manusia berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif (Creswell, 2013) dengan menggunakan data sekunder dari 10 (sepuluh) provinsi yang ada di Pulau Sumatera dalam rentang periode 8 tahun dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2022. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pertumbuhan ekonomi menggunakan proksi data PDRB Atas Dasar Harga Konstan (ADHK), data modal manusia menggunakan proksi data IPM, data Indeks TIK untuk meng*capture* teknologi informasi dan komunikasi serta data Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik.

Metode estimasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Generalized Method of Moment* (GMM) sejalan dengan penelitian (Sinha et al, 2020); (Cheng et al, 2020) untuk menemukan model dinamis terbaik yang tidak bias, instrumen valid, dan konsisten. Analisis dengan menggunakan data panel, umumnya menghasilkan sistem persamaan *overidentified*, dimana jumlah persamaan *moment* lebih banyak dari jumlah parameter yang akan diduga, maka dengan meminimumkan fungsi kriteria melalui matriks terboboti maka GMM menurut (Tam et al, 2024) merupakan metode tepat yang digunakan dalam penelitian dimana dimensi waktu ditandai dengan penggunaan data *time series* dan data *crosssectional*.

Metode regresi data panel dinamis adalah suatu penerapan metode terhadap kedinamisan pada suatu data sekarang dan mempunyai hubungan pada data sebelumnya, yang menggunakan lag dari variabel *dependent* yang berfungsi untuk menjadikan variabel tersebut sebagai variabel *independent* nya. Dalam artiannya sendiri dinamis adalah suatu nilai dari variabel yang di pengaruhi oleh nilai variabel lain dengan waktu sekarang dan yang memiliki hubungan juga dengan waktu lampau (Arellano & Bond, 1991).

Baltagi (2021) menjelaskan bahwa jika model data panel dinamis menggunakan *estimasi Ordinary Least Square* (OLS), maka dapat memiliki hasil estimasi bias serta tak konsisten dikarenakan terdapat lag pada variabel dependen yang terdapat pada variabel *independent* yang

memiliki korelasi dengan error. GMM memiliki beberapa prosedur pengujian, yaitu melakukan pemilihan model yang paling tepat antara model FD GMM atau SYS GMM, menguji spesifikasi model dan validitas *instrument* yang digunakan

pada model menggunakan Uji Arellano Bond dan Uji Sargan. Penelitian ini mempunyai dua jenis variabel, yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Secara lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Operasionalisasi Variabel-Variabel Penelitian

Variabel	Definisi	Simbol	Ukuran	Referensi
1	2	3	4	5
Pertumbuhan ekonomi	Menggunakan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) riil Atas Dasar Harga Konstan (ADHK) per tahun yang digunakan untuk <i>capture</i> pertumbuhan ekonomi	PDRB	Logaritma	(Vinni et al., 2021); (Rahmayanti & Horn, 2010)
Pertumbuhan ekonomi tahun sebelumnya	Menggunakan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) riil atas dasar harga Konstan tahun sebelumnya yang digunakan untuk <i>capture</i> pertumbuhan ekonomi tahun sebelumnya	PDRB_{t-1}	Logaritma	(Lee & Son, 2016)
Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi	Menggunakan data Indeks Pembangunan TIK, merupakan ukuran standar tingkat pembangunan TIK di suatu wilayah yang dapat diperbandingkan antarwaktu dan antarwilayah yang mengukur pertumbuhan pembangunan TIK, mengukur kesenjangan digital antar wilayah, dan mengukur potensi pembangunan TIK.	TIK	Indeks	(Sepehrdoust dan Ghorbanseresht, 2019)
Indeks Pembangunan Manusia	Indikator komposit untuk mengukur capaian pembangunan kualitas hidup manusia. <ul style="list-style-type: none"> • Dimensi umur panjang dan hidup sehat, indikator yang digunakan adalah Umur Harapan Hidup saat Lahir (UHH) atau e0. UHH merupakan perkiraan rata-rata lamanya waktu (dalam tahun) yang akan dijalani oleh seseorang selama hidupnya, • Dimensi pengetahuan dengan indikator, yaitu: i) Harapan Lama Sekolah (HLS); dan ii) Rata-Rata Lama Sekolah (RLS), • Dimensi standar hidup yang layak menggunakan indikator pengeluaran riil per kapita. 	IPM	Indeks	(Abdar, et al, 2020)
Interaksi IPM dan TIK	Perkalian Indeks TIK dan IPM yang diasosiasikan sebagai modal manusia yang menguasai TIK	IT	Logaritma	(Tam et al, 2024); (Zhang and Danish, 2019)
Tingkat Pengangguran Terbuka	Persentase jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja	TPT	Persen	(Abugamea, 2018)

