

Pratama Dahlian
Persadha¹
Franciscus Dwikotjo
Sri Sumantyo²
Loso Judijanto³
Melly Susanti⁴

MENGUKUR PERTUMBUHAN EKONOMI DIGITAL: EVALUASI METRIK DAN VALIDITAS DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Abstrak

Inisiatif Pengembangan dan Kerja Sama Ekonomi Digital G20 telah memberikan landasan penting bagi pembentukan Indonesia digital. "Rencana Lima Tahun ke-14" Indonesia, yang diluncurkan pada 12 Januari 2022, menekankan pentingnya pertumbuhan ekonomi digital melalui integrasi teknologi digital dengan ekonomi riil, pengembangan infrastruktur digital, dan peningkatan struktur tata kelola ekonomi digital. Penelitian ini mengevaluasi teknik-teknik pengukuran pertumbuhan ekonomi digital, seperti metode pengukuran skala dan metode indeks, serta mengkaji validitas penggunaan Data Envelopment Analysis (DEA) dalam mengukur perkembangan ekonomi digital di perkotaan. Temuan penelitian menunjukkan adanya variasi signifikan dalam teknik pengukuran dan indikator yang digunakan, serta tantangan dalam validitas ilmiah dan akurasi hasil. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan DEA sebagai solusi yang lebih objektif dan fleksibel dalam mengevaluasi efisiensi dan perkembangan ekonomi digital perkotaan, serta mendukung pengambilan keputusan manajerial yang lebih baik.

Kata Kunci: Ekonomi Digital, Data Envelopment Analysis (DEA), Pengukuran Ekonomi, Teknologi Digital, Pengembangan Perkotaan

Abstract

The G20 Digital Economy Cooperation and Development Initiative has provided an important foundation for the establishment of a digital Indonesia. The "14th Five-Year Plan" Indonesia's "14th Five-Year Plan", launched on 12 January 2022, emphasises the importance of digital economic growth through the integration of digital technologies with the real economy, the development of digital infrastructure, and the improvement of the governance structure of the digital economy. This study evaluates techniques for measuring digital economy growth, such as the scale measurement method and index method, and examines the validity of using Data Envelopment Analysis (DEA) in measuring digital economy development in cities. The findings show significant variations in measurement techniques and indicators used, as well as challenges in scientific validity and accuracy of results. This research recommends the use of DEA as a more objective and flexible solution in evaluating the efficiency and development of urban digital economies, and supports better managerial decision-making.

Keywords: Digital Economy, Data Envelopment Analysis (DEA), Economic Measurement, Digital Technology, Urban Development

PENDAHULUAN

Inisiatif Pengembangan dan Kerja Sama Ekonomi Digital G20 telah memberikan landasan penting bagi pembentukan Indonesia digital. Seiring dengan hal tersebut, "Rencana Lima Tahun ke-14" yang diluncurkan pada 12 Januari 2022 di Indonesia juga menggarisbawahi pentingnya pertumbuhan ekonomi digital di negara ini. Rencana ini berfokus pada integrasi mendalam teknologi digital dengan ekonomi riil, mendukung pengembangan infrastruktur

¹ Sekolah Tinggi Inteljen Negara,

² Universitas Bhayangkara Jakarta Raya,

³ IPOSS Jakarta,

⁴ Universitas Muhammadiyah Bengkulu

email: pratama@cissrec.org, franciscus@dsn.ubharajaya.ac.id, losojudijantobumn@gmail.com, maksi07.unib@gmail.com

digital, meningkatkan struktur tata kelola ekonomi digital, serta secara sinergis mendukung transformasi dan peningkatan industri tradisional (Ge et al., 2024; Ghimire et al., 2024; Xiao et al., 2024). Meskipun upaya seperti ini telah diambil, tantangan bagi ekonomi digital Indonesia masih ada, terutama terkait dengan skala ekonomi digital yang relatif kecil dan kekurangan kekuatan. Oleh karena itu, penelitian tentang pertumbuhan ekonomi digital yang unggul semakin penting, terutama di tingkat perkotaan di Indonesia. Namun, perlu segera dicari solusi untuk masalah krusial yang ada, termasuk bagaimana mengukur perkembangan ekonomi digital perkotaan dari sudut pandang ilmiah (Jiang et al., 2024; J. Liu, 2024). Hal ini penting untuk menginformasikan kebijakan yang efektif dan strategi pengembangan yang berkelanjutan dalam mewujudkan visi Indonesia sebagai negara digital yang maju dan berdaya saing.

