

EFEK DIGITALISASI TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI DI INDONESIA

Farhan Syakir Syabiansah
Universitas Katolik Parahyangan

ABSTRACT

This study examines the impact of digitalization on Indonesia's economic growth from 2000 to 2022 using the Ordinary Least Squares (OLS) method. The research includes variables such as the digitalization index, labor force participation, foreign direct investment (FDI), domestic investment (DI), and education (mean years of schooling). The findings reveal that digitalization and FDI significantly and positively affect Indonesia's GDP, indicating the pivotal role of technology adoption and international capital flows in economic expansion. Conversely, education exhibits a significant negative effect, suggesting possibly indicating a mismatch between educational output and labor market needs. Meanwhile, labor force participation and domestic investment show no significant effect on growth. These results highlight the need for strategic improvements in digital infrastructure, educational quality, and investment policy to enhance the inclusiveness and sustainability of economic development in the digital era. The study concludes that while digitalization and FDI are key drivers of growth, optimizing their benefits requires coordinated policy support, particularly in workforce development and local investment ecosystems.

Keywords: Digitalization, Economic Growth, Foreign Direct Investment, Domestic Investment, Labor, Education, Indonesia.

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengaruh digitalisasi terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia selama periode 2000–2022 dengan menggunakan metode Ordinary Least Squares (OLS). Variabel yang digunakan mencakup indeks digitalisasi, partisipasi angkatan kerja, penanaman modal asing (PMA), penanaman modal dalam negeri (PMDN), dan pendidikan (rata-rata lama sekolah). Hasil penelitian menunjukkan bahwa digitalisasi dan PMA berpengaruh positif dan signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB), menandakan pentingnya peran teknologi dan investasi asing dalam mendorong pertumbuhan ekonomi. Sebaliknya, pendidikan menunjukkan pengaruh negatif yang signifikan, mengindikasikan adanya ketidaksesuaian antara output pendidikan dan kebutuhan pasar kerja. Sementara itu, variabel partisipasi tenaga kerja dan PMDN tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Temuan ini menunjukkan perlunya peningkatan kualitas pendidikan, penguatan kebijakan investasi domestik, serta pengembangan infrastruktur digital dan sumber daya manusia agar manfaat pertumbuhan ekonomi digital dapat dirasakan secara menyeluruh dan berkelanjutan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa digitalisasi dan PMA merupakan penggerak utama pertumbuhan ekonomi, namun memerlukan dukungan kebijakan terintegrasi untuk memaksimalkan dampaknya.

Kata kunci: Digitalisasi, Pertumbuhan Ekonomi, Penanaman Modal Asing, Penanaman Modal Dalam Negeri, Tenaga Kerja, Pendidikan, Indonesia.

Klasifikasi JEL: O33; O47; F21; E22; J24

1. PENDAHULUAN

Model Solow yang diperluas (*augmented Solow model*) merupakan pengembangan dari model Solow klasik dengan memasukkan *human capital* sebagai faktor produksi tambahan selain modal fisik (*physical capital*) dan tenaga kerja (*labor*). Dalam model ini, *human capital* dianggap sebagai akumulasi pengetahuan, keterampilan, dan pendidikan yang dimiliki oleh tenaga kerja, yang berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan pertumbuhan ekonomi. Menurut Mankiw, Romer, dan Weil (1992), model ini menjelaskan bahwa perbedaan tingkat pendapatan antar negara tidak hanya disebabkan oleh perbedaan dalam akumulasi modal fisik, tetapi juga oleh perbedaan dalam investasi pada *human capital*. Dengan memasukkan *human capital*, model ini mampu menjelaskan sekitar 80% variasi pendapatan per kapita di antara negara-negara non-OECD (Nonneman & Vanhoudt, 1996). Namun, model ini masih memiliki keterbatasan, terutama dalam menjelaskan pertumbuhan ekonomi di negara-negara OECD, di mana variasi dalam *human capital* dan modal fisik tidak cukup untuk menjelaskan perbedaan pendapatan yang signifikan. Oleh karena itu, beberapa peneliti menyarankan perluasan lebih lanjut dengan memasukkan faktor-faktor seperti teknologi dan penelitian dan pengembangan (R&D) sebagai bentuk modal tambahan yang memengaruhi pertumbuhan ekonomi (Temple, 1998). Dengan demikian, *augmented Solow model* memberikan kerangka yang lebih komprehensif untuk memahami peran *human capital* dalam pertumbuhan ekonomi, meskipun masih diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk menjelaskan dinamika pertumbuhan di negara-negara maju.

Korea Selatan dan China merupakan contoh nyata dari pertumbuhan ekonomi yang pesat di Asia Timur, yang didorong oleh investasi besar-besaran dalam teknologi dan digitalisasi. Korea Selatan, misalnya, telah menjadi salah satu negara dengan tingkat investasi tertinggi dalam penelitian dan pengembangan (R&D), mencapai lebih dari 4% dari PDB-nya (NatureJobs, 2015). Transformasi ekonomi Korea Selatan dari negara agraris menjadi pusat teknologi global didukung oleh perusahaan seperti Samsung dan LG, yang memimpin dalam inovasi digital, termasuk pengembangan perangkat elektronik, semi konduktor, dan jaringan 5G. Digitalisasi juga telah merambah berbagai sektor, mulai dari manufaktur hingga layanan publik, menciptakan efisiensi dan produktivitas yang tinggi. Namun, tantangan seperti kurangnya transparansi dalam pendanaan penelitian dan hambatan bahasa bagi peneliti asing masih menjadi kendala (NatureJobs, 2015).

Sementara itu, China telah mengalami pertumbuhan ekonomi yang luar biasa dalam beberapa dekade terakhir, didorong oleh industrialisasi dan adopsi teknologi digital secara masif. China tidak hanya menjadi pusat manufaktur global, tetapi juga memimpin dalam pengembangan teknologi mutakhir seperti kecerdasan buatan (AI), *cloud computing*, dan kendaraan listrik. Digitalisasi telah mengubah lanskap ekonomi China, dengan perusahaan seperti Huawei, Tencent, dan Alibaba menjadi pemain global. Pemerintah China juga aktif mendorong inisiatif seperti "*Made in China 2025*" untuk memperkuat basis industri dan teknologi dalam negeri. Meskipun demikian, pertumbuhan yang cepat ini juga menghadapi tantangan, termasuk ketimpangan ekonomi dan tekanan lingkungan. Kedua negara ini menunjukkan bagaimana digitalisasi dan inovasi teknologi dapat menjadi pendorong utama pertumbuhan ekonomi, meskipun diperlukan kebijakan yang tepat untuk mengatasi tantangan yang muncul (Zhu, 2012).