Sumber: Studi empiris (2024)

Sesuai dengan tujuan penelitian maka model regresi yang digunakan dalam penelitian

1) Model pertama digunakan untuk melihat pengaruh teknologi informasi dan komunikasi (TIK) terhadap pertumbuhan

$$\log PDRB_{it} = \alpha_0 + \delta_1 \log PDRB_{it-1} + \delta_2 TIK_{it} + \delta_3 TPT_{it} + e_{it} \dots \dots \dots (1)$$

2) Model kedua digunakan untuk melihat pengaruh IPM terhadap pertumbuhan

$$\log PDRB_{it} = \alpha_1 + \beta_1 \log PDRB_{it-1} + \beta_2 IPM_{it} + \beta_3 TPT_{it} + e_{it} \dots \dots \dots (2)$$

3) Model ketiga digunakan untuk melihat pengaruh interaksi antara modal manusia (IPM) dan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) terhadap pertumbuhan

$$\log PDRB_{it} = \alpha_2 + \gamma_1 \log PDRB_{it-1} + \gamma_2 \log IT_{it} + \gamma_3 TPT_{it} + e_{it} \dots \dots \dots (3)$$

ini menggunakan tiga model, yakni :

ekonomi. Model ini diadopsi dari penelitian (Tam et al, 2024), yakni:

ekonomi, model ini diadopsi dari (Tam et al, 2024) dengan model:

ekonomi yang diadopsi dari (Zhang and Danish, 2019); (Tam et al, 2024) dengan model:

Dimana:

- Log PDRB : Logaritma PDRB ADHK
- Log PDRB_{it-1} : Logaritma PDRB ADHK tahun sebelumnya
- TIK : Indeks Pembangunan TIK
- TPT : Tingkat Pengangguran Terbuka
- IPM : Indeks Pembangunan Manusia
- LogIT : Logaritma interaksi antara TIK dan IPM (perkalian antara Indeks TIK dan IPM)
- it : Provinsi i pada tahun t
- α_{0,1,2} : intersep
- δ, B, γ : Koefisien regresi
- e : error

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun deskripsi statistik dari variabel yang digunakan dalam model penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3. Setelah itu dilakukan estimasi untuk menentukan model terbaik yang digunakan dalam penelitian maka hasilnya dapat dilihat pada tabel 4. Setelah melakukan estimasi pada model dengan menggunakan metode FD GMM dan SYS GMM selanjutnya dilakukan uji validitas terhadap model yang digunakan serta uji konsistensi estimasi GMM dengan hasil seperti pada tabel 5.

Tabel 3. Deskripsi Statistik Variabel yang Digunakan dalam Penelitian

Variabel	Obs	Mean	Std. dev	Min	Max
logPDRB	80	18,95033	0,78739	17,45483	20,16732
TIK	80	5,008875	0,870741	3,01	6,69
IPM	80	71,18275	1,914428	66,95	76,46
logIT	80	5,859824	0,208171	5,305886	6,237381
TPT	80	5,514	1,574964	2,6	10,34

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2024)

Tabel 4. Penentuan Model Terbaik

Variabel	PLS		FD GMM		SYS GMM		FEM	
Model 1								
LagPDRB	1,00215	***	,76615	***	0,87622	***	0,75654	***
TIK	-,027718		,09955	***	0,04155	*	0,09058	*
TPT	-,024069	*	-,10210	***	-,114516	***	-,067896	***
Konstanta	-,078778		4,46140	***	2,49989	***	4,60780	**
R ²	0,999354						0,93555	
Model 2								
LagPDRB	1,00262	***	-,32074	*	0,76688	***	0,39191	***
IPM	-,00211		7,21773	***	1,10942	**	3,16747	***
TPT	-,02973	*	-,01021		-,10997	***	-,04815	**
Konstanta	0,04290		-5,62489	***	-,09816		-1,89253	*
R ²	0,99932						0,95727	
Model 3								
LagPDRB	1,00208	***	0,72317	***	0,86978	***	0,72117	***
TPT	-,023544	*	-,09819	***	-,11445	***	-,065791	**
IT	-,023376		,11246	***	0,04212	*	0,10083	*
Konstanta	0,16848		4,76727	***	2,44051	***	4,82681	**
R ²	0,99						0,93	
N	70		60		70		70	

Sumber: Hasil pengolahan data (2024)

Keterangan : * Signifikan pada nilai kritis 10%
 ** Signifikan pada nilai kritis 5%
 ***Signifikan pada nilai kritis 1%.