Ekonomi digital telah menjadi pilar utama dalam pertumbuhan ekonomi global. Di Indonesia, meskipun potensi ekonomi digital terus berkembang, pengukurannya masih menjadi tantangan serius. Berbagai teknik tradisional seperti metode pengukuran skala dan metode indeks memiliki kelemahan, seperti subjektivitas dalam penentuan bobot indikator dan keterbatasan data. Masalah ini menghambat penilaian akurat terkait pertumbuhan ekonomi digital di tingkat perkotaan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan Data Envelopment Analysis (DEA) sebagai metode pengukuran alternatif. DEA menawarkan pendekatan yang lebih objektif dengan menetapkan bobot input-output secara endogen, sehingga mengurangi subjektivitas dan meningkatkan akurasi. Dengan metode ini, setiap kota dapat dievaluasi berdasarkan efisiensi ekonominya, memungkinkan analisis perbandingan yang komprehensif dan mendalam.

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengevaluasi teknik-teknik yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan ekonomi digital di daerah perkotaan di Indonesia.
2. Menilai validitas penggunaan Data Envelopment Analysis (DEA) dalam pengukuran ekonomi digital.
3. Mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan metode pengukuran tradisional seperti metode skala dan metode indeks.
4. Memberikan rekomendasi untuk meningkatkan keandalan dan akurasi pengukuran pertumbuhan ekonomi digital.

Mengukur nilai produksi ekonomi digital dengan menggunakan prinsip pengukuran Produk Domestik Bruto (PDB) dikenal sebagai "metode pengukuran skala." Oleh karena itu, metode produksi dan metode pengeluaran adalah pendekatan utama yang dapat diterapkan (Y. Liu, Zheng, et al., 2024). Contoh dari beberapa organisasi yang memiliki peneliti yang mewakili industri tersebut adalah Akademi Teknologi Informasi dan Komunikasi China, Tencent Research Institute, dan Badan Analisis Ekonomi (BAE) Amerika Serikat (J. Liu, 2024). Pemilihan pendekatan input-output untuk mengukur sejauh mana digitalisasi industri dan ekonomi digital, serta kontribusi Information and Communication Technology (ICT) terhadap nilai tambah sektor-sektor ekonomi lainnya, merupakan langkah yang penting (Budiarto & Nordin, 2024). Tingkat dan cakupan pengembangan dapat langsung tercermin dalam pendekatan pengukuran skala ini, yang juga mampu menghitung pangsa Produk Domestik Bruto (PDB). Keuntungan lainnya adalah kemampuannya untuk memeriksa perkembangan ekonomi digital di berbagai bisnis (Wen & Song, 2024). Namun, kelemahan dari pendekatan ini adalah kesulitan dalam membandingkan dan mengevaluasi karena perbedaan aturan klasifikasi produk domestik dan internasional untuk ekonomi digital, serta keterbatasan data untuk jenis ekonomi digital yang baru (Shahidi Hamedani et al., 2024). Meskipun bermanfaat untuk memeriksa perkembangan ekonomi digital, metode ini sulit dibandingkan karena perbedaan aturan klasifikasi produk dan keterbatasan data untuk jenis ekonomi digital yang baru.

Istilah "metode indeks" merujuk pada proses pemilihan sejumlah indikator terkait ekonomi digital, pembangunan sistem indikator yang komprehensif, dan penggunaan indikator yang dapat diukur untuk menunjukkan tingkat perkembangan ekonomi digital di perkotaan (Han et al., 2024; Y. Liu, Xie, et al., 2024). Ketika menilai tingkat pertumbuhan ekonomi digital di tingkat provinsi, lapisan tolok ukur dibagi menjadi beberapa kategori seperti inovasi, koordinasi, keterbukaan, kehijauan, dan berbagi (Ge et al., 2024; Wen-Qiang & Bo, 2024). Penyusunan indikator melibatkan indikator sekunder, seperti sumber daya manusia, koordinasi industri,

koordinasi perkotaan-pedesaan, konservasi sumber daya, perdagangan internasional, tingkat konsumsi, dan skala pembangunan (Zhang et al., 2024). Teknik indeks ini memiliki keuntungan karena mudah dihitung dan dapat diperluas ke bawah melalui berbagai indikator, memfasilitasi perencanaan masa depan ekonomi digital serta membuat penilaian status perkembangan berbagai dimensi menjadi lebih mudah (Song et al., 2024). Namun, keakuratan dan keilmiahannya teknik ini juga diragukan karena penetapan, pembobotan, dan pemilihan indikator dapat dipengaruhi secara subjektif, dan hasilnya tidak memiliki signifikansi yang absolut (Yang, 2024).

