

The Role of Digitalization on Sustainable Development: An Empirical Study of Indonesia

Alfiani Farida*, Syafruddin Karimi, & Febriandi Prima Putra

Faculty of Economy and Business, Andalas University, Padang, Indonesia

Abstract

This study empirically investigates the impact of digitalization on sustainable development achievement in Indonesia. The investigation draws upon secondary data, covering annual data from 34 provinces of Indonesia spanning from 2013 to 2021. Digitalization is proxied by the subindices of the Information and Communication Technology (ICT) Development Index (IP-TIK) published by the Central Statistic Agency (BPS), while the achievements of sustainable development are measured by a composite index employing 19 indicators covering economic, social, and environmental dimensions. Utilizing the System Generalized Method of Moment (SGMM), the results show that the promotion of access to ICT and gross fixed capital income appears to be a way of enhancing sustainable development achievement in the short and long run. Conversely, the increase in ICT usage and foreign direct investment have proved to significantly dampen the sustainable development achievement of Indonesia in the short and long run. Efforts are required to ensure equal access to ICT and to promote the utilization of ICT for productive purposes. Furthermore, strategies to attract foreign capital inflow should be paired with the reinforcement of sectoral and environmental regulations to address the adverse effects of foreign investment.

Keywords: digitalization, composite index, ICT development index, sustainable development.

1. Pendahuluan

Saat ini pembangunan berkelanjutan telah menjadi agenda global. Diperkenalkan pertama kali oleh Commission on Environment and Development (WCED) pembangunan berkelanjutan bertujuan tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan generasi sekarang tetapi juga kesejahteraan generasi yang akan datang. Hal ini dilatarbelakangi oleh fakta bahwa pertumbuhan ekonomi yang tinggi di negara-negara industri utama terus diikuti dengan meningkatnya polusi dan ancaman pemanasan global yang berbahaya bagi kelestarian ekologi (Johnston, 2016). Selain itu, ketimpangan pendapatan juga terus meningkat di negara berkembang yang mengindikasikan bahwa pertumbuhan ekonomi tidak dinikmati secara merata oleh masyarakat (Ali & Son, 2007).

Stiglitz (2015) menyatakan ketimpangan pendapatan tidak hanya akan berdampak pada masa sekarang. Melalui proses transmisi kekayaan inter generasi, ketimpangan pendapatan dapat menimbulkan jebakan kemiskinan jangka panjang karena menciptakan ketimpangan kesempatan. Kemudian terkait isu polusi dan pemanasan global, menurut Stern (2007) menunda penanganan perubahan iklim akan meningkatkan resiko kerugian berupa hilangnya pendapatan global dan kerusakan lingkungan yang lebih parah. Hal tersebut memunculkan pandangan bahwa untuk mewujudkan kesejahteraan jangka panjang yang menjadi sasaran pembangunan berkelanjutan, pertumbuhan ekonomi perlu bersinergi dengan inklusi sosial dan kelestarian lingkungan (Fay, 2012).

Pentingnya mewujudkan pembangunan berkelanjutan telah menjadi kesepakatan negara-negara di dunia. Pada lingkup Indonesia, komitmen ini tercermin dalam arah kebijakan nasional untuk mewujudkan pembangunan yang tidak hanya meningkatkan kesejahteraan ekonomi, tetapi juga memperhatikan isu inklusi sosial dan kualitas lingkungan hidup (Bappenas, 2014). Namun demikian komitmen tersebut menghadapi berbagai tantangan karena menurut GGI (2015) pola pertumbuhan Indonesia belum berkelanjutan. Berbagai masalah sosial seperti masih tingginya angka kemiskinan, pengangguran, dan ketimpangan mengindikasikan bahwa pertumbuhan ekonomi di Indonesia belum sepenuhnya

* Corresponding author.

E-mail address: alfiani.farida@bps.go.id

inklusif (BPS, 2020). Selain itu emisi gas rumah kaca nasional juga terus meningkat akibat tingginya ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dalam berbagai aktivitas ekonomi (BPS, 2021b).

Pemerintah Indonesia telah merumuskan berbagai strategi untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Namun demikian karakteristik geografis dan demografis yang beragam menciptakan tantangan tersendiri untuk mewujudkannya. Global Commission on the Economy and Climate [GCEC] (2014) menyatakan salah satu faktor potensial untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan di negara berkembang adalah digitalisasi. Pemanfaatan teknologi digital akan berdampak secara global melalui peningkatan interkoneksi berbagai aspek pembangunan. Transformasi digital di berbagai layanan publik dapat mengatasi hambatan geografis dan demografis sehingga mendukung pembangunan yang lebih inklusif (Heeks, 2016).

Indonesia berpotensi menjadi pasar ekonomi digital terbesar di Asia Tenggara (Kemenkominfo, 2019). Menyadari hal tersebut, Bappenas (2014) menjadikan konektivitas digital sebagai salah satu strategi kunci mendukung pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Dengan perkembangan difusi telepon seluler dan internet yang masif dalam beberapa tahun terakhir (BPS, 2021a), digitalisasi diproyeksikan menjadi mesin penggerak pertumbuhan ekonomi dan pembangunan yang lebih inklusif di Indonesia. Namun demikian menurut Bappenas (2020) digitalisasi di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal. BPS menyatakan ketimpangan digital antar wilayah masih terjadi di Indonesia. Pemerataan infrastruktur Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dan rendahnya daya saing digital menjadi masalah mendasar dalam pemanfaatan bonus digital di Indonesia (Kemenkominfo, 2021).