Indonesia, sebagai salah satu negara dengan ekonomi terbesar di Asia Tenggara, telah menunjukkan pertumbuhan ekonomi yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Meskipun tidak secepat Korea Selatan atau China, Indonesia telah mengalami transformasi ekonomi yang didorong oleh industrialisasi dan pemanfaatan sumber daya alam yang melimpah. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, Indonesia mulai mengadopsi digitalisasi sebagai salah satu pendorong

utama pertumbuhan ekonominya. Pemerintah Indonesia telah meluncurkan berbagai inisiatif untuk mempercepat transformasi digital, seperti "*Making Indonesia 4.0*" yang bertujuan untuk meningkatkan daya saing industri manufaktur melalui adopsi teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan *big data*. Sektor teknologi informasi dan komunikasi (TIK) juga tumbuh pesat, dengan perusahaan lokal seperti Gojek dan Tokopedia menjadi contoh sukses dalam ekosistem startup digital. Digitalisasi telah merambah berbagai sektor ekonomi Indonesia, mulai dari pertanian, manufaktur, hingga jasa keuangan. Misalnya, *platform e-commerce* dan *fintech* telah mempermudah akses masyarakat ke pasar dan layanan keuangan, terutama di daerah pedesaan. Selain itu, pemerintah juga telah memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi layanan publik, seperti dalam sistem pembayaran pajak dan administrasi kependudukan. Namun, tantangan seperti kesenjangan digital antara wilayah perkotaan dan pedesaan, serta kurangnya infrastruktur digital yang memadai, masih menjadi kendala utama. Meskipun demikian, dengan investasi yang terus meningkat dalam infrastruktur digital dan pendidikan teknologi, Indonesia memiliki potensi besar untuk mempercepat pertumbuhan ekonominya melalui digitalisasi, sambil tetap memperhatikan keberlanjutan lingkungan dan inklusi sosial (Kurniawan & Managi, 2018).

Kemajuan ekonomi global sangat dipengaruhi oleh perubahan struktural dalam pola produksi, terutama melalui revolusi industri yang telah berlangsung dalam empat tahap. Revolusi Industri Pertama (1760–1840) ditandai dengan penemuan mesin uap yang mendorong mekanisasi produksi. Revolusi Industri Kedua (akhir abad ke-19–awal abad ke-20) menghadirkan listrik dan mesin pembakaran internal yang memungkinkan produksi massal dan awal globalisasi. Revolusi Industri Ketiga (1960-an–akhir abad ke-20) memulai era digital melalui komputer, semikonduktor, dan internet, mengubah komunikasi dan manajemen produksi. Revolusi Industri Keempat (awal abad ke-21–sekarang) ditandai oleh teknologi digital canggih seperti AI, IoT, dan robotika yang mengintegrasikan dunia fisik dan digital secara mendalam. Digitalisasi menjadi pusat transformasi sejak Revolusi Ketiga, dan semakin dominan di Revolusi Keempat, mengubah tidak hanya cara produksi, tetapi juga struktur sosial dan ekonomi. Tantangan ke depan mencakup pemerataan manfaat digitalisasi dan pengelolaan dampak sosial dari otomatisasi (Melnik et al. 2019).

Revolusi Industri Pertama (1760-1840) dipicu oleh mesin uap James Watt, menggeser ekonomi agraris ke industri melalui mekanisasi produksi tekstil/baja dan pengembangan kereta api. Revolusi Kedua (akhir abad ke-19) memanfaatkan listrik dan mesin pembakaran internal untuk produksi massal, transportasi modern (mobil/pesawat), serta awal globalisasi. Revolusi Ketiga (1960-an) mengenalkan komputer, internet, dan semi konduktor, memulai digitalisasi serta era informasi dengan pertukaran data global. Revolusi Keempat (abad ke-21) menghadirkan integrasi teknologi digital seperti AI, IoT, robotika, dan *cyber-physical systems*, mentransformasi produksi, transportasi, hingga kesehatan melalui otomatisasi tinggi dan keputusan berbasis data.

Digitalisasi dalam penelitian ini mengacu pada proses adopsi dan pemanfaatan teknologi digital dalam berbagai aspek ekonomi yang bertujuan meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan inovasi. Konsep ini mencakup penerapan teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (AI), *big data*, *e-commerce*, dan *fintech*, serta dukungan infrastruktur digital seperti jaringan internet dan *cloud computing*. Digitalisasi dipandang sebagai pendorong pertumbuhan ekonomi melalui pengurangan biaya transaksi, perluasan pasar, dan penciptaan lapangan kerja baru. Dalam konteks ini, digitalisasi juga dikaitkan dengan revolusi industri, terutama Revolusi Industri Keempat, di mana integrasi teknologi *cyber-physical systems* mengubah lanskap ekonomi global. Namun, keberhasilannya bergantung pada faktor pendukung seperti investasi (PMA/PMDN),

kualitas tenaga kerja, dan pendidikan, serta kebijakan pemerintah yang mendorong inklusi digital dan pengurangan ketimpangan infrastruktur antara wilayah perkotaan dan pedesaan