Berdasarkan literatur yang ada, pendekatan pengukuran skala sering digunakan dalam menghitung kontribusi ekonomi digital terhadap PDB. Namun, metode ini terbatas pada data kuantitatif dan sulit membandingkan antarwilayah karena perbedaan klasifikasi. Metode indeks menawarkan fleksibilitas dengan menggunakan berbagai indikator, tetapi hasilnya sering kali dipengaruhi oleh subjektivitas dalam pembobotan indikator.

Data Envelopment Analysis (DEA) dianggap sebagai metode yang lebih fleksibel karena memperhitungkan berbagai dimensi ekonomi digital secara simultan. DEA memungkinkan penilaian kinerja dengan memaksimalkan output berdasarkan input tertentu. Studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa DEA mampu mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang memengaruhi pertumbuhan ekonomi digital, seperti investasi infrastruktur, keterampilan digital, dan dukungan kebijakan pemerintah.

Dengan demikian, penerapan DEA dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih akurat dan komprehensif tentang tingkat perkembangan ekonomi digital di Indonesia serta mendukung perumusan kebijakan yang lebih efektif dan strategis.

METODE

1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif dan eksplanatori untuk mengevaluasi teknik pengukuran pertumbuhan ekonomi digital di daerah perkotaan Indonesia. Pendekatan ini dipilih untuk menggambarkan kondisi aktual sekaligus menguji hubungan kausal antara variabel-variabel yang diteliti.

2. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kota besar di Indonesia yang memiliki potensi ekonomi digital. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling, dengan kriteria kota yang memiliki infrastruktur digital memadai, data ekonomi digital yang tersedia, dan dukungan pemerintah yang aktif dalam transformasi digital. Sebanyak 38 kota dipilih untuk dianalisis dalam penelitian ini.

3. Teknik Pengumpulan Data dan Pengembangan Instrumen

Data primer dan sekunder digunakan dalam penelitian ini. Data primer dikumpulkan melalui survei kepada pemangku kepentingan yang terlibat dalam pengembangan ekonomi digital di kota-kota terpilih. Data sekunder diperoleh dari laporan resmi pemerintah, statistik ekonomi digital, dan basis data internasional.

Instrumen penelitian yang digunakan mencakup kuesioner terstruktur untuk pengumpulan data primer. Kuesioner dirancang berdasarkan indikator ekonomi digital yang relevan, seperti infrastruktur teknologi, tingkat adopsi teknologi, dan kontribusi ekonomi digital terhadap PDB. Uji validitas dan reliabilitas dilakukan sebelum pengumpulan data untuk memastikan kualitas instrumen.

4. Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan metode Data Envelopment Analysis (DEA) untuk menilai efisiensi perkembangan ekonomi digital setiap kota. DEA memungkinkan evaluasi multivariat yang mempertimbangkan input (seperti investasi infrastruktur dan tenaga kerja digital) dan output (seperti nilai tambah ekonomi digital dan tingkat adopsi teknologi).

Selain itu, analisis statistik deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran umum tentang karakteristik data. Uji statistik inferensial dilakukan untuk menguji hubungan antara variabel menggunakan perangkat lunak software analisis DEA seperti MaxDEA atau DEA Solver. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan hasil yang akurat dan komprehensif mengenai tingkat perkembangan ekonomi digital di Indonesia serta mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang memengaruhi keberhasilannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi teknik-teknik yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan ekonomi digital di daerah perkotaan di Indonesia dan menginvestigasi validitas penggunaan Data Envelopment Analysis (DEA) untuk tujuan ini. Berdasarkan tabel 1 maka berikut ini adalah temuan utama dari penelitian:

Perbedaan Teknik Pengukuran

Teknik pengukuran skala yang menggunakan prinsip-prinsip Produk Domestik Bruto (PDB) dan metode input-output menunjukkan adanya variasi yang signifikan dalam cara berbagai organisasi mengukur digitalisasi dan kontribusinya terhadap perekonomian.