Studi empiris mengenai peran digitalisasi terhadap pertumbuhan ekonomi, inklusi sosial, maupun kualitas lingkungan telah banyak dilakukan di berbagai negara. Beberapa diantaranya adalah Pradhan et al. (2018), Richmond & Triplett (2018), Park et al. (2018), Aslam et al. (2021), dan Hazmi et al. (2023). Namun kebanyakan studi belum secara komprehensif mengukur dampak digitalisasi terhadap pembangunan berkelanjutan yang mencakup ketiga aspek ekonomi, sosial dan lingkungan sebagai suatu kesatuan. Studi yang ada hanya melihat dampak digitalisasi terhadap ketiga aspek tersebut secara parsial. Selain itu, studi tersebut menghasilkan temuan yang cukup beragam sehingga pengaruh digitalisasi terhadap pembangunan berkelanjutan masih menimbulkan ambiguitas.

Pentingnya digitalisasi bagi pembangunan berkelanjutan menimbulkan urgensi untuk mengkaji hubungan antara keduanya. Studi ini bertujuan untuk menganalisis secara empiris pengaruh digitalisasi terhadap pembangunan berkelanjutan pada lingkup Indonesia. Studi ini akan dilakukan pada level provinsi pada periode tahun 2013 hingga 2021 menggunakan pendekatan model regresi data panel dinamis. Dengan mengkuantifikasi ukuran kualitas pembangunan yang telah mencakup aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan, hasil studi ini diharapkan dapat menyediakan gambaran yang lebih lengkap untuk memahami sejauh mana peran perkembangan digital dalam mendukung pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pembangunan berkelanjutan

Konsep pembangunan berkelanjutan menyediakan kerangka kerja yang terintegrasi antara strategi pembangunan dengan kebijakan lingkungan. Hal tersebut dilandasi kekhawatiran akibat pola pertumbuhan yang mengabaikan batasan ekologis. Padahal aktivitas ekonomi membawa konsekuensi berupa berkurangnya stok sumber daya alam dan akumulasi sampah yang dapat mengurangi kualitas lingkungan. Kualitas lingkungan pada akhirnya turut berpengaruh terhadap kesejahteraan karena aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial saling berinteraksi dalam suatu sistem yang kompleks (Fay, 2012).

Pembangunan berkelanjutan menggeser paradigma pembangunan tidak lagi hanya berfokus pada pertumbuhan ekonomi yang tinggi, tapi juga perlu inklusif dengan memperluas kesempatan bagi semua individu. Upaya tersebut juga diiringi dengan pengelolaan sumber daya alam yang efisien, minimalisasi degradasi lingkungan, dan melakukan langkah segera untuk menangani perubahan iklim (Johnston, 2016).

Pembangunan berkelanjutan merupakan konsep dasar dengan cakupan yang luas dan multidimensi. Tidak ada pedoman strategi yang pasti untuk mewujudkannya karena kondisi serta sistem ekonomi dan sosial antar negara sangat beragam. Terkait hal tersebut, pada tahun 2015 *United Nation Development Programme* (UNDP) merumuskan “*The 2030 Agenda for Sustainable Development*” yang mencakup 17 tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals [SDGs]*). Rumusan tersebut kemudian menjadi acuan global untuk menyusun strategi pencapaian pembangunan berkelanjutan sesuai karakteristik masing-masing negara. Berbagai negara telah mengintegrasikan

tujuan tersebut dengan rencana pembangunan nasionalnya. Dengan adanya kerangka acuan tersebut diharapkan kemajuan pencapaian pembangunan berkelanjutan dapat dipantau secara periodik.

Namun demikian, luasnya cakupan SDGs menimbulkan kerumitan tersendiri untuk memantau secara komprehensif pencapaian antar waktu dan antar wilayah. Hal ini mendorong inisiatif berbagai organisasi global seperti *United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific* (UNESCAP), *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), dan *World Economic Forum* (WEF), untuk memformulasikan pengukuran capaian SDGs. Namun demikian kebanyakan ukuran tersebut berfokus pada salah satu aspek dari SDGs.

Pada tahun 2018 ADB mempublikasikan kerangka kerja pengukuran SDGs melalui BIGGI yang dirumuskan oleh Jha et al. (2018). BIGGI merupakan sebuah indeks komposit yang telah mencakup dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Diantara indikator sejenis sebelumnya, BIGGI disebut sebagai ukuran tunggal yang paling komprehensif karena telah mencakup sebagian besar indikator SDGs. Selain itu, kesenjangan kinerja antar dimensi juga telah diperhitungkan dalam formulasi BIGGI sehingga diharapkan dapat menjadi acuan yang lebih baik untuk mengukur sejauh mana pencapaian SDGs suatu wilayah (Aminata et al., 2022).

2.2. Digitalisasi

Secara sempit digitalisasi didefinisikan sebagai proses transformasi data analog menjadi digital (Reis et al., 2020). Secara luas digitalisasi mencakup implementasi sistem TIK dalam berbagai proses bisnis, sosial, dan organisasi yang dapat memberikan nilai tambah bagi perekonomian dan masyarakat (Bukht & Heeks, 2017). Penggunaan teknologi digital menciptakan otomatisasi dan efisiensi proses produksi, mengubah pola pemasaran hingga distribusi barang dan jasa (Øverby & Audestad, 2021) hingga mendukung pertumbuhan inovasi dengan mempercepat arus informasi dan pengetahuan (Schneider, 2018). Digitalisasi juga disebut potensial bagi negara berkembang untuk menciptakan inklusi sosial serta mengatasi kemiskinan dan ketimpangan.

Menurut Mouthaan et al. (2023) digitalisasi berdampak sistemik terhadap pembangunan berkelanjutan. Sebagai salah satu bentuk teknologi umum, teknologi digital dapat diimplementasikan di hampir seluruh sektor. Eksternalitas ini menyebabkan kerumitan pengukuran dampaknya secara pasti (Le Hir, 2012). Adopsi teknologi digital dalam skala luas membuka peluang benefit yang lebih besar (Wang, 2020). Namun demikian terdapat paradoks produktivitas karena pada awal adopsinya dibutuhkan biaya dan waktu yang tidak sedikit untuk pengembangan infrastruktur pendukungnya. Benefit optimal dari digitalisasi juga bergantung pada aspek lain seperti kemampuan untuk memanfaatkannya yang tercermin dari kualitas sumber daya manusia juga faktor institusional (Schneider, 2018).