Dalam konteks ini, Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) memainkan peran sentral dalam mendorong transformasi digital di berbagai aspek kehidupan. Saat ini, TIK telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan masyarakat, baik dalam kegiatan bisnis, pemerintahan, maupun keseharian individu. Perusahaan-perusahaan semakin bergantung pada teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi operasional, sementara internet dan komputer telah mengubah strategi bisnis, termasuk dalam penyesuaian produk serta peningkatan kualitas dan kuantitas produksi (Dwivedi & Williams, 2016). Dengan demikian, pemanfaatan teknologi digital menjadi salah satu strategi utama dalam mempercepat pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan daya saing di era globalisasi. Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) semakin meluas di negara maju maupun negara berkembang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TIK memiliki hubungan positif dengan pertumbuhan ekonomi di kedua kelompok negara. Dampak pengguna internet minimal di Timur Tengah dibandingkan dengan negara-negara OECD, sedangkan dampak langganan seluler terlihat lebih tinggi di Timur Tengah dibandingkan dengan negara-negara OECD (Habibi & Zabardast, 2020). Perkembangan pesat teknologi dan digitalisasi telah melahirkan ekonomi digital yang dicirikan oleh kemajuan signifikan dalam bisnis dan transaksi perdagangan berbasis teknologi. Penelitian Abdillah (2024) mengungkapkan bahwa ekonomi digital memberikan pengaruh positif bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia, yang tercermin dari peningkatan nilai transaksi digital serta kontribusinya yang semakin besar terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia. Digitalisasi dan investasi asing langsung (FDI) belakangan ini telah mendorong perubahan struktural, reorganisasi ekonomi, peningkatan produktivitas, globalisasi, serta arus perdagangan dan investasi internasional. Hal ini memperlancar aliran modal dan ketersediaan informasi. Penelitian Kusairi et al. (2023), menunjukkan bahwa digitalisasi (yang tercermin dari pengguna telepon seluler dan internet) serta FDI berdampak positif pada pertumbuhan ekonomi, sehingga turut mendorong kemajuan ekonomi dan kesejahteraan TIK dapat mendorong pertumbuhan ekonomi melalui transaksi perdagangan elektronik, bisnis online, dan berbagai jenis telekomunikasi. Penelitian Jorgenson & Stiroh (1999) juga menunjukkan bahwa digitalisasi berperan penting dalam menurunkan biaya produksi, meningkatkan efisiensi alokasi sumber daya, dan mendorong investasi lebih besar di semua sektor ekonomi.

Sejalan dengan pesatnya perkembangan TIK dalam berbagai sektor, pemerintah juga terus mendorong transformasi digital dalam tata kelola ekonomi, termasuk pada tingkat daerah. Dalam lima tahun terakhir, akselerasi transformasi digital nasional semakin pesat, terutama pascapandemi, yang mendorong digitalisasi transaksi pemerintah daerah (Pemda) guna meningkatkan efisiensi, optimalisasi pajak dan retribusi, serta memperkuat ekonomi lokal dan UMKM. Rakornas P2DD 2024 digelar dengan tema “Digitalisasi Transaksi Pemda untuk Percepatan Pertumbuhan Ekonomi Daerah,” menghadirkan pejabat tinggi, termasuk Menko Perekonomian, Gubernur BI, dan Menteri Keuangan. Strategi utama yang dibahas mencakup inovasi pembayaran digital, penguatan infrastruktur, serta peran Bank Pembangunan Daerah (BPD) dalam ekosistem transaksi digital. Blueprint Sistem Pembayaran Indonesia (BSPI) 2025 telah berhasil meningkatkan indeks elektronifikasi transaksi daerah, dengan 87,9% Pemda mencapai kategori digital. Untuk memperkuat keberlanjutan transformasi ini, BSPI 2030 telah diluncurkan guna memperkuat sistem pembayaran nasional. Selain itu, Rakornas ini menyoroti pentingnya percepatan belanja APBD, sinkronisasi kebijakan fiskal pusat-daerah, dan pemanfaatan digital ID guna meningkatkan efisiensi birokrasi serta mendorong pertumbuhan ekonomi digital. Sebagai bentuk apresiasi, diberikan penghargaan *Championship TP2DD 2024* kepada Pemda yang berhasil dalam digitalisasi transaksi daerah (Bank Indonesia, 2024).

Berdasarkan *The Economist Intelligence Unit*, negara-negara seperti Singapura (80.1) peringkat 1, Korea Selatan (74.4) peringkat 2, dan Hong Kong (70.7) peringkat 3 memiliki indeks digital masyarakat yang jauh lebih tinggi berkat infrastruktur digital yang maju, akses internet yang hampir merata, serta investasi besar dalam teknologi dan pendidikan digital. Sebaliknya, di Indonesia, ketimpangan digital terlihat jelas, yang mengartikan bahwa ketimpangan tersebut menghambat pemanfaatan teknologi secara menyeluruh dengan indeks digital sebesar 19.3 yang berada di peringkat 9. Selain itu, adopsi teknologi digital di berbagai sektor ekonomi juga belum merata, sehingga kontribusi digitalisasi terhadap pertumbuhan ekonomi belum mencapai potensi maksimalnya. Perkembangan teknologi memiliki peran krusial dalam mendorong pertumbuhan ekonomi, sebagaimana ditunjukkan oleh negara-negara seperti Singapura, Korea Selatan, dan Hong Kong. Ketiga negara tersebut berhasil mentransformasi perekonomiannya melalui investasi besar dalam teknologi dan inovasi. Singapura, misalnya, mengembangkan ekosistem digital yang terintegrasi untuk mendukung sektor jasa dan logistik; Korea Selatan menjadi pemimpin global dalam industri elektronik dan teknologi informasi; sementara Hong Kong memanfaatkan teknologi untuk memperkuat sektor keuangan dan perdagangan internasional. Kemajuan teknologi di negara-negara ini telah meningkatkan produktivitas, memperluas pasar, serta menarik investasi asing, sehingga mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

Sebagian besar penelitian sebelumnya yang membahas topik ini masih didominasi oleh pendekatan kualitatif yang menekankan pada deskripsi fenomena dan interpretasi subjektif. Meskipun pendekatan tersebut memberikan pemahaman yang mendalam mengenai konteks sosial dan institusional, penelitian ini memilih menggunakan pendekatan kuantitatif untuk memberikan kontribusi yang berbeda. Melalui analisis data yang terukur dan model empiris, pendekatan kuantitatif memungkinkan pengujian hubungan kausal secara lebih objektif dan sistematis. Dengan demikian, paper ini bertujuan untuk melengkapi literatur yang ada dengan memberikan bukti empiris yang kuat mengenai pengaruh variabel-variabel terkait, serta meningkatkan generalisasi temuan melalui analisis berbasis data.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana efek dari digitalisasi di Indonesia pada periode tahun 2000 – 2022. Dengan memahami kontribusi dari digitalisasi ini terhadap pertumbuhan ekonomi, penelitian ini diharapkan dapat untuk mengungkapkan seberapa besar efek dari digitalisasi ini terhadap pertumbuhan ekonomi di negara lainnya. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis peran variabel tenaga kerja, pendidikan, dan penanaman modal asing, dan penanaman modal dalam negeri dalam memperjelas hubungan tersebut.