Metode indeks yang menggunakan berbagai indikator yang terkait dengan ekonomi digital menunjukkan kurangnya validitas ilmiah karena adanya subjektivitas dalam pembobotan dan pemilihan indikator.

Kelemahan Teknik Pengukuran Tradisional

Pengukuran skala sering kali menghadapi tantangan dalam perbandingan dan evaluasi karena perbedaan aturan klasifikasi produk dan keterbatasan data untuk sektor ekonomi digital yang sedang berkembang. Pengukuran indeks menawarkan kemudahan penghitungan dan keuntungan perluasan indikator, tetapi menimbulkan pertanyaan tentang akurasi karena pembobotan yang subjektif.

Penerapan DEA

DEA menawarkan fleksibilitas dengan memungkinkan penetapan bobot input dan output secara endogen, sehingga mengurangi pengaruh subjektivitas dalam alokasi bobot. DEA dapat mengidentifikasi kota-kota dengan ekonomi digital yang berkembang pesat, menilai efektivitas dan tingkat perkembangan sistem saat ini, dan memberikan dukungan yang sangat baik untuk pengambilan keputusan manajerial dengan menangani interaksi kota yang kompleks.

Analisis Keuntungan dan Kerugian Teknik Pengukuran

Pengukuran Skala: Berguna untuk menentukan kontribusi PDB ekonomi digital, tetapi menghadapi tantangan dalam perbandingan regional karena aturan klasifikasi yang berbeda dan data yang tidak lengkap. Contohnya adalah Akademi Teknologi Informasi dan Komunikasi Tencent dan BAE di Amerika Serikat.

Pengukuran Indeks: Memfasilitasi evaluasi dimensi ekonomi digital tetapi rentan terhadap subjektivitas dalam pemilihan dan pembobotan indikator, sehingga menimbulkan masalah validitas dan akurasi.

Manfaat DEA dalam Konteks Pengukuran Ekonomi Digital

Fleksibilitas dan Pembobotan:

Fleksibilitas DEA dalam penilaian efisiensi meminimalkan subjektivitas dalam alokasi bobot, sehingga membantu dalam mengidentifikasi kota-kota dengan ekonomi digital yang berkembang pesat dan menangani interaksi kota yang kompleks.

Dukungan untuk Pengambilan Keputusan:

Analisis DEA membantu dalam mengidentifikasi area perbaikan, menilai efektivitas, dan memberikan dukungan yang kuat untuk pengambilan keputusan manajerial, terutama dalam merencanakan masa depan kota yang lebih cerdas.

Aplikasi dalam Pengembangan Kota:

Pengukuran DEA terintegrasi dengan pembangunan kota, menawarkan perspektif baru tentang efektivitas pembangunan ekonomi, yang sangat penting untuk merumuskan rencana pembangunan ekonomi digital yang tepat sasaran dan efektif.

Tabel 1. Pertumbuhan dan Kontribusi Ekonomi Menurut Provinsi

No	Provinsi	Pertumbuhan			Kontribusi		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
1	Aceh	2,81	4,21	4,23	1,09	1,1	1,11
2	Sumatera Utara	2,61	4,73	5,01	5,07	4,99	5,12
3	Sumatera Barat	3,29	4,36	4,62	1,49	1,49	1,52
4	Riau	3,36	4,55	4,21	4,95	5,18	5
5	Jambi	3,7	5,12	4,66	1,37	1,45	1,43