Besarnya potensi digitalisasi dan perkembangannya yang pesat menimbulkan urgensi mengukur derajat digitalisasi. Hal ini melatarbelakangi International Telecommunication Union (ITU) merumuskan ukuran perkembangan digital suatu wilayah melalui ICT Development Index (IDI). Menurut ITU (2017), transformasi digital suatu wilayah dipengaruhi oleh tiga aspek yaitu ketersediaan akses dan infrastruktur TIK, pemanfaatan TIK, serta kapasitas pemanfaatan TIK. IDI kemudian diadopsi oleh BPS dengan menyusun Indeks Pembangunan TIK (IP-TIK) yang terdiri dari tiga subindeks yaitu (1) akses dan infrastruktur TIK, (2) penggunaan TIK, dan (3) keahlian TIK. Subindeks pertama mewakili ketersediaan tingkat infrastruktur dan jaringan TIK, subindeks kedua mengukur level penggunaan TIK oleh penduduk, dan subindeks ketiga mengukur kemampuan penggunaan TIK secara optimal oleh penduduk.

2.3. Modal

Teori ekonomi menyatakan modal merupakan salah satu komponen utama fungsi produksi. Dalam model pertumbuhan Kaldor, akumulasi modal berperan penting tidak hanya bagi pertumbuhan output agregat tetapi juga merupakan faktor pendorong kemajuan teknis dalam jangka panjang. Stiglitz (2015) menyatakan akumulasi modal berperan dalam mempengaruhi pergerakan relatif distribusi pendapatan, yang cenderung lebih merata pada ekuilibrium yang lebih tinggi. Studi empiris oleh Kusumaningrum & Yuhan (2019) dan Nchake & Shuaibu, (2022) telah membuktikan bahwa akumulasi modal yang diproksi menggunakan Pembentukan Modal Tetap Bruto (PMTB) berpengaruh positif terhadap pertumbuhan inklusif.

Era globalisasi dan keterbukaan ekonomi memungkinkan terjadinya aliran modal lintas negara melalui Penanaman Modal Asing (PMA). Menurut Salvatore (2019) aliran modal masuk dari luar negeri berdampak langsung pada meningkatnya stok modal negara tujuan sehingga output agregat meningkat. Secara tidak langsung PMA bermanfaat bagi luberan teknologi, pengetahuan dan keahlian yang dapat meningkatkan produktivitas. Sebaliknya, PMA juga mungkin berdampak negatif bagi kondisi ketenagakerjaan negara tujuan ketika dikembangkan pada industri yang capital-intensif. Selain itu PMA juga dapat memperlebar gap ketimpangan pendapatan karena meningkatnya

persaingan di pasar lokal dan minimnya keterkaitan dengan sektor lokal. Hal tersebut pernah dibuktikan oleh Wang (2020) yang menemukan bahwa inklusifitas dan pencemaran lingkungan justru meningkat akibat PMA.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder tahunan yang mencakup 34 provinsi di Indonesia dengan periode penelitian tahun 2013 hingga 2021. Seluruh data penelitian bersumber dari indikator makroekonomi BPS dan indikator lingkungan yang dipublikasikan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Model regresi data panel dinamis dengan metode *Generalized Method of Moments* (GMM) digunakan untuk mengestimasi pengaruh digitalisasi terhadap pembangunan berkelanjutan di Indonesia dalam penelitian ini.

Tabel 1. Indikator Penghitungan BIGGI

No	Variabel	Satuan	Definisi Operasional
1.	Pertumbuhan PDRB per kapita	Persen	Perubahan PDRB per kapita suatu periode dibanding sebelumnya
2.	Keterbukaan perdagangan	Persen	Persentase ekspor dan impor dibagi dengan total PDRB
3.	Rasio ketergantungan	Persen	Rasio penduduk usia tidak produktif (0-14 dan 65+ tahun) dengan usia produktif (15-64 tahun)
4.	Invers koefisien variasi pertumbuhan PDRB per kapita	Satuan	Rasio rata-rata pertumbuhan PDRB per kapita dengan standar deviasinya.
5.	Rasio pekerja terhadap penduduk usia kerja	Persen	Persentase penduduk bekerja terhadap total penduduk usia kerja
6.	Usia Harapan Hidup (UHH) Saat Lahir	Tahun	Rata-rata tahun hidup yang diharapkan akan dicapai penduduk sejak lahir
7.	Angka Partisipasi Kasar (APK) Sekolah Dasar (SD)	Persen	Proporsi penduduk yang bersekolah SD terhadap jumlah penduduk usia 7-12 tahun
8.	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK)	Persen	Persentase jumlah angkatan kerja terhadap jumlah penduduk usia kerja
9.	Akses terhadap sanitasi layak	Persen	Persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak
10.	Akses terhadap air minum layak	Persen	Persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum layak
11.	Akses terhadap listrik	Persen	Persentase rumah tangga dengan akses terhadap listrik
12.	Gini rasio	Indeks	Nilai koefisien gini rasio
13.	Persentase penduduk miskin	Persen	Persentase penduduk yang hidup di bawah garis kemiskinan terhadap total penduduk
14.	Harapan Lama sekolah (HLS)	Tahun	Lamanya sekolah yang diharapkan penduduk dalam pendidikan formal
15.	Indeks Pemberdayaan Gender (IPG)	Indeks	Indeks partisipasi perempuan dalam ekonomi dan politik
16.	Indeks Kualitas Air (IKA)	Indeks	Indeks kualitas air
17.	Indeks Kualitas Udara (IKU)	Indeks	Indeks kualitas udara
18.	Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL)	Indeks	Indeks kualitas tutupan lahan
19.	Kontribusi PDRB sektor primer	Persen	Persentase PDRB sektor primer terhadap total PDRB