2. METODE DAN DATA

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Ordinary Least Square* (OLS) terhadap data sekunder di Indonesia selama periode 2000-2022 yang diperoleh dari berbagai sumber resmi. Dalam model regresi ini variabel dependennya adalah PDB, sedangkan variabel independennya adalah Indeks Digitalisasi, Tenaga Kerja, Penanaman Modal Asing, Penanaman Modal Dalam Negeri, dan Pendidikan. Untuk menemukan bagaimana hubungan antar variabel di bagian data, penelitian ini menggunakan model regresi yang dituliskan dalam bentuk sebagai berikut:

$$\ln PDB_t = \beta_0 + \beta_1 ID_t + \beta_2 D(TK)_t + \beta_3 PMA_t + \beta_4 PMDN_t + \beta_5 D(PDK)_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Dimana:

$\ln PDB$: PDB Indonesia dalam logaritma natural

ID : Indeks Digitalisasi

D(TK) : Perubahan dalam Partisipasi Tenaga Kerja

PMA : Penanaman Modal Asing

PMDN : Penanaman Modal Dalam Negeri

D(PDK) : Perubahan dalam Rata-rata lama Pendidikan

ε : *Error Term*

t : Data yang diolah diambil selama periode 2000-2022

Model tersebut dibangun dari model pertumbuhan Solow yang diperluas (*augmented Solow*) dengan fungsi produksi Cobb–Douglas yang memasukkan empat blok utama: modal fisik, tenaga kerja, modal manusia, dan kemajuan teknologi. Fondasi dasarnya adalah Solow-Swan (1956) untuk akumulasi modal fisik/tenaga kerja dan kemajuan teknologi eksogen, yang kemudian diperluas oleh Mankiw, Romer, & Weil (1992) dengan memasukkan modal manusia sebagai faktor produksi eksplisit.

Untuk β_0 adalah konstanta, sedangkan β_1 , β_2 , β_3 , β_4 , dan β_5 adalah koefisien regresi yang mengukur pengaruh variabel-variabel independen terhadap produk domestik bruto Indonesia. Variabel tenaga kerja (TK) dan rata-rata lama sekolah (PDK) dianalisis dalam bentuk diferensial (D) karena secara statistik keduanya menunjukkan kecenderungan tren jangka panjang yang berpotensi menimbulkan regresi palsu apabila digunakan pada level data. Selain itu, secara konseptual, perubahan dalam partisipasi angkatan kerja maupun peningkatan rata-rata lama sekolah lebih relevan dalam menjelaskan dinamika pertumbuhan ekonomi dibanding level absolutnya. Dengan demikian, penggunaan ***D(TK)*** dan ***D(PDK)*** sejalan dengan teori pertumbuhan.

Penelitian ini menggunakan data selama periode 2000 hingga 2022 untuk negara Indonesia. Penggunaan periode berdasarkan oleh ketersediaan data yang relevan untuk variabel yang akan dianalisis. Berikut adalah tabel variabel dan jenis data beserta indikator dan sumbernya:

Tabel 1. Ringkasan dan Variabel Data

Variabel	Data	Sumber
Produk Domestik Bruto (PDB)	<i>GDP (Constant 2015 US\$)</i>	
	Terdiri dari:	
	<i>Fixed Broadband Subscription</i> <i>Fixed Telephone Subscription</i> <i>Mobile Celular Subscription</i> <i>Individuals using the Internet (% of population)</i> <i>Communications, computer, etc. (% of service imports, BoP)</i> <i>ICT goods imports (% total goods imports)</i>	<i>World Development Indicator</i>
Indeks Digitalisasi (ID)		
Tenaga Kerja (TK)	<i>Labor Force Participation Rate Total</i>	
Penanaman Modal Asing (PMA)	<i>Foreign Investment Realization in Technology Manufacturing (US\$ Million)</i>	<i>World Bank</i>
Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN)	<i>Domestic Investment Realization in Technology Manufacturing (US\$ Million)</i>	
Pendidikan (PDK)	<i>Mean Years of Schooling</i>	<i>Global Data Lab</i>

Dalam penelitian ini, indeks digitalisasi dihitung menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA), yang digunakan untuk meringkas data multivariat dalam skala besar hingga bisa dijadikan kumpulan variabel yang lebih kecil atau indeks ringkasan. Indeks ini akan menggambarkan tingkat adopsi digital di negara Indonesia. Enam indikator ini yang dijadikan sebagai dasar pembuatan indeks digitalisasi Indonesia, *Fixed Broadband Subscription*, *Fixed Telephone Subscription*, *Mobile Cellular Subscription*, *Individuals using the Internet (% of population)*, *Communications, computer, etc. (% of service imports, BoP)*, *ICT goods imports (% total goods imports)*.

Uji Asumsi Klasik

Uji Multikolinearitas

Menurut Gujarati & Porter (2008), multikolinearitas terjadi ketika dua atau lebih variabel bebas dalam model regresi saling berkorelasi sangat tinggi. Artinya, informasi yang diberikan oleh satu variabel bisa sangat mirip dengan variabel lainnya, sehingga sulit untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel secara jelas. Akibatnya, nilai koefisien regresi bisa menjadi tidak stabil, dan hasil uji statistik menjadi tidak signifikan meskipun sebenarnya berpengaruh. Multikolinearitas dapat dideteksi dengan menggunakan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) dan *tolerance*. *Tolerance* menunjukkan seberapa besar proporsi variabilitas dari suatu variabel independen yang tidak dijelaskan oleh variabel independen lainnya. Semakin kecil nilai *tolerance*, maka semakin besar nilai VIF, karena VIF merupakan kebalikan dari *tolerance* ($VIF = 1/tolerance$). Batas yang umum digunakan untuk mengidentifikasi adanya multikolinearitas adalah $tolerance \leq 0,10$ atau $VIF \geq 10$. Oleh karena itu, jika VIF bernilai kurang dari 10, maka dapat dikatakan bahwa tidak terdapat masalah multikolinearitas di antara variabel-variabel independen.