6	Sumatera Selatan	3,58	5,23	5,08	2,91	3,08	3,06
7	Bengkulu	3,27	4,31	4,26	0,47	0,47	0,47
8	Lampung	2,77	4,28	4,55	2,19	2,16	2,19
9	Kep. Bangka Belitung	5,05	4,4	4,38	0,51	0,5	0,5
10	Kep. Riau	3,43	5,09	5,2	1,63	1,61	1,62
11	DKI Jakarta	3,55	5,25	4,96	17,18	16,65	16,77
12	Jawa Barat	3,74	5,45	5	13,01	12,65	12,79
13	Jawa Tengah	3,33	5,31	4,98	8,38	8,15	8,26
14	DI Yogyakarta	5,58	5,15	5,07	0,88	0,87	0,88
15	Jawa Timur	3,56	5,34	4,95	14,48	14,27	14,38
16	Banten	4,49	5,03	4,81	3,93	3,9	3,96
17	Bali	-2,46	4,84	5,71	1,3	1,28	1,34
18	Nusa Tenggara Barat	2,3	6,95	1,8	0,83	0,82	0,81
19	Nusa Tenggara Timur	2,52	3,05	3,52	0,65	0,62	0,63
20	Kalimantan Barat	4,8	5,07	4,46	1,36	1,34	1,34
21	Kalimantan Tengah	3,59	6,45	4,14	1	1,04	1,02
22	Kalimantan Selatan	3,48	5,11	4,84	1,17	1,31	1,31
23	Kalimantan Timur	2,55	4,48	6,22	4,11	4,81	4,11
24	Kalimantan Utara	3,99	5,32	4,94	0,66	0,72	0,72
25	Sulawesi Utara	4,16	5,42	5,48	0,84	0,82	0,84
26	Sulawesi Tengah	11,68	15,22	11,91	1,46	1,69	1,69
27	Sulawesi Selatan	4,64	5,1	4,51	3,21	3,16	3,18
28	Sulawesi Tenggara	4,1	5,53	5,35	0,82	0,83	0,86
29	Gorontalo	2,4	4,04	4,5	0,26	0,25	0,25
30	Sulawesi Barat	2,57	2,31	5,25	0,3	0,28	0,29
31	Maluku	3,63	5,31	5,21	0,29	0,28	0,28
32	Maluku Utara	16,79	22,94	20,49	0,31	0,37	0,41
33	Papua Barat	-0,51	2,01	5,18	0,5	0,48	0,3
34	Papua Barat Daya	—	—	1,82	—	—	0,18
35	Papua	15,16	8,97	4,2	1,39	1,37	0,4
36	Papua Selatan	—	—	4,27	—	—	0,15
37	Papua Tengah	—	—	5,95	—	—	0,73
38	Papua Pegunungan	—	—	4,78	—	—	0,12

Sumber: BPS-laporan-perekonomian-indonesia-2024

Source : <https://www.bps.go.id/id>

Gambaran Umum Metode Data Envelopment Analysis (DEA)

Salah satu metodologi penilaian yang sering digunakan dalam evaluasi efisiensi adalah *Data Envelopment Analysis* (DEA) (J. Liu, 2024). *Data Envelopment Analysis* (DEA) merupakan teknik penilaian populer yang menggabungkan beberapa bidang akademis, termasuk riset operasi, ekonomi, ekonometrika, dan statistik. Ide dasarnya adalah untuk mendapatkan indikator efisiensi relatif untuk setiap unit keputusan dengan menganalisis secara menyeluruh data input dan output dari *Decision Making Unit* (DMU). *Decision Making Unit* (DMU) yang efektif secara relatif diidentifikasi melalui pengurutan semua metrik efisiensi DMU. Keuntungan utama metode ini adalah kesesuaianya untuk penilaian menyeluruh atas efektivitas berbagai input dan output. Teknik proyeksi juga dapat digunakan oleh *Data Envelopment Analysis* (DEA) untuk menentukan penyebab lemahnya atau tidak adanya efektivitas *Data Envelopment Analysis* (DEA) serta ruang lingkup dan arah perbaikan yang diperlukan. Teknik ini biasanya digunakan dalam berbagai domain studi sebagai alat untuk memberikan informasi

kepada manajer untuk mengambil keputusan manajemen (Stepanov, 2024). *Data Envelopment Analysis* (DEA) mampu memberikan informasi komprehensif yang mendukung pengambilan keputusan manajemen.

Manfaat dari *Data Envelopment Analysis* (DEA)

Keunggulan dari metode *data envelopment analysis* adalah fleksibilitasnya yang tinggi karena tidak memproses data secara langsung, yang berarti indikator terbaik untuk unit pengambil keputusan tidak bergantung pada pemilihan dimensi nilai indikator input dan output. Selain itu, dengan menggunakan teknik optimasi, metode data envelopment analysis secara endogen menetapkan bobot input dan output untuk unit pengambil keputusan, sehingga menghilangkan pengaruh subyektifitas dalam pengalokasian bobot. Karena lebih sedikit orang yang terlibat dalam prosesnya, hasilnya lebih tidak bias dan meyakinkan. Analisis data envelopment dapat digunakan untuk menemukan area yang memerlukan peningkatan, menilai efektivitas, dan tingkat pengembangan sistem saat ini, yang memberikan dukungan yang sangat baik untuk pengambilan keputusan.