Tabel 5. Hasil Uji

	FD GMM	SYS GMM
Model 1		
Uji Sargan	0,9747	0,9987
Prob > chi2		
Xt abond		
Prob > z	0,0201	0,0573
Model 2		
Uji Sargan		
Prob > chi2	1,0000	0,9990
Xt abond		
Prob > z	0,2402	0,1363
Model 3		
Uji Sargan		
Prob > chi2	0,9739	0,9987
Xt abond		
Prob > z	0,0090	0,0548

Sumber: Hasil pengolahan data (2024)

Berdasarkan hasil regresi data panel untuk 10 Provinsi yang ada di Pulau Sumatera menggunakan ketiga model yang telah ditentukan, maka metode SYS GMM adalah metode dinamis terbaik pada penelitian ini karena koefisien lag PDRB metode SYS GMM berada diantara koefisien lag PDRB model *Pooled Least Square* (PLS) dan *Fixed Effect Model* (FEM). Selanjutnya dari hasil Uji Sargan yang dilakukan untuk menentukan valid atau tidaknya model yang digunakan serta uji konsistensi estimasi GMM dengan menggunakan uji Arellano Bond, maka metode SYS GMM terpilih karena

hasilnya menunjukkan bahwa ketiga model konsisten dan tidak terdapat autokorelasi pada *error first difference*.

Hasil analisis data panel dinamis untuk Model 1 menunjukkan bahwa variabel lag logaritma PDRB (lag PDRB_{t-1}) berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dengan koefisien sebesar 0,87622 dan signifikan pada alpha 1%. Sehingga dapat diinterpretasikan bahwa setiap peningkatan variabel lag PDRB sebesar 1 persen akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi sebesar 0,87622% ceteris paribus. Begitu juga pada model 2 dan model 3, lag PDRB berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian dari (Cheng et al, 2020; Sinha et al, 2020); Tam et al, 2024).

Variabel Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dengan koefisien sebesar 0,04155 dan signifikan pada alpha 10%. Sehingga dapat diinterpretasikan bahwa setiap peningkatan variabel TIK sebesar 1 satuan akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi sebesar 0,04155% ceteris paribus. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian dari (Sepehrdoust & Ghorbanseresht, 2019) ; (Pradhan et al, 2018); (Sinha, et al, 2020); (Tam et al, 2024); (Zhang and Danish, 2019) yang menyatakan bahwa TIK

berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi.

Variabel Indeks Pembangunan Manusia (IPM) berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dengan koefisien sebesar 1,10942 dan signifikan pada alpha 5%. Sehingga dapat diinterpretasikan bahwa setiap peningkatan variabel IPM sebesar 1 satuan akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi sebesar 1,10942% ceteris paribus. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian dari (Maneejuk, 2021; Zhang and Danish, 2019) yang menyatakan bahwa pengangguran memiliki hubungan negatif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi.

Variabel interaksi antara IPM dan TIK (IT) berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dengan koefisien sebesar 0,04212 dan signifikan pada alpha 10%. Sehingga dapat diinterpretasikan bahwa setiap peningkatan variabel interaksi antara IPM dan TIK (IT) sebesar 1 satuan akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi sebesar 0,04212% ceteris paribus. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian dari (Maneejuk, 2021; Zhang and Danish, 2019) yang menyatakan bahwa interaksi antara IPM dan TIK memiliki hubungan positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi.

