

West Java Labor Transformation: The Role of Digital Infrastructure and Industrialization

Dewi Widyawati¹, Bayu Dwi Kurniawan¹

¹ Direktorat Analisis dan Pengembangan Statistik BPS, Jl. Dr. Sutomo 6-8, Jakarta Pusat, 10710, DKI Jakarta, Indonesia
Email correspondence: dewi.widyawati@bps.go.id

ABSTRACT

In an era of technological disruption, West Java faces structural challenges of low productivity and the dominance of low-educated workers. This study presents a new approach by integrating micro and macro perspectives to analyze labor digitalization, mapping the potential for digital ecosystem development through smart villages, and examine the role of digital labor in supporting economic development and industrialization. The modeling approach employs multilevel logistic regression by integrating data from the National Labor Force Survey (Sakernas) and the Village Potential Data Collection (PODES), as well as spatial modeling using Geographically Weighted Regression across all regencies/cities in West Java from 2021 to 2024. This study also utilizes official statistics and big data simultaneously. The multilevel modeling results show that individual characteristics such as education, training, and younger generation drive workforce digitalization. From a regional contextual perspective, village education, internet, and financial infrastructure increase opportunities for workers to utilize digital technology. Mapping the potential for smart villages reveals disparities in village outcomes in northern and southern West Java, particularly in infrastructure and economic access. Modeling at the regency/city level demonstrates the diverse impact of digitalization on economic development spatially. The digital workforce consistently has a positive impact across all regions, while digital investment, digital infrastructure, and human development have a partial positive impact. Expanding access to digital infrastructure, education, and government collaboration from the village to the national level is essential to promote labor digitalization, which can accelerate higher levels of economic and industrial development, with consideration specific characteristics of each region.

Keywords:

Village Infrastructure; Digital Infrastructure; Industrialization; Spatial Heterogeneity; Multilevel Regression; Smart Village; Digital Workforce.

ABSTRAK

Di era disrupsi teknologi yang terus berkembang, Jawa Barat menghadapi permasalahan struktural ketenagakerjaan berupa rendahnya produktivitas dan dominasi pekerja berpendidikan rendah. Penelitian ini menghadirkan pendekatan baru melalui integrasi mikro-makro dalam menganalisis digitalisasi tenaga kerja, memetakan potensi pembangunan ekosistem digital melalui *smart village*, serta menganalisis peran tenaga kerja digital terhadap pembangunan ekonomi dan industrialisasi. Pendekatan model menggunakan regresi logistik multilevel integrasi data Survei Angkatan Kerja Nasional (Sakernas) dan Potensi Desa (PODES) serta model spasial *geographically weighted regression* pada seluruh kabupaten/kota di Jawa Barat tahun 2021–2024. Kajian ini juga menghadirkan pemanfaatan data statistik resmi dan big data secara bersamaan. Hasil pemodelan multilevel menunjukkan karakteristik individu seperti pendidikan, pelatihan, dan generasi muda mendorong digitalisasi tenaga kerja. Dari aspek kontekstual wilayah, infrastruktur pendidikan, internet, dan finansial desa meningkatkan peluang pemanfaatan teknologi digital bagi pekerja. Pemetaan potensi *smart village* menunjukkan adanya disparitas capaian desa/kelurahan di Jawa Barat bagian utara dan selatan, khususnya pada dimensi infrastruktur dan akses ekonomi. Pemodelan pada level kabupaten/kota menunjukkan adanya keragaman pengaruh digitalisasi terhadap pembangunan ekonomi secara spasial. Tenaga kerja digital secara konsisten berpengaruh positif di seluruh daerah, sedangkan investasi digital, infrastruktur digital, dan pembangunan manusia berpengaruh positif secara parsial. Perluasan akses infrastruktur digital, edukasi, dan kolaborasi pemerintah dari desa hingga pusat diperlukan untuk mendorong digitalisasi tenaga kerja yang dapat mengakselerasi pembangunan ekonomi dan industri yang lebih tinggi, dengan mempertimbangkan karakteristik masing-masing daerah.

Kata Kunci:

Infrastruktur Desa; Infrastruktur Digital; Industrialisasi; Keragaman Spasial; Regresi Multilevel; *Smart Village*; Tenaga Kerja Digital.