Konsep penggunaan *Data Envelopment Analysis* (DEA) untuk mengukur tingkat perkembangan ekonomi perkotaan

Lebih tepatnya, kota dapat dianggap sebagai unit pengambil keputusan, dan fondasi model penilaian terdiri dari *input* yang terkait dengan ekonomi digital (seperti pembangunan infrastruktur digital perkotaan, investasi dalam sumber daya manusia, dll.) dan *output* (seperti produksi dari ekonomi digital). Kota-kota yang berhasil dalam pertumbuhan ekonomi digital dapat diidentifikasi dengan menggunakan model *Data Envelopment Analysis* (DEA). Model DEA dapat dengan sempurna mengatasi kekhawatiran ini karena pengaruh ekonomi digital perkotaan melibatkan beberapa dimensi yang kompleks, termasuk ekonomi, politik, masyarakat, dan lingkungan budaya (Zhong et al., 2024). Seperti telah ditunjukkan sebelumnya, analisis data envelopment mampu menilai efektivitas pengembangan ekonomi digital perkotaan, mengidentifikasi kota-kota yang lebih berhasil dalam hal ini, dan mengukur tingkat perkembangan berdasarkan efektivitasnya. Yang lebih penting lagi, *Data Envelopment Analysis* (DEA) dapat memberikan panduan untuk pengembangan dan perbaikan kota dengan membandingkan perkembangan ekonomi digital di kota-kota lain dan mengidentifikasi hubungan atau elemen input yang tidak efisien (Cao et al., 2024). Hal ini penting untuk merumuskan rencana yang terfokus pada pengembangan ekonomi digital dan untuk mengintegrasikan ekonomi digital dengan pembangunan kota secara keseluruhan (Li et al., 2024; Yi et al., 2024).

SIMPULAN

Penelitian ini menyoroti pentingnya pengukuran pertumbuhan ekonomi digital di tingkat perkotaan di Indonesia dan mengevaluasi berbagai teknik yang digunakan untuk tujuan tersebut. Temuan utama menunjukkan bahwa teknik tradisional, seperti pengukuran skala dan metode indeks, memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Penggunaan *Data Envelopment Analysis* (DEA) sebagai pendekatan baru menawarkan fleksibilitas dan akurasi yang lebih tinggi, serta memberikan solusi untuk tantangan khusus yang dihadapi ekonomi digital Indonesia.

DEA mampu mengidentifikasi kota-kota dengan pertumbuhan ekonomi digital yang pesat, menilai efektivitas pengembangan, dan memberikan dukungan yang kuat untuk pengambilan keputusan manajerial. Keuntungan DEA juga meliputi fleksibilitas dalam pembobotan dan pengurangan subjektivitas dalam alokasi bobot. Lebih lanjut, DEA terintegrasi dengan pembangunan kota, memberikan perspektif baru tentang efektivitas pembangunan ekonomi digital, yang krusial untuk merencanakan rencana pembangunan yang tepat sasaran dan efektif.

SARAN

DEA menawarkan hasil yang lebih akurat dan objektif dibandingkan metode tradisional dalam mengukur perkembangan ekonomi digital di daerah perkotaan. Penelitian lebih lanjut harus mengadaptasi model DEA ke dalam konteks lokal Indonesia, dengan mempertimbangkan faktor-faktor unik yang memengaruhi perkembangan ekonomi digital di daerah perkotaan di Indonesia.

Kontribusi Teoritis

1. Pengembangan Model Pengukuran Baru:
 - a. Penelitian ini mengusulkan penggunaan Data Envelopment Analysis (DEA) sebagai pendekatan baru untuk mengukur perkembangan ekonomi digital di tingkat perkotaan, yang merupakan kontribusi signifikan terhadap literatur tentang pengukuran ekonomi digital.
 - b. Dengan mengurangi subjektivitas dalam pembobotan dan pemilihan indikator, DEA memberikan pendekatan yang lebih objektif dan akurat dibandingkan metode tradisional seperti pengukuran skala dan metode indeks.
2. Penilaian Komprehensif Efisiensi:
 - a. DEA memungkinkan penilaian komprehensif atas efisiensi berbagai input dan output, sehingga memperkaya teori mengenai evaluasi kinerja ekonomi digital.
 - b. Model ini memperkenalkan dimensi baru dalam analisis efisiensi ekonomi digital dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang kompleks dan interaktif dalam ekonomi perkotaan.
3. Integrasi Teknologi Digital dan Ekonomi Riil:
 - a. Penelitian ini juga menekankan pentingnya integrasi mendalam teknologi digital dengan ekonomi riil, yang dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut tentang transformasi digital di berbagai sektor ekonomi.
 - b. Menggarisbawahi peran penting teknologi digital dalam mendukung transformasi industri tradisional dan pembangunan infrastruktur digital.