Variabel Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dengan koefisien sebesar 0,114516 dan signifikan pada alpha 1%. Sehingga dapat diinterpretasikan bahwa setiap peningkatan variabel TPT sebesar 1 satuan akan mereduksi pertumbuhan ekonomi sebesar 0,114516 % ceteris paribus. Begitu juga pada model 2 dan model 3, variabel TPT memiliki pengaruh yang negatif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi masing-masing sebesar -0,10997% dan -0,11445% ceteris paribus. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian dari Dayioğlu & Aydın (2020), Maneejuk (2021), Hjazeen, Seraj and Ozdeser (2021), Khalid et al, (2021), serta, Siddiqa (2021) yang menyatakan bahwa pengangguran memiliki hubungan negatif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi.

Hasil regresi dengan menggunakan metode SYS GMM menunjukkan korelasi positif antara IPM dan pertumbuhan ekonomi, serta antara adopsi teknologi informasi dan pertumbuhan ekonomi. Ketika kedua faktor ini berinteraksi, efek gabungan mereka dapat memperkuat dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi. Pendidikan, kesehatan, dan teknologi informasi yang saling mendukung menciptakan lingkungan yang kondusif untuk produktivitas, inovasi, dan efisiensi ekonomi yang lebih tinggi, yang pada akhirnya mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Kemajuan TIK diharapkan dapat

menemukan sumber-sumber pertumbuhan lapangan kerja yang baru dan tidak terduga dan juga memperkenalkan produk dan layanan baru yang memanfaatkan kebutuhan dan keinginan yang selama ini belum terpenuhi akibat keterbatasan teknologi. Riset dan inovasi dapat membantu menentukan sejauh mana kemajuan teknologi dapat dicapai oleh umat manusia.

Sejauh ini telah banyak manfaat kemajuan TIK yang dirasakan oleh masyarakat, yaitu: *Pertama*, Membuka akses ke peluang ekonomi, teknologi informasi membuka peluang bagi Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) serta individu untuk mengakses pasar global, melalui platform *e-commerce*, usaha kecil dapat menjual produk mereka ke konsumen di seluruh dunia tanpa harus memiliki toko fisik. *Kedua*, Keuangan berbasis teknologi (*fintech*) memperluas akses ke layanan perbankan bagi masyarakat yang sebelumnya tidak terjangkau oleh lembaga keuangan tradisional. Ini mencakup layanan pembayaran, pinjaman, dan investasi yang dapat diakses melalui perangkat *mobile*.

Ketiga, Teknologi informasi memungkinkan penyediaan pendidikan *online*, yang menjangkau daerah terpencil dan menyediakan akses ke pendidikan berkualitas bagi semua kalangan melalui *e-learning* yang membantu meningkatkan keterampilan dan daya saing tenaga kerja. *Keempat*, Platform pelatihan *on line* menawarkan kursus dan sertifikasi dalam berbagai bidang, memungkinkan tenaga kerja untuk meningkatkan keterampilan mereka sesuai dengan kebutuhan pasar kerja yang terus berkembang. *Kelima*, Teknologi informasi memungkinkan partisipasi yang lebih besar dalam proses sosial dan ekonomi melalui aplikasi dan platform media sosial. Ini dapat memperkuat suara kelompok marginal dalam pengambilan keputusan yang mempengaruhi kehidupan mereka.

Keenam, Inovasi dalam teknologi hijau sebagai dampak positif kemajuan TIK, seperti energi terbarukan (surya, angin), sistem pengelolaan limbah, dan teknologi efisiensi energi, membantu mengurangi karbon dan mengkonservasi sumber daya alam. *Ketujuh*, Jaringan listrik pintar menggunakan teknologi informasi untuk mengoptimalkan distribusi dan penggunaan energi, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan efisiensi. *Kedelapan*, Teknologi informasi dan *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pengumpulan dan analisis data dalam skala besar (*big data*). Data ini dapat dipergunakan dalam penyusunan kebijakan oleh Pemerintah di bidang politik, ekonomi, sosial budaya, dan pertahanan keamanan serta lingkungan.

Kesembilan, Teknologi seperti sensor, *drone*, dan analitik data membantu petani meningkatkan produktivitas sambil mengurangi dampak

lingkungan dengan mengoptimalkan penggunaan air, pupuk, dan pestisida. *Kesepuluh*, Teknologi mendukung model ekonomi sirkular di mana produk dan material didaur ulang dan digunakan kembali, mengurangi limbah dan penggunaan sumber daya alam. *Kesebelas*, Teknologi memungkinkan penelitian dan pengembangan produk yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, seperti bahan *biodegradable* dan teknologi ramah lingkungan lainnya.