Sumber: Penulis, 2023

Pada penelitian ini digitalisasi diukur menggunakan tiga subindeks penyusun IP-TIK yang telah dipublikasikan oleh BPS yaitu: subindeks akses dan infrastruktur TIK, penggunaan TIK, serta keahlian TIK. Namun demikian, ukuran tunggal yang menggambarkan capaian pembangunan berkelanjutan pada level provinsi di Indonesia tidak tersedia. Oleh karena itu penelitian ini diawali dengan menghitung capaian tersebut pada level provinsi mengadopsi kerangka kerja Jha et al. (2018) tentang penyusunan BIGGI. Nilai BIGGI yang dibentuk telah mencakup dimensi ekonomi,

sosial, dan lingkungan serta mempertimbangkan keseimbangan capaian antar dimensi. Kerangka kerja tersebut telah digunakan oleh Liderson & Pasaribu (2020) dan Aminata et al. (2022) untuk mengukur capaian pembangunan berkelanjutan pada lingkup Indonesia. Pada penelitian ini modifikasi dilakukan dalam penyusunan BIGGI terkait ketersediaan data indikator pada level provinsi dan penggunaan metode penimbang berbeda dalam perhitungannya.

Penghitungan BIGGI dalam penelitian ini melalui beberapa tahapan. Pertama adalah penentuan indikator, yang dalam penelitian ini menggunakan 19 variabel yang terdiri dari 4 indikator dimensi ekonomi, 11 dimensi sosial, dan 4 dimensi lingkungan seperti dijabarkan dalam Tabel 1. Tahapan kedua adalah normalisasi data menggunakan metode minimum maksimum yang disusun oleh OECD (2008). Setelah normalisasi, tahapan berikutnya adalah penentuan penimbang untuk setiap indikator mengadopsi metode unequal weighting mengikuti formulasi Iyengar & Sudarshan (1982). Setelah didapatkan penimbang, tahapan berikutnya adalah menentukan skor indikator tertimbang. Kemudian pada tahap terakhir, dengan memperhitungkan selisih skor antar dimensi pada akhirnya diperoleh nilai BIGGI untuk masing-masing provinsi. Skor BIGGI yang terbentuk akan berada pada rentang nilai 0 hingga 10, dimana semakin besar nilainya mengindikasikan capaian yang lebih baik. Kemudian skor BIGGI dari hasil pengolahan dikategorikan menjadi tiga yaitu tinggi (0-3,333), sedang (3,334-6,667), dan tinggi (6,668-10).

Selanjutnya setelah didapatkan nilai BIGGI, penelitian ini menggunakan model regresi data panel dinamis untuk mengestimasi pengaruh digitalisasi terhadap pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Model penelitian ini mengacu pada studi serupa sebelumnya yang dilakukan oleh Asongu (2018), Zhu & Ye (2018), dan Ofori & Asongu (2021) terkait pengaruh TIK terhadap pertumbuhan inklusif dan emisi CO2. Namun berbeda dengan studi sebelumnya, penelitian ini menggunakan BIGGI sebagai variabel terikat yang lebih komprehensif menggambarkan capaian pembangunan berkelanjutan.

Menurut Baltagi (2005) pada dasarnya hubungan antar variabel ekonomi bersifat dinamis, dimana selain dipengaruhi oleh variabel lain pada periode yang sama nilainya juga dipengaruhi oleh periode sebelumnya. Sehingga untuk dapat menangkap perilaku tersebut, model penelitian ini diformulasikan sebagai berikut:

$$BIGGI_{it} = \alpha_0 + \beta_1 BIGGI_{i(t-1)} + \beta_2 Access_{it} + \beta_3 Usage_{it} + \beta_4 Skill_{it} + \theta_1 PMTB_{it} + \theta_2 PMA_{it} + u_{it} \dots\dots\dots(1)$$

di mana $BIGGI_{it}$ adalah indeks pertumbuhan hijau inklusif provinsi ke-i pada tahun ke-t; $BIGGI_{i(t-1)}$ adalah nilai lag variabel BIGGI provinsi ke-i; *Access*, *Usage*, dan *Skill* merupakan nilai subindeks IP-TIK sebagai ukuran digitalisasi; PMTB dan PMA merupakan variabel kontrol dalam penelitian. Adapun hipotesis yang digunakan adalah semua variabel penjelas berpengaruh positif terhadap BIGGI.

Tabel 2. Variabel Penelitian

	Simbol	Definisi	Sumber
Variabel Terikat			
Pembangunan berkelanjutan	BIGGI	Indeks pertumbuhan hijau inklusif	Diolah Penulis
Variabel Bebas			
Akses dan Infrastruktur TIK	<i>Access</i>	Nilai capaian subindeks akses dan infrastruktur TIK	BPS
Penggunaan TIK	<i>Usage</i>	Nilai capaian subindeks penggunaan TIK	BPS
Keahlian TIK	<i>Skill</i>	Nilai capaian subindeks keahlian TIK	BPS
Variabel Kontrol			
Pembentukan Modal Tetap Bruto (PMTB)	PMTB	Nilai rasio Pembentukan Modal Tetap Bruto (PMTB) terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) menurut provinsi	BPS
Penanaman Modal Asing (PMA)	PMA	Nilai rasio Penanaman Modal Asing (PMA) terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) menurut provinsi	BPS