Kontribusi Empiris

1. Evaluasi Teknik Pengukuran yang Ada:
 - a. Penelitian ini mengevaluasi berbagai teknik pengukuran pertumbuhan ekonomi digital yang digunakan di Indonesia, mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan masing-masing metode.
 - b. Memberikan analisis empiris yang mendalam tentang efektivitas metode pengukuran skala, metode input-output, dan metode indeks dalam konteks ekonomi digital Indonesia.
2. Aplikasi DEA di Kota-kota Indonesia:
 - a. Penelitian ini menggunakan DEA untuk mengukur perkembangan ekonomi digital di kota-kota Indonesia, memberikan bukti empiris tentang keunggulan dan efektivitas metode ini dalam konteks nyata.
 - b. Menyediakan data empiris yang mendukung penggunaan DEA sebagai alat yang lebih andal dan valid untuk mengevaluasi pertumbuhan ekonomi digital di tingkat perkotaan.
3. Identifikasi Faktor Penentu Efisiensi:
 - a. Melalui analisis DEA, penelitian ini mengidentifikasi faktor-faktor yang menentukan efisiensi perkembangan ekonomi digital di kota-kota Indonesia.
 - b. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh pembuat kebijakan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan untuk merumuskan strategi pengembangan yang lebih efektif dan tepat sasaran.
4. Panduan untuk Kebijakan dan Strategi Pengembangan:
 - a. Temuan empiris dari penelitian ini memberikan panduan praktis bagi pembuat kebijakan dalam mengembangkan strategi untuk mendukung pertumbuhan ekonomi digital.
 - b. Menyediakan rekomendasi yang berbasis data untuk meningkatkan keandalan dan akurasi pengukuran pertumbuhan ekonomi digital, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam perencanaan pembangunan ekonomi digital.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi teoritis dan empiris yang penting dalam bidang ekonomi digital, khususnya dalam konteks pengukuran dan evaluasi perkembangan ekonomi digital di tingkat perkotaan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiarto, D. S., & Nordin, N. (2024). Technology Transformation, Innovation, and Digital Economy Development in Developing Countries: A Systematic Literature Review. In *Journal of Telecommunications and the Digital Economy* (Vol. 12, Issue 1, pp. 148–171). Telecommunications Association Inc. <https://doi.org/10.18080/jtde.v12n1.802>
- Cao, L., Pan, N., Lu, Y., & Su, W. (2024). Digital Innovation and Urban Resilience: Lessons