Meskipun TIK memiliki potensi besar untuk mendorong pertumbuhan ekonomi, penting untuk mengelola dan mengarahkan perkembangannya dengan bijak agar dampak negatif dapat diminimalisir. Kebijakan yang mendukung pendidikan, pelatihan dan inklusi digital sangat penting untuk memastikan bahwa manfaat TIK dirasakan oleh seluruh lapisan masyarakat. Untuk memaksimalkan pengaruh positif interaksi antara Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM), pemerintah dan lembaga terkait perlu mengimplementasikan kebijakan yang komprehensif dan terarah.

Berikut adalah beberapa kebijakan yang dapat dilakukan: *Pertama*, Peningkatan akses dan infrastruktur TIK, dilakukan dengan memperluas akses internet dan infrastruktur TIK di seluruh wilayah, terutama di daerah pedesaan dan tertinggal. Meningkatnya investasi dalam infrastruktur TIK diharapkan dapat mengurangi kesenjangan teknologi antar daerah desa dan perkotaan. Selain itu subsidi dan insentif bagi penyedia TIK juga perlu dilakukan oleh Pemerintah untuk mengembangkan infrastruktur di wilayah yang kurang berkembang.

Kedua, Pengembangan keterampilan digital, dilakukan dengan melaksanakan pendidikan dan pelatihan yang dapat mengintegrasikan keterampilan digital dalam kurikulum pendidikan dasar dan menengah serta menyediakan program pelatihan dan sertifikasi keterampilan digital bagi angkatan kerja. Selain itu dengan mengadakan program literasi digital untuk meningkatkan kemampuan masyarakat dalam memanfaatkan teknologi informasi. *Ketiga*, Perlindungan tenaga kerja dan penciptaan lapangan kerja baru, melalui kebijakan transisi pekerjaan dengan menerapkan program pelatihan ulang dan re-skilling bagi pekerja yang terkena dampak otomatisasi dan perubahan teknologi. Pemerintah juga harus memberikan dukungan terhadap pengembangan sektor-sektor ekonomi baru yang muncul sebagai hasil dari kemajuan teknologi, seperti ekonomi digital, energi terbarukan, dan layanan berbasis teknologi.

Keempat, Mengatasi ketimpangan digital melalui program inklusi digital dengan memastikan bahwa semua lapisan masyarakat memiliki akses yang setara terhadap teknologi

informasi dan komunikasi. Pemberian bantuan teknis dan pendampingan bagi komunitas yang kurang terlayani untuk memanfaatkan TIK secara optimal. *Kelima*, Pengembangan kebijakan inovasi dan penelitian, melalui peningkatan dukungan untuk penelitian dan pengembangan di bidang TIK dan aplikasi inovatifnya. Selain itu dengan mendorong kegiatan kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan institusi akademik untuk mengembangkan solusi teknologi yang berkelanjutan. Investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi dapat menciptakan solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan dalam berbagai sektor. peningkatan riset dan inovasi dalam konteks teknologi hijau dan ekonomi biru merupakan upaya untuk mengembangkan pengetahuan, teknologi, dan solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan dalam berbagai sektor yang memiliki dampak besar di dalam *green economy* maupun *blue economy* guna pembangunan ekonomi yang berkelanjutan (Zainul & Vinni, 2023).

Keenam, Perlindungan sosial dan penguatan jaminan sosial, dengan memperkuat jaminan sosial dan skema asuransi pengangguran untuk pekerja yang kehilangan pekerjaan akibat disrupsi teknologi serta mengembangkan program bantuan sosial yang adaptif untuk mendukung keluarga yang terkena dampak perubahan ekonomi akibat teknologi. Dan, *Ketujuh*, Regulasi dan kebijakan yang adaptif, melalui kebijakan perlindungan data dengan menerapkan regulasi perlindungan data pribadi dan keamanan siber untuk melindungi pengguna teknologi informasi serta mengembangkan kebijakan yang fleksibel dan responsif terhadap perubahan teknologi dan dinamika pasar tenaga kerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis dengan menggunakan regresi dinamis data panel terhadap 10 Provinsi yang ada di Pulau Sumatera, maka hasilnya adalah menerima H_0 , yakni: 1) TIK memiliki pengaruh yang positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Semakin tinggi indeks Pembangunan TIK maka akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Teknologi informasi dan komunikasi secara keseluruhan memainkan peran kunci dalam mendorong pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan. Melalui peningkatan akses ke peluang ekonomi, pendidikan, dan partisipasi sosial, teknologi mendukung inklusivitas. Sementara itu, melalui efisiensi sumber daya, manajemen lingkungan, dan inovasi berkelanjutan, teknologi berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Untuk memaksimalkan manfaat ini, perlu adanya