Sumber: Penulis 2023

Terdapat dua pendekatan yang sering digunakan untuk mengestimasi model regresi data panel dinamis, yaitu First Difference GMM (FDGMM) and System GMM (SGMM). Menurut Roodman (2009) kedua pendekatan tersebut didesain untuk: data panel dengan jumlah observasi individu lebih besar dibanding waktu (N>T), variabel bebas yang tidak sepenuhnya eksogen, adanya hubungan dinamis, masalah heteroskedastisitas serta autokorelasi. Pendekatan FDGMM diusulkan oleh Arellano & Bond (1991) untuk mendapatkan estimator yang tidak bias, konsisten, dan

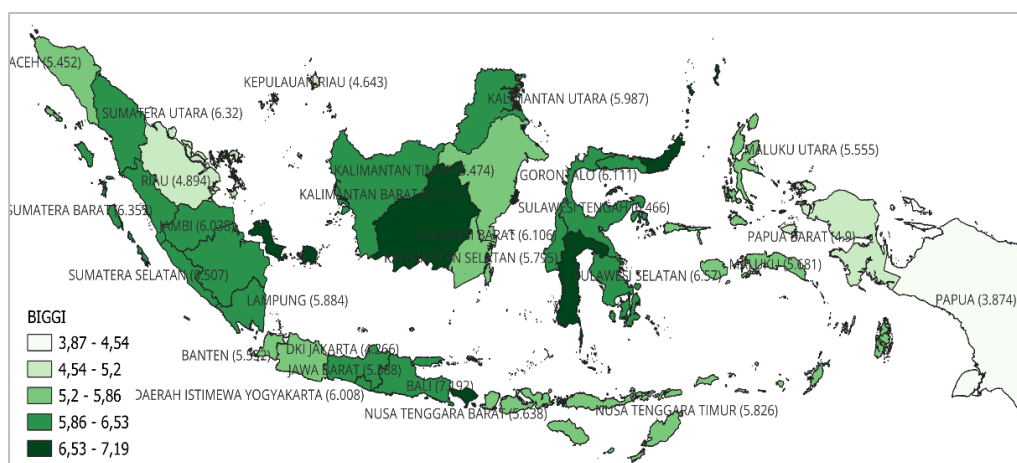
efisien pada model dinamis. Namun menurut Blundell & Bond (1998) penggunaan kondisi momen orde pertama pada pendekatan FDGMM menghasilkan variabel instrumen yang lemah pada data panel dengan jumlah periode kecil. Sehingga Blundell & Bond (1998) mengusulkan pendekatan SGMM untuk mengatasi kelemahan tersebut.

Terdapat dua kriteria untuk menentukan estimator terbaik dari kedua pendekatan tersebut, yaitu validitas instrumen dan konsistensi estimator. Pengujian validitas instrumen dapat dilakukan dengan uji Sargan atau Hansen dengan hipotesis nol instrumen tidak berkorelasi dengan error. Instrumen dinyatakan valid jika nilai hipotesis nol tidak ditolak, yaitu p-value lebih besar dari tingkat signifikansi. Kemudian pengujian konsistensi estimator dilakukan menggunakan uji Arellano-Bond (AR) dengan hipotesis nol tidak ada korelasi serial komponen error pada orde kedua (AR-2). Estimator dinyatakan konsisten jika tidak cukup bukti untuk menolak hipotesis nol atau p-value lebih besar dari tingkat signifikansi (Arellano & Bond, 1991).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Estimasi Model

Berdasarkan hasil penghitungan BIGGI, secara umum capaian pembangunan berkelanjutan di Indonesia berfluktuasi antar waktu. Pada tahun 2013 terdapat 32 provinsi yang berada pada kategori capaian BIGGI sedang dan hanya 2 provinsi pada kategori tinggi yaitu Bali dan Bangka Belitung. Sementara pada tahun 2021, jumlah provinsi yang masuk dalam kategori tinggi meningkat menjadi 6 provinsi yaitu Sumatera Barat, Bangka Belitung, Kalimantan Tengah, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, dan Sulawesi Selatan.



Sumber: Diolah penulis, 2023

Gambar 1. Sebaran Provinsi Menurut Rata-rata Skor BIGGI Tahun 2013-2021

Berdasarkan gambar 1 secara rata-rata sepanjang periode penelitian, Bali merupakan provinsi dengan skor BIGGI tertinggi yaitu sebesar 7,19 poin. Provinsi lainnya dengan capaian BIGGI pada kuantil tertinggi adalah Kalimantan Tengah (6,838), Bangka Belitung (5,647), Sulawesi Utara (6,597), dan Sulawesi Selatan (6,570). Sebaliknya Papua merupakan provinsi dengan skor rata-rata terendah dengan capaian 3,87 poin, diikuti dengan DKI Jakarta (4,266), Kepulauan Riau (4,643), Riau (4,894), dan Papua Barat (4,900) pada kuantil terendah. Buruknya capaian provinsi Papua utamanya disebabkan rendahnya capaian indikator sosial seperti APK pendidikan dasar dan HLS, UHH saat lahir, persentase rumah tangga dengan sanitasi layak, air minum layak, serta rasio elektrifikasi.

Selanjutnya hasil estimasi model pengaruh digitalisasi terhadap pembangunan berkelanjutan dapat dilihat pada Tabel 3. Penelitian ini menggunakan metode estimasi SGMM mengacu pada Blundell & Bond (1998) yang menyatakan bahwa metode ini terbukti lebih efisien pada sampel dengan jumlah periode kecil. Selain itu metode estimasi dua tahap menghasilkan estimator yang lebih efisien dan robust terhadap heteroskedastisitas (Roodman, 2009). Kemudian mengikuti Lai et al. (2008) dan Canh et al. (2020) dilakukan penghitungan efek jangka pendek dan jangka panjang dari variabel bebas dalam penelitian.