PENDAHULUAN

Disrupsi teknologi dan transformasi digital telah mengubah struktur dan dinamika ketenagakerjaan di Indonesia. Kegiatan ekonomi tradisional mulai mengalami transformasi ke arah ekonomi digital (*digital economy*), dengan seluruh aktivitas ekonominya bergantung pada pemanfaatan teknologi digital. Ekonomi digital memberikan peluang baru dalam penciptaan lapangan pekerjaan serta mendorong akselerasi ekonomi yang lebih tinggi melalui efektivitas dan efisiensi produksi (Sarabdeen & Aloffaysan, 2023). Dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2025-2045, transformasi digital menjadi salah satu arah kebijakan pengembangan sarana dan prasarana dalam mendukung transformasi ekonomi guna mencapai visi Indonesia Emas 2045. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan digitalisasi tenaga kerja telah memiliki landasan yang kuat sebagai orientasi pembangunan ekonomi nasional ke depannya.

Dalam studi INDEF (2024), nilai pasar ekonomi digital Indonesia diprediksi mengalami peningkatan yang impresif dalam lima tahun dengan menciptakan lebih banyak lapangan pekerjaan. BPS (2024b) mencatatkan penggunaan teknologi digital seperti internet serta pemanfaatannya dalam pekerjaan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini juga dibuktikan dengan keberadaan sektor informasi dan komunikasi yang



tetap resilien dan tumbuh positif dengan kontribusi yang terus meningkat, meskipun di tengah krisis ekonomi (Abidi et al., 2023). Namun demikian, digitalisasi tenaga kerja di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan, terutama kesenjangan yang cukup lebar antar daerah dan antar kelompok masyarakat. Beberapa sektor yang menjadi tumpuan perekonomian nasional masih memiliki produktivitas yang rendah, dengan tenaga kerjanya masih belum adaptif terhadap pemanfaatan teknologi digital dalam bekerja (Amaglobeli et al., 2023; BPS, 2022).

Jawa Barat sebagai salah satu provinsi dengan kontribusi ekonomi dan industri terbesar di Indonesia rupanya mengalami hal yang sama. Provinsi ini masih menghadapi tantangan dalam merespons perubahan teknologi dalam pasar tenaga kerjanya. Produktivitas tenaga kerja Jawa Barat juga masih tergolong rendah, yaitu sebesar 71,8 juta rupiah per tenaga kerja dalam satu tahun. Hal ini dibuktikan dengan Jawa Barat berada di peringkat 24 dari 38 provinsi di Indonesia dalam produktivitas tenaga kerja (BPS, 2024a). Ditinjau menurut lapangan usahanya, sektor informasi dan komunikasi serta jasa keuangan memiliki produktivitas yang tinggi namun serapan tenaga kerjanya di bawah tiga persen (BPS, 2024a). Sementara itu, sektor utama dalam ekonomi Jawa Barat seperti industri, perdagangan, dan pertanian memiliki pemanfaatan adopsi teknologi digital yang masih rendah disertai dengan produktivitas yang belum optimal. Pada pelaku usaha, lebih dari 70 persen pelaku UMKM masih belum terdigitalisasi sebagai dampak dari keterbatasan infrastruktur dan literasi digital yang masih terbatas. Tingkat adopsi digital yang rendah pada pelaku usaha menjadi salah satu faktor penghambat yang disebabkan oleh masalah kapasitas manajerial dan sumber daya manusia (Aminullah et al., 2024; Anatan & Nur, 2023).

Padahal, Jawa Barat telah memiliki modal awal yang baik dengan jaringan infrastruktur digital yang sudah maju, meskipun secara distribusi masih terdapat banyak *blank spot area* (Ester Willis Symbolon et al., 2025; RRI, 2024). Pemanfaatan internet juga masih rendah pada kalangan masyarakat, khususnya bagi mereka yang tinggal di perdesaan atau pesisir selatan Jawa Barat. Laksana & Muchlish Al Rahmat (2022) menjelaskan tantangan digitalisasi Jawa Barat yaitu adanya ketimpangan pembangunan antara wilayah utara dan selatan di mana wilayah utara di dominasi kawasan industri dan kota-kota besar sedangkan wilayah selatan merupakan daerah pegunungan dan perdesaan. Salah satu penyebab dari kesenjangan digital ini adalah rendahnya integrasi ekosistem ekonomi digital di desa yang mengakibatkan kurangnya pemberdayaan masyarakat dan pelaku usaha (Komdigi, 2025). Kondisi ini merepresentasikan fenomena *digital divide* di mana disparitas dalam akses, penggunaan, dan keterampilan digital masyarakat berimplikasi langsung terhadap ketimpangan ekonomi wilayah (Xiao et al., 2025).