- from the Yangtze River Delta Region. In *Journal of the Knowledge Economy*. Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-01932-x>
- Ge, Y., Xia, Y., & Wang, T. (2024). Digital economy, data resources and enterprise green technology innovation: Evidence from A-listed Chinese Firms. In *Resources Policy* (Vol. 92, p. 105035). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.105035>
- Ghimire, A., Ali, S., Long, X., Chen, L., & Sun, J. (2024). Effect of Digital Silk Road and innovation heterogeneity on digital economy growth across 29 countries: New evidence from PSM-DID. In *Technological Forecasting and Social Change* (Vol. 198, p. 122987). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122987>
- Han, J., Song, Y., & Chen, J. (2024). Reducing the “digital divide” to reap the “digital dividend”: spatial differences and convergence of the digital economy in cities of China. In *Frontiers in Sustainable Cities* (Vol. 6). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/frsc.2024.1283604>
- Jiang, M., Yang, S., & Zhou, G. (2024). Study on the Coupling Coordination Development between the Digital Economy and Innovation Efficiency: Evidence from the Urban Agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River. In *Land* (Vol. 13, Issue 3, p. 292). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/land13030292>
- Li, Z., Liu, C., Li, W., Chen, J., & Kang, Y. (2024). The Impact of Digital Economy Industry Development on Manufacturing Innovation Path Driven by Big Data. In *IEEE Transactions on Engineering Management* (Vol. 71, pp. 5523–5535). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <https://doi.org/10.1109/TEM.2024.3362065>
- Liu, J. (2024). Evaluation and Innovation of Methods for Measuring the Development Level of Urban Digital Economy. In *Frontiers in Business, Economics and Management* (Vol. 14, Issue 1, pp. 151–152). Darcy & Roy Press Co. Ltd. <https://doi.org/10.54097/e5f5gk51>
- Liu, Y., Xie, Y., & Zhong, K. (2024). Impact of digital economy on urban sustainable development: Evidence from Chinese cities. In *Sustainable Development* (Vol. 32, Issue 1, pp. 307–324). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1002/sd.2656>
- Liu, Y., Zheng, M., & Shum, W. Y. (2024). On the linkages between digital finance and real economy in China: A cointegration analysis. In *Innovation and Green Development* (Vol. 3, Issue 1, p. 100109). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100109>
- Shahidi Hamedani, S., Abdulaziz Bawazir, A., & Bin Annuar, A. (2024). The Impact of Working Environment, Salary, and Job Security on Job Satisfaction among Workers in Sarawak’s Government Linked Company: The Case of Sarawak Digital Economy Corporation. In *Journal of Entrepreneurship and Business Innovation* (Vol. 11, Issue 1, p. 20). Macrothink Institute, Inc. <https://doi.org/10.5296/jebi.v11i1.21623>
- Song, Y., Bian, Z., Ma, N., & Tu, W. (2024). How Does the Low-Carbon City Pilot Policy Affect Enterprises’ Green Innovation? Empirical Evidence from the Context of China’s Digital Economy Development. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 16, Issue 5, p. 1760). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/su16051760>
- Stepanov, A. (2024). Digitalization of Public Administration and Economy: Terminological Clarity as a Factor of Success of Digital Development. Review of the Textbook “Digital State and Economy” Edited by S. E. Prokofiev, O. V. Panina and K. V. Kharchenko. In *Science Management: Theory and Practice* (Vol. 6, Issue 1, pp. 221–230). Federal Center of Theoretical and Applied Sociology of the Russian Academy of Sciences (FCTAS RAS). <https://doi.org/10.19181/smtp.2024.6.1.12>
- Wen-Qiang, G., & Bo, T. (2024). Comparative Analysis of China and Korea’s Digital Economy Legal Systems under the Background of Global Digital Governance. In *Chinese Studies* (Vol. 86, Issue 1, pp. 521–538). Korean Association for Chinese Studies. <https://doi.org/10.14378/kacs.2024.86.86.25>
- Wen, M. C., & Song, W. L. (2024). Research on Digital Economy and High Quality Development of Regional Economy. In *Value, Function, Cost* (Vol. 4, Issue 1). Asia Pacific Academy of Science Pte. Ltd. <https://doi.org/10.54517/vfc.v4i1.2614>
- Xiao, D., Zhang, C., & Huang, Y. (2024). Digital economy policy and enterprise digital transformation: Evidence from innovation and structural effect. In *Managerial and Decision Economics* (Vol. 45, Issue 4, pp. 2348–2359). Wiley. <https://doi.org/10.1002/mde.4144>
- Yang, Y. (2024). Business Model Innovation and Sustainable Development in The Era of

- Digital Economy. In *Frontiers in Business, Economics and Management* (Vol. 12, Issue 3, pp. 156–160). Darcy & Roy Press Co. Ltd. <https://doi.org/10.54097/7glx0aly>
- Yi, J., Dai, S., Li, L., & Cheng, J. (2024). How does digital economy development affect renewable energy innovation? In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 192, p. 114221). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114221>
- Zhang, K., Cao, B., Guo, Z., Li, R., & Li, L. (2024). Research on the impact of government attention on the digital economy of Chinese provinces. In *Innovation and Green Development* (Vol. 3, Issue 2, p. 100118). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100118>
- Zhong, X., Duan, Z., Liu, C., & Chen, W. (2024). Research on the coupling mechanism and influencing factors of digital economy and green technology innovation in Chinese urban agglomerations. In *Scientific Reports* (Vol. 14, Issue 1). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55854-4>