Tabel 3. Hasil Estimasi Model Menggunakan Two Step SGMM

Variabel Bebas	Jangka Pendek	Jangka Panjang
BIGGI (t-1)	0,3928*** (0,000)	
Access	1,2199** (0,010)	2,0092*** (0,009)
Usage	-0,8858*** (0,004)	-1,4589*** (0,003)
Skill	0,2718 (0,358)	0,4476 (0,329)
PMTB	0,0907*** (0,007)	0,1494*** (0,007)
PMA	-0,0376** (0,019)	-0,0619** (0,016)
Observasi	272	
Dummy waktu	Ya	
AR (1) p-value	0,001	
AR (2) p-value	0,518	
Hansen OIR test p-value	0,647	
Diff in Hansen p-value	0,674	
F test p-value	0,000	
Jumlah instrumen	29	
Jumlah grup (prov)	34	

Keterangan: * signifikan pada level 10%, ** signifikan pada level 5%, *** signifikan pada level 1%
Sumber: Diolah penulis, 2023

Berdasarkan tabel 3, hasil pengujian spesifikasi model menunjukkan bahwa instrument valid, karena hasil p-value untuk uji Hansen (0,647) lebih besar dari level signifikansi 5 persen. Hasil pengujian AR-2 juga menghasilkan kesimpulan bahwa estimator konsisten. Hal ini ditunjukkan dengan nilai p-value untuk uji AR-2 (0,518) yang lebih besar dibanding level signifikansi 5 persen. Kemudian hasil pengujian kelayakan model menunjukkan bahwa secara bersama-sama seluruh variabel bebas signifikan mempengaruhi BIGGI. Hal ini dapat ditunjukkan dari nilai p-value uji F (0,000) yang lebih kecil dari level signifikansi 5 persen.

Hasil pengujian koefisien parsial pada tabel 3 untuk indikator digitalisasi menunjukkan bahwa tidak semua subindeks IP-TIK berpengaruh signifikan terhadap BIGGI. Dari ketiga subindeks, hanya *access* yang berpengaruh positif signifikan terhadap BIGGI. Nilai p-value variabel *access* (0,010) pada jangka pendek lebih kecil dari tingkat signifikansi 5 persen, sehingga dapat disimpulkan peningkatan 1 poin subindeks akses menyebabkan peningkatan 1,2199 poin skor BIGGI dalam jangka pendek. Pada jangka panjang peningkatan 1 poin skor subindeks ini akan meningkatkan BIGGI sebesar 2,0092 poin dengan tingkat signifikansi 1 persen.

Hasil sebaliknya didapatkan dari variabel *usage*, yang justru berpengaruh negatif signifikan terhadap BIGGI baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang dengan tingkat signifikansi 1 persen. Peningkatan 1 poin skor subindeks penggunaan justru menurunkan capaian BIGGI sebesar 0,8858 poin pada jangka pendek dan 1,4589 poin pada jangka panjang. Sedangkan untuk indikator digitalisasi ketiga yaitu variabel *skill*, hasil estimasi menunjukkan pengaruhnya tidak signifikan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Hal ini ditunjukkan dari nilai p-value untuk variabel ini yang lebih besar dari tingkat signifikansi 5 persen.

Selanjutnya untuk variabel kontrol pertama yaitu PMTB menunjukkan pengaruh positif signifikan, terlihat dari nilai p-value yang lebih kecil dari tingkat signifikansi 1 persen baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Peningkatan rasio PMTB sebesar 1 persen menyebabkan peningkatan skor BIGGI sebesar 0,0907 poin dalam jangka pendek dan 0,1904 poin dalam jangka panjang. Sementara itu untuk variabel kontrol kedua yaitu PMA justru

menunjukkan pengaruh negatif signifikan terhadap skor BIGGI baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Meningkatnya rasio PMA sebesar 1 persen justru menurunkan skor BIGGI sebesar 0,0376 poin dalam jangka pendek dan 0,0619 poin dalam jangka panjang dengan tingkat signifikansi 5 persen.

4.2. Pembahasan

Penelitian ini menemukan bahwa akses dan infrastruktur TIK merupakan salah satu akselerator bagi pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Ofori et al. (2022) yang menyatakan tersedianya akses dan infrastruktur TIK membuka peluang lebih besar terhadap aset produktif sehingga tercipta pertumbuhan ekonomi yang lebih inklusif. Selain itu, meningkatnya difusi TIK juga dapat berdampak pada kesejahteraan melalui peningkatan akses terhadap pengetahuan dan informasi yang mendukung perbaikan dalam kualitas pendidikan dan kesehatan (Ofori & Asongu, 2021). Dari aspek lingkungan, temuan Asongu (2018) menyatakan bahwa interaksi antara TIK dengan globalisasi melalui investasi asing dan keterbukaan perdagangan berpeluang memitigasi resiko kerusakan lingkungan.

Namun demikian, temuan lain penelitian ini menunjukkan bahwa meningkatnya penggunaan TIK justru menurunkan capaian pembangunan berkelanjutan di Indonesia, dibuktikan dengan koefisien variabel *usage* yang berpengaruh negatif signifikan terhadap BIGGI. Temuan ini sejalan dengan hasil riset MASTEL et al. (2017) tentang indeks inklusi digital yang menyatakan penggunaan TIK di Indonesia masih belum optimal. Hal ini karena TIK masih lebih banyak digunakan sebagai penunjang gaya hidup dan interaksi sosial, belum mengarah pada kegiatan yang produktif. Selain itu, data BPS menunjukkan ketimpangan penggunaan TIK antar provinsi di Indonesia semakin melebar. Pada tahun 2021 selisih capaian subindeks penggunaan TIK tertinggi dan terendah antar provinsi sebesar 5,35 poin, meningkat dibanding tahun sebelumnya yang sebesar 4,96 poin di tahun 2020 (BPS 2022).