Dalam konteks ini, penguatan ekosistem digital perlu untuk dilakukan secara berkesinambungan dengan mendorong partisipasi aktif seluruh elemen masyarakat dan desa. Hal ini sejalan dengan Asta Cita misi 4 dan 6 yaitu memperkuat pembangunan sumber daya manusia dan pemerataan pembangunan dengan menjadikan desa sebagai subjek pembangunan. Chen et al. (2023) dalam studinya menjelaskan bahwa peningkatan adopsi teknologi digital masyarakat akan mendorong transformasi industri baru yang mendorong pendapatan dan kesejahteraan masyarakat. Qin et al. (2024) menambahkan bahwa dampak dari digitalisasi tenaga kerja mendorong peningkatan permintaan tenaga kerja dan produktivitas produksi yang lebih tinggi. Studi Jatnika et al. (2024) memberikan perhatian lebih pada peningkatan partisipasi satuan pemerintahan terkecil seperti desa dalam mendorong kemampuan dan transformasi digital tenaga kerja yang lebih luas. Manapa Sampetoding & ER (2024) menyebutkan bahwa desa berperan sebagai laboratorium sosial implementasi teknologi digital yang melibatkan masyarakat secara langsung. Secara teoretis, hal ini sejalan dengan teori modal manusia (Gómez-Tello et al., 2025) yang menekankan bahwa peningkatan keterampilan digital adalah wujud investasi modal manusia yang turut andil dalam peningkatan produktivitas dan kesejahteraan, serta dengan pendekatan kapabilitas (Amartya Sen, 1999) yang menegaskan bahwa digitalisasi bermakna jika memperluas kebebasan dan kemampuan masyarakat untuk berpartisipasi secara produktif.

Namun demikian, transformasi digital juga memunculkan tantangan baru, terutama bagi tenaga kerja digital yang berpotensi menghadapi kerentanan sosial ekonomi. World Bank (2021) menyebutkan terdapat potensi peningkatan pekerja *gig* (*gig workers*) atau pekerja lepas yang memiliki fleksibilitas dan penghasilan yang lebih luas dari platform digital, namun memiliki kerentanan yang cukup tinggi karena tidak memiliki perlindungan sosial maupun jaminan kerja. Hal ini menjadi tantangan bagi Jawa Barat, khususnya pekerja informal yang saat ini mencapai porsi terbesar lebih dari 50 persen (BPS, 2024a). Kekhawatiran lain, adanya potensi "*low-skilled labor trap*" di mana pekerja lepas yang berketerampilan rendah terjebak dalam pekerjaan sementara tanpa memiliki peluang mengakses pengembangan keterampilan maupun meniti jenjang karier mereka (Celios, 2024). Selain itu, adopsi teknologi digital yang tidak inklusif pada seluruh lapisan masyarakat dapat mendorong ketimpangan yang lebih lebar yang berdampak negatif terhadap pembangunan ekonomi (Chiemeke & Imafidor, 2020). Temuan ini menunjukkan pentingnya kebijakan peningkatan keterampilan tenaga kerja yang adaptif dan inklusif agar manfaat yang diterima dapat dirasakan secara optimal.

Sebagian besar literatur terdahulu menyoroti faktor-faktor pendorong digitalisasi tenaga kerja dari aspek mikro atau makro. Dari aspek mikro, transformasi tenaga kerja menyoroti pentingnya pengembangan keterampilan digital melalui pendidikan formal, vokasi, dan magang (OECD, 2024a; SMERU, 2022). Pendidikan mendorong kemampuan individu dengan keterampilan literasi digital dasar melalui pembelajaran terstruktur dan sistematis (SMERU, 2022). Selain itu, pelatihan juga menjadi sarana kompetensi digital pekerja yang berfokus pada peningkatan produktivitas tenaga kerja (Yoong & Gil Sander, 2021). Dari aspek makro, infrastruktur digital menjadi faktor kunci lain dalam menunjang transformasi tenaga kerja di sertai dengan penyediaan akses internet yang merata. Terjaminnya infrastruktur digital yang inklusif tak dapat tercapai tanpa dukungan investasi yang menyeluruh dan berkelanjutan di seluruh wilayah (OECD, 2024b). Susilowati et al. (2025) menyoroti pentingnya mendorong pembangunan desa dalam meningkatkan adopsi teknologi digital melalui peningkatan aspek digital, ekonomi, dan finansial.