Uji Autokorelasi

Menurut Gujarati & Porter (2008), autokorelasi biasanya terjadi pada data runtut waktu (*time series*), yaitu ketika nilai galat pada satu waktu berkaitan dengan galat pada waktu sebelumnya. Hal ini melanggar asumsi bahwa kesalahan dalam model seharusnya bersifat acak. Gujarati menjelaskan bahwa autokorelasi dapat menyebabkan koefisien regresi tetap tidak bias, tetapi tidak efisien. Artinya, hasil analisis tetap bisa digunakan, tetapi tidak optimal. Salah satu metode paling umum untuk mendeteksi autokorelasi adalah dengan uji Durbin-Watson. Jika ditemukan autokorelasi, maka model perlu diperbaiki. Berikut adalah dasar pengambilan keputusan untuk uji Durbin-Watson (DW):

Tabel 2. Dasar Pengambilan Keputusan

Hipotesis	Keputusan Jika
Ada autokorelasi positif (H_1)	H_0 ditolak: $0 < d < dL$
	Tidak ada keputusan: $dL \leq d \leq dU$
Tidak ada autokorelasi (H_0)	H_0 ditolak: $dU \leq d \leq 4 - dL$
	Tidak ada keputusan: $4 - dL \leq d \leq 4 - dU$
Ada autokorelasi negatif (H_1)	H_0 ditolak: $4 - dU \leq d \leq 4$

Keterangan :

d : Durbin-Watson (DW) Statistics

dU : Durbin-Watson upper statistics limit (batas atas DW)

dL : Durbin-Watson lower limit (batas bawah DW)

3. PEMBAHASAN

Berdasarkan tujuan yang telah dibuat yaitu untuk menganalisis bagaimana efek dari digitalisasi terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia serta efek dari variabel kontrol lainnya, maka diperoleh hasil regresi sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Regresi OLS

Dependen Variabel: <i>LnPDB</i>		
Variabel	Koefisien	Probabilitas
C	6.6334*	0.0000
ID	0.1392*	0.0000
D(PDK)	-1.7081*	0.0015
D(TK)	-0.0019	0.7380
PMA	8.51E-05*	0.0001
PMDN	1.85E-06	0.2113
<i>R-squared</i> = 0.9695		
<i>F-statistic</i> = 300.64		
<i>Prob(F-statistic)</i> = 0.0000		
Durbin-Watson = 1.8291		
(*) signifikan pada tingkat alpha 1% (atau 0.01)		

Sumber: Hasil Pengolahan Eviews 12

Berdasarkan hasil regresi yang telah disajikan, langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah uji asumsi klasik. Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa model regresi linear berganda yang digunakan, yang berbasis pada metode *Ordinary Least Square* (OLS), telah memenuhi asumsi-asumsi dasar yang diperlukan. Pemenuhan asumsi-asumsi tersebut sangat penting agar hasil estimasi regresi tidak hanya valid secara statistik, tetapi juga dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan dan penarikan kesimpulan ilmiah.

Uji Asumsi Klasik

Uji Multikolinearitas

Berdasarkan hasil uji multikolinearitas, seluruh variabel memiliki nilai VIF di bawah ambang batas 10, sehingga tidak terdapat indikasi adanya masalah multikolinearitas yang serius dalam model. Variabel "ID" (Indeks Digitalisasi) memiliki nilai VIF tertinggi sebesar 6.3091, tetapi nilai ini masih berada dalam batas toleransi. Variabel lainnya, seperti "D(PDK)" (Pendidikan) dan "D(TK)" (Tenaga Kerja), memiliki nilai VIF yang lebih rendah, menunjukkan bahwa hubungan antar variabel independen cukup moderat. Dengan demikian, seluruh variabel dapat digunakan dalam analisis regresi tanpa perlu khawatir terhadap dampak multikolinearitas yang signifikan.

Uji Autokorelasi

Nilai Durbin-Watson (DW) yang diperoleh dari hasil regresi sebesar 1.8291. Angka ini berada di antara batas bawah ($dL = 0.895$) dan batas atas ($dU = 1.925$), yang menunjukkan bahwa nilai DW tersebut jatuh ke dalam daerah *inconclusive* atau tidak meyakinkan. Meskipun demikian, posisi nilai DW yang sangat dekat dengan batas atas (dU) mengindikasikan bahwa kemungkinan besar tidak terdapat autokorelasi dalam model regresi ini. Sebagai uji lanjutan untuk memastikan keberadaan autokorelasi, dilakukan Run Test dengan menggunakan rumus:

$$E(R) = \frac{2N_1N_2}{N} + 1; \sigma_R^2 = \frac{2N_1N_2(2N_1N_2 - N)}{N^2(N - 1)} \quad (2)$$

dengan N_1 adalah jumlah residual bertanda positif, N_2 jumlah residual bertanda negatif, dan $N =$

$N_1 + N_2$. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai batas bawah sebesar 7.94 dan batas atas sebesar 16.06. Nilai R (jumlah run aktual) berada di dalam interval tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa residual bersifat acak dan tidak terdapat autokorelasi pada model regresi yang digunakan.

Setelah dilakukan regresi menggunakan OLS (Lihat tabel 3). Diketahui bahwa dari 5 variabel independent yang digunakan, terdapat tiga variabel independent signifikan yang memengaruhi pertumbuhan ekonomi, kecuali variabel Tenaga Kerja (TK) dan Penanaman Modal Dalam Negeri ($PMDN$).

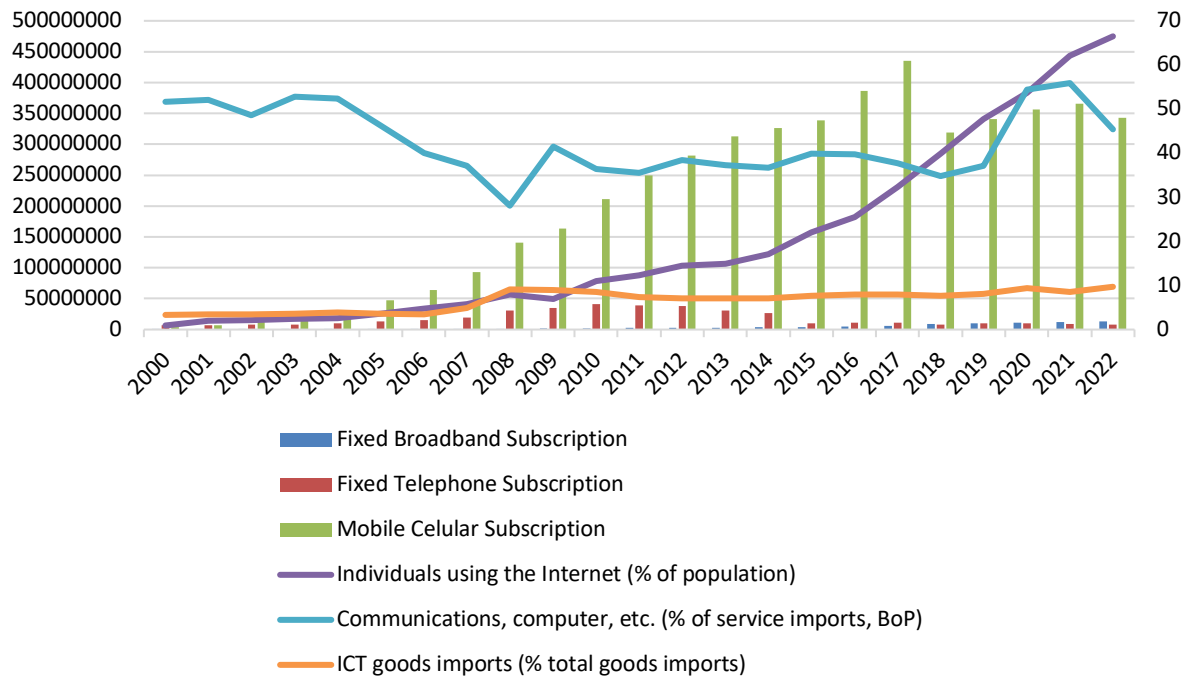
Variabel Digitalisasi (ID) memiliki pengaruh positif dan signifikan pada tingkat signifikansi 1% dengan koefisien sebesar 0.1392. Hal ini berarti bahwa setiap peningkatan indeks sebesar 1 satuan dalam variabel digitalisasi akan meningkatkan PDB sebesar 13.92%. Perlu dicatat bahwa indeks digitalisasi dibangun memakai PCA dari enam indikator TIK. Kenaikan 1 unit indeks merepresentasikan lompatan komposit yang secara historis memerlukan akumulasi perubahan multi-tahun (± 3 tahun) pada indikator penyusun. Oleh karena itu angka 13,92% adalah efek kumulatif jangka menengah, bukan kenaikan PDB tahunan.