kerangka kebijakan yang mendukung adopsi teknologi secara luas dan merata, serta perhatian khusus terhadap pengelolaan dampak lingkungan dan sosial dari perkembangan teknologi; 2) IPM memiliki pengaruh yang positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Semakin tinggi IPM maka akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Peningkatan IPM menciptakan pondasi yang kuat untuk pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dan inklusif. Melalui peningkatan kesehatan, pendidikan, dan standar hidup, negara dapat mengembangkan sumber daya manusia yang lebih produktif dan inovatif, yang merupakan kunci utama dalam mendorong pertumbuhan ekonomi; serta, 3) Interaksi antara IPM dan TIK memiliki pengaruh yang positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Interaksi antara IPM dan TIK diasosiasikan sebagai modal manusia yang menguasai TIK. Jadi semakin meningkat jumlah SDM yang menguasai TIK maka dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi di suatu daerah. SDM yang menguasai TIK dapat mendorong berbagai aspek ekonomi, mulai dari peningkatan produktivitas, inovasi, hingga pengembangan ekosistem bisnis, yang semuanya berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan inklusif.

REKOMENDASI

Manfaat teknologi dan informasi harus diimbangi dengan kebijakan yang tepat untuk memastikan inklusivitas dan mengurangi kesenjangan digital. Pemerintah dan sektor swasta perlu bekerja sama untuk menciptakan ekosistem yang mendukung inovasi, akses yang merata, dan pengembangan keterampilan digital. Bukti peran TIK sebagai sumber pertumbuhan yang penting menunjukkan beberapa implikasi kebijakan. Pertama, semua negara memerlukan fokus yang lebih strategis dalam mendorong penetrasi TIK sebagai sumber pertumbuhan yang penting. Promosi ini tidak boleh terbatas hanya pada peningkatan infrastruktur TIK dan pengurangan biaya penggunaan TIK, namun juga perlu fokus pada peningkatan dampak penetrasi TIK terhadap pertumbuhan. Penerapan kebijakan yang komprehensif dan terkoordinasi sangat penting untuk memaksimalkan modal manusia yang menguasai TIK guna meningkatkan pertumbuhan ekonomi dengan fokus pada peningkatan akses dan keterampilan digital, perlindungan tenaga kerja, inklusi digital, dan regulasi yang adaptif, Pemerintah Daerah dapat mengoptimalkan manfaat dari teknologi informasi dan komunikasi sambil memastikan bahwa pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan dapat tercapai. Maka ada beberapa rumusan implementasi kebijakan yang harus dilakukan Pemerintah Daerah, yakni:

1) Pendidikan dan Pelatihan TIK

- Memasukkan pendidikan TIK yang komprehensif dari tingkat dasar hingga menengah dalam kurikulum pendidikan formal. Hal ini tidak hanya membantu siswa memahami dasar-dasar teknologi, tetapi juga mempersiapkan mereka untuk pekerjaan masa depan yang memerlukan keterampilan TIK.
- Menyediakan program pelatihan intensif dan sertifikasi dalam berbagai bidang TIK untuk tenaga pendidik dan tenaga kerja lokal, baik untuk pemula maupun profesional yang ingin mengembangkan keterampilan mereka dalam menggunakan teknologi modern.

2) Aksesibilitas dan Infrastruktur TIK

- Memastikan akses internet yang luas dan terjangkau di seluruh wilayah, termasuk di daerah pedesaan. Ini mencakup pembangunan hotspot publik, pusat akses internet komunitas, dan peningkatan jaringan telekomunikasi guna menghilangkan daerah yang *blind spot*. Ini penting untuk memastikan bahwa semua individu dapat mengakses seluruh informasi dan dapat membantu mereka yang memasarkan barang dan jasanya untuk memperoleh informasi simetris dan mendorong perekonomian di suatu daerah.
- Membangun dan memelihara infrastruktur fisik TIK, sarana pendidikan dan juga sarana kesehatan guna melahirkan manusia-manusia yang mampu menguasai TIK.