Temuan selanjutnya dari penelitian ini adalah investasi, yang dalam penelitian ini diukur melalui PMTB, merupakan faktor penting untuk mendukung pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Temuan ini mengkonfirmasi hasil studi Kusumaningrum & Yuhan (2019) yang menyatakan bahwa meningkatnya investasi akan secara langsung meningkatkan output agregat. Peningkatan investasi juga akan berdampak pada kualitas standar hidup masyarakat melalui akses yang lebih luas dan lebih baik terhadap berbagai layanan fisik dan sosial (Nchake & Shuaibu, 2022).

Sementara itu, PMA yang disebut sebagai faktor potensial bagi pembangunan berkelanjutan tidak berhasil dibuktikan dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PMA justru berpengaruh negatif signifikan terhadap pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Temuan ini sejalan dengan hasil studi Lestari et al. (2022) yang menyatakan bahwa pada kelompok negara ASEAN dengan pendapatan menengah kebawah, termasuk Indonesia, PMA justru meningkatkan ketimpangan pendapatan. Hal ini diperkuat dengan temuan Pujiati et al. (2023) yang menyatakan bahwa PMA membuat emisi GRK di Indonesia meningkat hingga level yang semakin membahayakan. Regulasi yang longgar dan rumit, serta lemahnya monitoring terkait penggunaan energi dan perlindungan lingkungan di Indonesia membuat dampak tersebut tidak dapat dihindari (Dutu, 2016).

5. Kesimpulan

Hasil estimasi model menunjukkan bahwa peningkatan akses dan infrastruktur TIK merupakan faktor penting untuk mendukung percepatan capaian pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Sementara itu, meningkatnya penggunaan TIK justru menurunkan capaian pembangunan berkelanjutan karena belum banyak dimanfaatkan untuk kegiatan produktif. Oleh karena itu pemerintah perlu terus meningkatkan penyediaan akses dan infrastruktur TIK, serta mengupayakan pemerataannya di seluruh wilayah Indonesia. Upaya ini perlu diiringi dengan edukasi bagi masyarakat mengenai literasi digital dan pemanfaatan teknologi digital untuk kegiatan yang lebih produktif. Pemanfaatan TIK juga perlu dioptimalkan untuk berbagai layanan publik agar dapat menjangkau semua lapisan masyarakat dan meningkatkan inklusi sosial.

Kemudian investasi terbukti menjadi faktor fundamental bagi pembangunan berkelanjutan. Namun demikian berdasarkan hasil studi, aliran modal asing justru menurunkan pencapaian pembangunan berkelanjutan di Indonesia karena meningkatkan ketimpangan dan mengancam kelestarian lingkungan. Oleh karena itu upaya untuk menarik masuknya aliran modal asing perlu dibarengi dengan penguatan regulasi sektoral dan lingkungan untuk memitigasi dampak buruknya. Saran untuk penelitian berikutnya perlu memasukkan variabel lain yang menurut literatur potensial mendukung pembangunan berkelanjutan seperti inklusi keuangan dan regulasi lingkungan.

References

- Ali, I., & Son, H. H. (2007). Measuring Inclusive Growth. *Asian Development Review*, 24(01), 11–31. <https://doi.org/10.1142/S0116110507000024>
- Aminata, J., Nusantara, D. I. K., & Susilowati, I. (2022). The Analysis of Inclusive Green Growth In Indonesia. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*, 23(1), Layouting. <https://doi.org/10.18196/jesp.v23i1.13811>
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277. <https://doi.org/10.2307/2297968>
- Aslam, A., Naveed, A., & Shabbir, G. (2021). Is it an institution, digital or social inclusion that matters for inclusive growth? A panel data analysis. *Quality & Quantity*, 55(1), 333–355. <https://doi.org/10.1007/s11135-020-01008-3>
- Asongu, S. A. (2018). ICT, openness and CO2 emissions in Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(10), 9351–9359. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1239-4>
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2014). *Rencana pembangunan jangka menengah nasional (RPJMN) 2015-2019* (Vol. 2). Bappenas.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2020). *Rencana pembangunan jangka menengah nasional 2020-2024*. Jakarta: Bappenas.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Statistik Indonesia 2020*. BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2021a). *Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi 2021*. BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2021b). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2021*. BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi 2021*. BPS.
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric analysis of panel data* (Vol. 4). Springer.
- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115–143. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)
- Bukht, R., & Heeks, R. (2017). Defining, conceptualising and measuring the digital economy. *Development Informatics Working Paper*, 68.
- Canh, N. P., Schinckus, C., Thanh, S. D., & Hui Ling, F. C. (2020). Effects of the internet, mobile, and land phones on income inequality and The Kuznets curve: Cross country analysis. *Telecommunications Policy*, 44(10), 102041. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.102041>
- Dutu, R. (2016). Challenges and policies in Indonesia's energy sector. *Energy Policy*, 98, 513–519. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.009>
- Fay, M. (2012). *Inclusive green growth: The pathway to sustainable development*. World Bank Publications.
- Global Commission on the Economy and Climate. (2014). *Better Growth, Better Climate: The New Climate Economy Report*. GCEC.
- Global Green Growth Institute. (2015). *Delivering Green Growth for a Prosperous Indonesia*. Jakarta: GGGI.
- Hazmi, D. M., Karimi, S., & Muharja, F. (2023). Measuring and Determinants of Inclusive Growth: Evidence from Indonesia. *Optimum: Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan*, 12(2), 135–154. <https://doi.org/10.12928/optimum.v12i2.5984>
- Heeks, R. (2016). Examining “Digital Development”: The Shape of Things to Come? *SSRN Electronic Journal*, 64. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3431739>
- International Telecommunication Union. (2017). *Measuring the Information Society Report 2017*. ITU.
- Iyengar, N. S., & Sudarshan. (1982). A Method of Classifying Regions from Multivariate Data. *Economic Political Weekly*, 2047–2052.