Variabel perubahan Rata-Rata Lama Pendidikan $D(PDK)$ menunjukkan pengaruh negatif yang signifikan pada tingkat signifikansi 1%, dengan koefisien sebesar -1.7081. Artinya, setiap perubahan rata-rata lama pendidikan sebesar 1 tahun maka akan menurunkan PDB sebesar 170.1%. Variabel Penanaman Modal Asing (PMA) memberikan pengaruh yang positif yang signifikan pada tingkat signifikansi 1% dengan koefisien sebesar 0,000085, yang menunjukkan bahwa peningkatan PMA sebesar 1 Milyar US\$ akan meningkatkan PDB sebesar 0.0085%.

Selanjutnya, variabel Tenaga Kerja (TK) dan variabel Penanaman Modal Dalam Negeri ($PMDN$) tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap PDB dengan nilai probabilitas sebesar 0.7380 dan 0.2113, yang berarti peran tenaga kerja dan penanaman modal dalam negeri dalam model ini tidak cukup kuat untuk memberikan dampak yang signifikan.

Berdasarkan Analisa tabel 5, didapatkan $R\text{-squared}$ sebesar 0.9695 yang artinya seluruh variabel independent secara simultan memengaruhi pertumbuhan ekonomi Indonesia sebesar 96%, sisanya sebesar 4% dipengaruhi oleh variabel lain di luar model regresi. Uji nilai F ($F\text{-Statistic}$) pada Tabel 5 menunjukkan nilai 300.64 dengan $Prob(F\text{-Statistic})$ sebesar 0,0000. Karena $P\text{-value}$ tersebut jauh di bawah level signifikansi 1% maka hal ini mengindikasikan bahwa secara simultan variabel-variabel independen bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap PDB Indonesia.

Secara keseluruhan, model ini menunjukkan kecocokan yang sangat baik, menandakan bahwa variabel-variabel seperti digitalisasi, pendidikan, dan PMA secara umum dapat menjelaskan hubungan dengan PDB Indonesia. Walaupun variabel $PMDN$ dan partisipasi tenaga kerja tidak memiliki pengaruh yang signifikan, variabel lainnya memberikan kontribusi yang berarti dalam menjelaskan variasi PDB.

Gambar 1. Indeks Digitalisasi per Variabel

Penelitian ini menghasilkan beberapa temuan penting yang menunjukkan bahwa digitalisasi memegang peranan sentral dalam mendorong pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Indeks digitalisasi yang dalam penelitian ini menjadi variabel utama, terbukti memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). Digitalisasi berpengaruh secara signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) karena proses digitalisasi mendorong efisiensi produksi, mempercepat distribusi informasi, serta membuka peluang pasar yang lebih luas melalui teknologi. Pengaruh signifikan digitalisasi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia dapat dijelaskan melalui kontribusi langsung dari komponen digital seperti *fixed broadband subscription*, *mobile cellular subscription*, serta penggunaan internet oleh individu yang menjadi variabel dalam penelitian ini. Menurut Myovella et al. (2020), digitalisasi memiliki peran krusial dalam memperluas akses komunikasi, mengurangi biaya transaksi, serta memungkinkan inklusi keuangan melalui teknologi seperti mobile banking, khususnya di negara berkembang yang sebelumnya terhambat infrastruktur. Dalam konteks Indonesia, pertumbuhan langganan *broadband* tetap dan penggunaan internet telah memperluas konektivitas nasional, mendorong produktivitas sektor informal, serta memperluas pasar melalui *digital commerce*. Hal ini juga diperkuat oleh temuan Xia et al. (2024), yang menunjukkan bahwa *digital economy* meningkatkan efisiensi lintas sektor dan mempercepat proses bisnis melalui layanan seperti *cloud computing* dan sistem keuangan digital. Adapun impor barang-barang ICT dan jasa komunikasi juga turut memainkan peran sebagai saluran masuk teknologi baru yang mendukung modernisasi proses produksi, sebagaimana dijelaskan Kusairi et al. (2023), di mana teknologi digital seperti internet dan *mobile cellular* memberikan kontribusi nyata terhadap pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan produktivitas dan kapasitas inovasi. Oleh karena itu, variabel-variabel seperti *mobile cellular subscription*, *fixed telephone*, *broadband*, dan *ICT imports* merupakan representasi digitalisasi, yang menjadi penggerak aktual pertumbuhan ekonomi modern yang memperkuat struktur digital Indonesia di tengah transformasi global.

Temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa variabel Penanaman Modal Asing (PMA) memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia, sedangkan Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) meskipun menunjukkan arah hubungan yang positif,

tidak berpengaruh secara signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). PMA berperan sebagai sumber pembiayaan eksternal yang tidak hanya menambah kapasitas investasi nasional, tetapi juga membawa dampak lanjutan berupa transfer teknologi, peningkatan efisiensi produksi, serta integrasi ke dalam jaringan perdagangan global. Hal ini sejalan dengan temuan Omri & kahouli (2014), yang menyatakan bahwa terdapat hubungan kausal dua arah antara PMA dan pertumbuhan ekonomi, di mana investasi asing dapat menjadi pendorong pertumbuhan melalui peningkatan produktivitas dan efek limpahan teknologi ke sektor domestik. Di sisi lain, meskipun PMDN juga menunjukkan pengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi, ketidaksignifikan variabel ini dapat mencerminkan berbagai kendala struktural seperti keterbatasan modal usaha, serta ketidakpastian regulasi yang menghambat optimalisasi kontribusi investasi domestik. Stoneman (1975) juga menegaskan bahwa efektivitas investasi, baik asing maupun domestik sangat dipengaruhi oleh struktur ekonomi dan kapasitas institusi lokal dalam mengelola serta menyerap aliran modal ke sektor-sektor produktif. Oleh karena itu, untuk meningkatkan peran PMDN dalam mendorong PDB secara signifikan, diperlukan perbaikan dalam iklim investasi, dan penguatan sinergi antara pemerintah dan pelaku usaha domestik dalam mengalokasikan investasi ke sektor-sektor strategis yang mendukung pertumbuhan berkelanjutan.

Hasil regresi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa variabel tenaga kerja, yang diprosikan melalui partisipasi angkatan kerja, memiliki pengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia. Secara teoritis, partisipasi tenaga kerja yang tinggi seharusnya meningkatkan kapasitas produksi dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Namun dalam konteks Indonesia, hasil ini mengindikasikan adanya masalah struktural pada pasar tenaga kerja, seperti rendahnya produktivitas, dominasi sektor informal, serta keterbatasan dalam penyediaan lapangan kerja yang berkualitas. Hal ini sejalan dengan temuan Eludire (2023), yang menyatakan bahwa di negara berkembang, kontribusi tenaga kerja terhadap pertumbuhan ekonomi cenderung lebih rendah dibandingkan negara maju, terutama karena keterbatasan teknologi dan lemahnya koneksi antara angkatan kerja dan sektor produktif. Selain itu, Jin Y. (2024) juga menemukan bahwa penurunan partisipasi tenaga kerja di negara industri Asia seperti Korea Selatan justru berkorelasi negatif dengan pertumbuhan PDB, yang menunjukkan bahwa tidak semua peningkatan jumlah tenaga kerja otomatis memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi jika tidak disertai dengan peningkatan kualitas dan efisiensi pasar kerja. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa meskipun secara kuantitatif tenaga kerja Indonesia cukup besar, namun belum sepenuhnya terintegrasi secara efektif dalam sistem produksi nasional yang modern dan berorientasi digital, sehingga dampaknya terhadap pertumbuhan ekonomi masih terbatas.

Temuan lain dalam penelitian ini menunjukkan bahwa variabel pendidikan yang diprosikan dengan *Mean Years of Schooling* memiliki pengaruh negatif dan signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia. Hasil ini tampak berlawanan dengan teori ekonomi pertumbuhan klasik yang menyatakan bahwa pendidikan adalah komponen utama dalam pembentukan modal manusia yang mendorong produktivitas dan pertumbuhan ekonomi jangka panjang. Namun, temuan ini dapat dijelaskan melalui beberapa perspektif. Pertama, seperti dikemukakan oleh Goczek et al. (2021), tahun rata-rata sekolah (*years of schooling*) merupakan indikator kuantitatif yang belum tentu mencerminkan kualitas pendidikan itu sendiri, sehingga tidak selalu berkontribusi positif terhadap output ekonomi. Pendidikan yang hanya menekankan pada aspek kuantitas tanpa diiringi peningkatan kompetensi kognitif, keahlian praktis, atau kesiapan kerja justru dapat menciptakan kesenjangan antara lulusan pendidikan dan kebutuhan dunia kerja. Kedua, Habibi & Zabardast (2020) menunjukkan bahwa di banyak negara berkembang, perluasan akses pendidikan tidak selalu diimbangi oleh relevansi kurikulum atau

kesiapan infrastruktur digital, yang mengakibatkan rendahnya utilisasi potensi sumber daya manusia dalam mendukung pertumbuhan ekonomi berbasis teknologi. Oleh karena itu, meskipun pendidikan secara teoritis seharusnya mendorong pertumbuhan ekonomi, dalam praktiknya di Indonesia peningkatan rata-rata lama sekolah belum cukup efektif dalam menghasilkan SDM yang siap bersaing di pasar kerja modern, sehingga justru dapat memberi tekanan negatif terhadap produktivitas dan pertumbuhan ekonomi.

4. SIMPULAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh Digitalisasi, Pendidikan, Tenaga Kerja, Penanaman Modal Asing (PMA), dan Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia selama periode 2000–2022. Dengan menggunakan metode regresi OLS, penelitian ini berhasil mengidentifikasi faktor-faktor yang secara signifikan memengaruhi Produk Domestik Bruto (PDB), sekaligus memberikan gambaran tentang pergeseran struktur ekonomi Indonesia menuju ekonomi berbasis teknologi dan inovasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa digitalisasi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia. Temuan ini menguatkan pandangan bahwa transformasi digital bukan hanya tren global, melainkan juga kekuatan fundamental dalam mendorong efisiensi dan produktivitas nasional. Digitalisasi diukur melalui komponen-komponen seperti jumlah pengguna internet, langganan telepon seluler dan *broadband*, serta proporsi impor barang dan jasa TIK, yang keseluruhannya menggambarkan tingkat penetrasi teknologi informasi dalam berbagai sektor. Peningkatan akses terhadap teknologi digital telah mempercepat proses bisnis, membuka peluang pasar baru melalui *e-commerce* dan *fintech*, serta meningkatkan konektivitas antara pelaku ekonomi di seluruh wilayah Indonesia, termasuk daerah terpencil. Dengan demikian, digitalisasi terbukti menjadi salah satu pendorong utama pertumbuhan ekonomi kontemporer, seiring dengan meningkatnya adopsi teknologi oleh sektor swasta dan dukungan kebijakan dari pemerintah melalui inisiatif seperti "*Making Indonesia 4.0*".