3) Kemitraan dengan Industri dan Sektor Swasta

- Mengembangkan program magang dan kerja sama dengan perusahaan teknologi dan *start-up* untuk memberikan pengalaman praktis kepada siswa dan profesional muda dalam penggunaan teknologi terbaru.
- Mendukung inkubator bisnis dan ruang kerja bersama untuk startup teknologi dan kewirausahaan di daerah. Ini dapat mendorong inovasi lokal dan menciptakan lapangan kerja baru.
- Menyediakan pelatihan berkelanjutan bagi tenaga kerja yang ada dalam berbagai industri untuk mengasah keterampilan TIK mereka.

4) Promosi inovasi dan investasi

- Mendirikan pusat inovasi teknologi atau *teknopark* untuk mendorong kolaborasi antara peneliti, startup, dan industri TIK. Ini dapat menjadi basis untuk pengembangan teknologi baru dan penerapan solusi digital di sektor-sektor ekonomi yang berbeda
- Menyediakan insentif dan subsidi untuk individu atau perusahaan kecil dan

menengah (UKM) yang ingin mengikuti pelatihan TIK, baik dalam bentuk pengembangan aplikasi atau manajemen teknologi informasi.

- Memberikan insentif pajak bagi perusahaan yang berinvestasi dalam pengembangan keterampilan TIK karyawan mereka atau dalam pembelian teknologi baru.
- Mengadakan kampanye informasi dan kesadaran untuk mengedukasi masyarakat tentang pentingnya keterampilan TIK dalam meningkatkan peluang karir dan pertumbuhan ekonomi.

5) Penggunaan Teknologi untuk Meningkatkan Layanan Publik

- Memperluas layanan *e-government* untuk meningkatkan efisiensi administrasi publik, transparansi, dan partisipasi masyarakat dalam mendukung Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE). Ini dapat mencakup sistem pendaftaran online, layanan pengaduan digital, dan platform e-partisipasi
- Mendorong penggunaan teknologi digital dalam pendidikan dan layanan kesehatan, seperti e-learning, telemedicine, dan manajemen data kesehatan elektronik. Ini dapat meningkatkan aksesibilitas dan kualitas layanan publik, yang berdampak pada peningkatan IPM.

6) Monitoring dan Evaluasi yang berkelanjutan

- Melakukan monitoring dan evaluasi terhadap program-program yang telah dilakukan Pemerintah Daerah dalam upaya peningkatan IPM dan adopsi TIK oleh industri lokal di daerah tersebut dan dampaknya terhadap peningkatan ekonomi daerah. Ini memungkinkan pemerintah daerah untuk mengevaluasi efektivitas kebijakan dan melakukan penyesuaian yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, H. 2014. Realokasi kebijakan fiskal: Implikasi peningkatan Human Capital dan pembangunan infrastruktur terhadap pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. *Jurnal Bina Praja*. 6(2) pp. 117-128. <https://doi.org/10.21787/jbp.06.2014.117-128>

Abugamea, Gaber. 2018. Determinants of Unemployment: Empirical Evidence from Palestine., *Munich Personal RePEc Archive*. (89424).

Arellano, M. Bond, Stephen. 1991. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*. 58(2). pp. 277-297. <https://doi.org/10.2307/2297968>.

Arkum, D. Amar, H. 2022. The Influence of Economic

Growth, Human Development, Poverty and Unemployment on Income Distribution Inequality. *Jurnal Bina Praja*. 14(3). pp. 413-422.

Aydın, Y. Dayioglu, T. 2020. *Relationship between Economic Growth, Unemployment, Inflation and Current Account Balance: Theory and Case of Turkey*. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.93833>.

BADAN PUSAT STATISTIK (BPS). 2019. *Statistik Indonesia", Statistical Yearbook of Indonesia 2019*. Jakarta: BPS

BADAN PUSAT STATISTIK (BPS). 2024. *Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-Provinsi di Indonesia Menurut Pengeluaran 2019-2023*. Jakarta: BPS

Baltagi, B. (2021) *Econometrics Analysis of Panel Data*. 6th Edition. New York: John Wiley & Sons. Ltd.