- Jha, S., Sandhu, S. C., & Wachirapunyanont, R. (2018). *Inclusive Green Growth Index: A New Benchmark for Quality of Growth*. Asian Development Bank [ADB].
- Johnston, R. B. (2016). Transforming Our World: The 2030 Agenda for sustainable development. *Arsenic Research and Global Sustainability - Proceedings of the 6th International Congress on Arsenic in the Environment, AS 2016*, 12–14. <https://doi.org/10.1201/b20466-7>
- Kementerian Komunikasi dan Informatika. (2019). *Perkembangan Ekonomi Digital di Indonesia: Strategi dan Sektor Potensial*. Kemenkominfo.
- Kementerian Komunikasi dan Informatika. (2021). *Status Literasi Digital Indonesia 2020: Hasil Survei Di 34 Provinsi*. Jakarta: Kementerian Komunikasi Dan Informatika.
- Kusumaningrum, S., & Yuhan, R. J. (2019). Pertumbuhan Ekonomi Provinsi di Indonesia Berdasarkan Indeks Komposit Pertumbuhan Inklusif dan Faktor yang Memengaruhinya. *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Publik*, 10(1), 1–17. <https://doi.org/10.22212/jekp.v10i1.1150>
- Lai, T. L., Small, D. S., & Liu, J. (2008). Statistical inference in dynamic panel data models. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 138(9), 2763–2776.
- Le Hir, B. (2012). *Capturing Information and Communication Technologies as a General Purpose Technology*. Ecole Centrale Paris.
- Lestari, T. K., Santoso, D. B., & Saputra, P. M. A. (2022). Keterkaitan Globalisasi dengan Pertumbuhan Inklusif pada Negara-Negara Asean Berpendapatan Menengah. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, 16(1), 79–102.
- Liderson, D. M., & Pasaribu, E. (2020). PEMBENTUKAN BIGGI DALAM MENGUKUR PERTUMBUHAN INKLUSIF HIJAU. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2019(1), 266–274. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2019i1.84>
- MASTEL, APJII, & ATSI. (2017). Digital Inclusion Index Indonesia 2017. *Laporan Riset Digital Inclusion Indonesia*. <https://mastel.id/digital-inclusion-index-indonesia-2017/>
- Mouthaan, M., Frenken, K., Piscicelli, L., & Vaskelainen, T. (2023). Systemic sustainability effects of contemporary digitalization: A scoping review and research agenda. *Futures*, 149, 103142. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103142>
- Nchake, M. A., & Shuaibu, M. (2022). Investment in ICT infrastructure and inclusive growth in Africa. *Scientific African*, 17, e01293. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01293>
- Ofori, I. K., & Asongu, S. A. (2021). ICT Diffusion, Foreign Direct Investment and Inclusive Growth in Sub-Saharan Africa. *Telematics and Informatics*, 65, 101718. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101718>
- Ofori, I. K., Osei, D. B., & Alagidede, I. P. (2022). Inclusive Growth in Sub-Saharan Africa: Exploring the Interaction Between ICT Diffusion, and Financial Development. *Telecommunications Policy*, 46(7), 102315.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. OECD Publishing.
- Øverby, H., & Audestad, J. A. (2021). *Introduction to Digital Economics*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-78237-5>
- Park, Y., Meng, F., & Baloch, M. A. (2018). The effect of ICT, financial development, growth, and trade openness on CO2 emissions: an empirical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(30), 30708–30719. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3108-6>
- Pradhan, R. P., Mallik, G., & Bagchi, T. P. (2018). Information communication technology (ICT) infrastructure and economic growth: A causality evinced by cross-country panel data. *IIMB Management Review*, 30(1), 91–103. <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.01.001>
- Pujiati, A., Yanto, H., Dwi Handayani, B., Ridzuan, A. R., Borhan, H., & Shaari, M. S. (2023). The detrimental effects of dirty energy, foreign investment, and corruption on environmental quality: New evidence from Indonesia. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1074172.
- Reis, J., Amorim, M., Melão, N., Cohen, Y., & Rodrigues, M. (2020). *Digitalization: A Literature Review and*

Research Agenda (pp. 443–456). https://doi.org/10.1007/978-3-030-43616-2_47

- Richmond, K., & Triplett, R. E. (2018). ICT and income inequality: a cross-national perspective. *International Review of Applied Economics*, 32(2), 195–214. <https://doi.org/10.1080/02692171.2017.1338677>
- Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *The Stata Journal*, 9(1), 86–136. <https://doi.org/10.1177/1536867X0900900106>
- Salvatore, D. (2019). *International economics*. John Wiley & Sons.
- Schneider, M. (2018). *Digitalization of Production, Human Capital, and Organizational Capital BT - The Impact of Digitalization in the Workplace: An Educational View* (C. Harteis (ed.); pp. 39–52). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63257-5_4
- Stern, N. H. (2007). *The economics of climate change: the Stern review*. Cambridge University press.
- Stiglitz, J. E. (2015). The Price of Inequality: How Today's Divided Society Endangers Our Future. *The Proceedings of the Joint Workshop on Sustainable Humanity Sustainable Nature Our Responsibility*.
- Wang, N. (2020). Does Foreign Direct Investment Improve Inclusive Green Growth? Empirical Evidence from China. *International Journal of Business Management and Finance Research*, 3(1), 12–19. <https://doi.org/10.53935/2641-5313.v3i1.39>
- Zhu, S., & Ye, A. (2018). Does Foreign Direct Investment Improve Inclusive Green Growth? Empirical Evidence from China. *Economies*, 6(3), 44. <https://doi.org/10.3390/economies6030044>