Sementara itu, variabel pendidikan yang direpresentasikan oleh rata-rata lama sekolah justru menunjukkan pengaruh negatif yang signifikan terhadap PDB. Hasil ini secara sekilas bertentangan dengan teori pertumbuhan ekonomi berbasis *human capital*, yang menekankan pentingnya pendidikan sebagai motor penggerak produktivitas. Namun demikian, fenomena ini dapat dijelaskan melalui keterbatasan indikator yang digunakan, yakni kuantitas pendidikan, yang belum tentu mencerminkan kualitas atau relevansi kurikulum terhadap kebutuhan dunia kerja. Dalam konteks Indonesia, terdapat kemungkinan bahwa peningkatan rata-rata lama sekolah belum diiringi dengan peningkatan keterampilan praktis dan kompetensi digital, sehingga belum mampu menghasilkan dampak positif terhadap output ekonomi nasional. Hal ini mencerminkan tantangan sistem pendidikan nasional yang masih berorientasi pada aspek formalitas, bukan pada peningkatan keterampilan yang aplikatif dan sesuai dengan kebutuhan industri.

Di sisi lain, Penanaman Modal Asing (PMA) terbukti memberikan kontribusi yang signifikan dan positif terhadap pertumbuhan ekonomi. PMA memainkan peran strategis sebagai sumber pembiayaan eksternal yang membawa tidak hanya dana investasi, tetapi juga teknologi baru, praktik manajemen modern, dan akses pasar global. Melalui sektor-sektor strategis seperti manufaktur teknologi, PMA turut memperkuat struktur industri nasional dan mendorong terciptanya lapangan kerja bernilai tambah tinggi. Hasil ini sejalan dengan teori *spillover* teknologi dan peningkatan efisiensi produksi sebagai efek dari keterlibatan investor asing di negara berkembang seperti Indonesia.

Namun, dua variabel lainnya, yakni tenaga kerja dan penanaman modal dalam negeri (PMDN), tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dalam model ini. Meskipun secara teori keduanya merupakan fondasi utama dalam sistem produksi, hasil penelitian menunjukkan bahwa kuantitas tenaga kerja tanpa didukung oleh peningkatan produktivitas dan keterampilan belum cukup mampu mendorong pertumbuhan ekonomi secara langsung. Demikian pula, investasi domestik belum memberikan kontribusi signifikan, kemungkinan karena terhambat oleh berbagai kendala struktural seperti keterbatasan pembiayaan dan rendahnya kapasitas inovasi sektor usaha lokal.

Secara umum, penelitian ini menegaskan bahwa transformasi digital dan keterbukaan terhadap investasi asing menjadi pilar penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia di era global dan digital. Namun demikian, perlu upaya terpadu untuk mengembangkan kualitas pendidikan, memberdayakan tenaga kerja, dan memperkuat ekosistem investasi domestik agar manfaat pembangunan ekonomi dapat dirasakan secara lebih merata dan berkelanjutan di seluruh wilayah Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. (2024). Dampak Ekonomi Digital Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *Benefit: Journal of Bussiness, Economics, and Finance*, 2(1), 27–35. <https://doi.org/10.37985/benefit.v2i1.335>
- Bank Indonesia. (2024). *Percepatan Digitalisasi Transaksi untuk Memacu Pertumbuhan Ekonomi*. Bank Indonesia. https://www.bi.go.id/id/publikasi/ruang-media/news-release/Pages/sp_2620624.aspx
- Dwivedi, Y. K., & Williams, M. D. (2016). Social commerce as a business tool in Saudi Arabia's SMEs'. In *Int. J. Indian Culture and Business Management* (Vol. 13, Issue 1).
- Eludire, A. (2023). *The Impact of Labor Force on Economic Growth: A Global View Abigeal Ikeoluwa Eludire*. <https://www.researchgate.net/publication/376557034>
- Goczek, Ł., Witkowska, E., & Witkowski, B. (2021). How does education quality affect economic growth? *Sustainability (Switzerland)*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/su13116437>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2008). *Basic Econometrics (5th Edition). Essentials of econometrics*. Sage Publications.
- Habibi, F., & Zabardast, M. A. (2020). Digitalization, education and economic growth: A comparative analysis of Middle East and OECD countries. *Technology in Society*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101370>
- Jin Y. (2024). The Impact of Labor Force Growth on the Economic Growth in East Asian Countries. *Population, Resources & Environmental Economics*, 5(2). <https://doi.org/10.23977/pree.2024.050201>
- Jorgenson, D. W., & Stiroh, K. J. (1999). *Information Technology and Growth. American Economic Review*, 89(2), 109-115.

- Kurniawan, R., & Managi, S. (2018). Economic Growth and Sustainable Development in Indonesia: An Assessment. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 54(3), 339–361. <https://doi.org/10.1080/00074918.2018.1450962>
- Kusairi, S., Wong, Z. Y., Wahyuningtyas, R., & Sukemi, M. N. (2023). Impact of digitalisation and foreign direct investment on economic growth: Learning from developed countries. *Journal of International Studies*, 16(1), 98–111. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2023/16-1/7>
- Melnyk, L., Kubatko, O., Dehtyarova, I., Matsenko, O., & Rozhko, O. (2019). The effect of industrial revolutions on the transformation of social and economic systems. *Problems and Perspectives in Management*, 17(4), 381–391. [https://doi.org/10.21511/ppm.17\(4\).2019.31](https://doi.org/10.21511/ppm.17(4).2019.31)
- Myovella, G., Karacuka, M., & Haucap, J. (2020). Digitalization and economic growth: A comparative analysis of Sub-Saharan Africa and OECD economies. *Telecommunications Policy*, 44(2). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2019.101856>
- NatureJobs. (2015). *South Korea: Focused on recruiting overseas researchers and encouraging basic science, this Asian tech hub is using research to drive development.*
- Nonneman, W., & Vanhoudt, P. (1996). A Further Augmentation of The Solow Model and The Empirics of Economic Growth for OECD Countries. In *Source: The Quarterly Journal of Economics* (Vol. 111, Issue 3).
- Omri, A., & kahouli, B. (2014). The nexus among foreign investment, domestic capital and economic growth: Empirical evidence from the MENA region. *Research in Economics*, 68(3), 257–263. <https://doi.org/10.1016/j.rie.2013.11.001>
- Stoneman, C. (1975). Foreign Capital and Economic Growth. In *World Development* (Vol. 3, Issue 1).
- Temple, J. R. W. (1998). *Robustness Tests of The Augmented Solow Model*. *Journal of Applied Econometrics*, 13(4), 361–375.
- Xia, L., Baghaie, S., & Mohammad Sajadi, S. (2024). The digital economy: Challenges and opportunities in the new era of technology and electronic communications. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(2). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102411>
- Zhu, X. (2012). Understanding China's growth: Past, present, and future. *Journal of Economic Perspectives*, 26(4), 103–124. <https://doi.org/10.1257/jep.26.4.103>