Benedikt, C. Osborne, M.A. 2017. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological Forecasting & Social Change*. 114(C). pp. 254-280. doi:10.1016/j.techfore.2016.08.019.

Cao Minh Tam, Nguyen Anh Phong, L.V.C. 2024. The Impact of Human Capital and ICT Index on Local Economic Growth in Vietnam', *International Journal of Religion*, 5(7) pp. 431-440. <http://dx.doi.org/10.61707/56kcvx12>

Cheng, C. Chien, M. Lee, C. 2020. ICT diffusion, financial development, and economic growth: An international cross-country analysis. *Economic Modelling*. 94(January 2021) pp: 662-671. doi:10.1016/j.econmod.2020.02.008.

Creswell, J.W. 2013. *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. Sage Publications, Inc.

Hjazeen, H. Seraj, M. Ozdeser, H. 2021. The nexus between the economic growth and unemployment in Jordan. *Future Business Journal*, 7(42), pp. 1-8. doi:10.1186/s43093-021-00088-3.

Khalid, W. Akalpler, E. Khan, Sheheryar. 2021. The Relationship Between Unemployment and Economic Growth in South Africa : VAR Analysis. *Forman Journal of Economics Studies*. 17(1). pp. 1-32. doi:10.32368/FJES.20211701.

Kumar, R.R. Singh, M. 2014. Role of health expenditure and ICT in a small island economy: A study of Fiji. *Quality and Quantity*, 48. pp. 2295-2311. doi:10.1007/s11135-013-9892-7.

Kumar, V. Sezersan, I. Reyes, JAG. Gonzales, EDRS. Al-Shboul, MA. 2019. Circular economy in the manufacturing sector: benefits, opportunities and barriers. *Management Decision*. 57(4). pp: 1067-1086. doi:10.1108/MD-09-2018-1070.

Lee, DJ. Son, JC. 2016. Economic Growth and Income Inequality: Evidence from Dynamic Panel Investigation.', *Global Economic Review*. 45(4). p: 331-358.

DOI: 10.1080/1226508X.2016.1181980

Maneejuk, P. Yamaka, W. 2021. The Impact of Higher Education on Economic Growth in ASEAN-5 Countries. *Sustainability*. 13(2). pp. 1-28.
<https://doi.org/10.3390/su13020520>

Pradhan, R. Mallik, G. Bagchi, TP. 2018. Information communication technology (ICT) infrastructure and economic growth: A causality evinced by cross-country panel data. *IIMB Management Review*. 30(1).
DOI:10.1016/j.iimb.2018.01.001

Rahmayanti, Y. Theara, H. 2010. Expenditure Efficiency and the Optimal Size of Government in Developing Countries', *Discussion Papers in Economics and Business*. 10-20.

Sepehrdoust, H. and Ghorbanseresht, M. 2019. Impact of information and communication technology and financial development on economic growth of OPEC developing economies. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 40(2019), pp. 546-551.
doi:10.1016/j.kjss.2018.01.008.

Siddiqa, A. 2021. Determinants of Unemployment in Selected Developing Countries: A Panel Data Analysis. *Journal of Economic Impact*. 3(1). pp. 19-26.
<https://doi.org/10.52223/jei3012103>

Sinha, M. Das, R. Sengupta, PP. 2020. FDI , ICT and Economic Growth in Developing Countries : An Empirical Analysis. Role of IT-ITES in Economic Development of Asia. pp. 121-130.
doi:10.1007/978-981-15-4206-0.

Vinni, A. Asti, H. 2021. Pengaruh Indeks Pembangunan Manusia Terhadap Ketimpangan Wilayah di Provinsi Jambi. *Khazanah Intelektual*, 5(2). hal: 1142-1160.
DOI : <https://doi.org/10.37250/newkiki.v4i1.111>.

Zainul, B. Vinni, A. 2023. *Menuju kesejahteraan berkelanjutan [sumber elektronis] : pemahaman terhadap pertumbuhan ekonomi klasik, neoklasik, islam, green economy, dan blue economy*. Makassar: PT. Nas Media Indonesia.

Zhang, J. Danish. 2019. The dynamic linkage between information and communication technology, human development index, and economic growth: evidence from Asian economies. *Environmental Science and Pollution Research*. 26(2019) pp. 26982-26990.
doi:10.1007/s11356-019-05926-0.