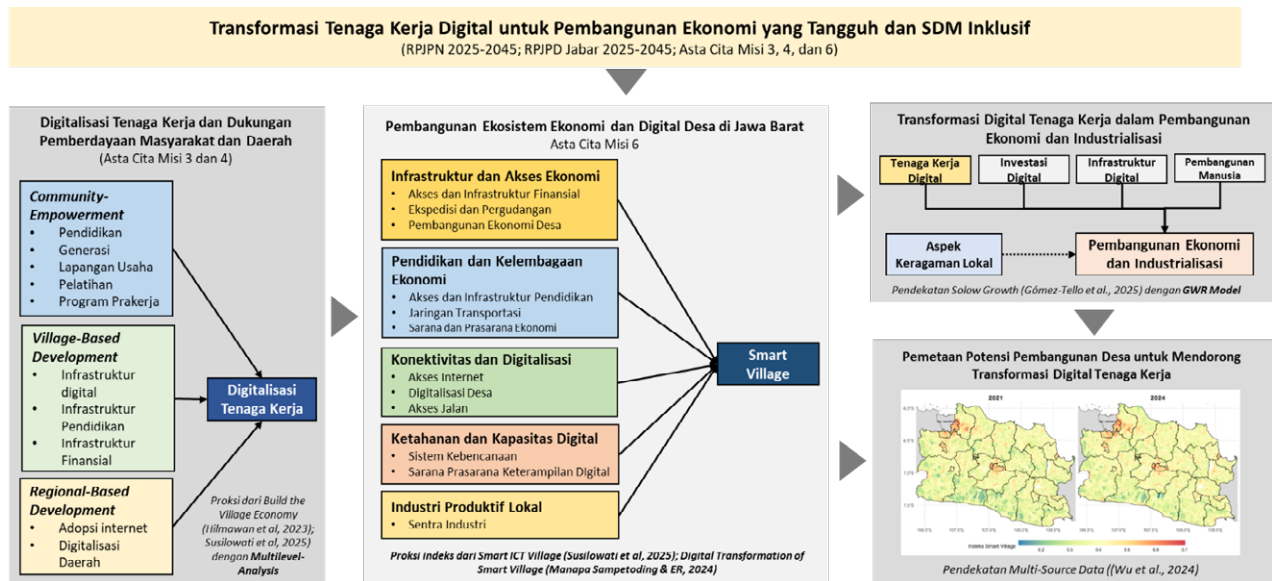
Meskipun berbagai studi telah menyoroti pentingnya digitalisasi tenaga kerja dari aspek mikro atau makro, sebagian besar masih berfokus pada kajian parsial yang memisahkan peran mikro (individu) dari makro (konteks struktural) dan spasialnya. Selain itu, masih terbatasnya studi yang mengaitkan digitalisasi tenaga kerja terhadap pembangunan ekonomi daerah dengan mempertimbangkan perbedaan spasial antar wilayah, khususnya pada konteks wilayah Jawa Barat yang memiliki keragaman dan kompleksitas struktur sosial ekonominya.

Penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis secara holistik mengenai keterkaitan mikro–makro yang mendorong digitalisasi tenaga kerja serta kontribusinya terhadap pembangunan ekonomi. Secara makro desa, penelitian ini menyajikan pemetaan potensi pembangunan desa dalam bentuk *smart village* dengan mempertimbangkan seluruh elemen ekonomi digital seperti akses digital, akses finansial, akses infrastruktur, konektivitas jalan, dan kelembagaan desa. Sementara itu, bagi pemerintah kabupaten/kota, penelitian ini menganalisis peran digitalisasi tenaga kerja dalam pembangunan ekonomi dan industrialisasi dengan mempertimbangkan keragaman spasial lokal antar daerah.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pendekatan integratif dan metodologis yang menggabungkan level analisis mikro, makro, dan spasial dalam satu kerangka empiris. Beberapa kebaruan sekaligus tujuan dalam penelitian ini antara lain: 1) pemodelan analisis multilevel dari mikro tenaga kerja dan makro kontekstual wilayah untuk memberikan fondasi gambaran kebijakan dalam upaya pemberdayaan tenaga kerja dan dukungan infrastruktur pembangunan dalam meningkatkan kesempatan transformasi tenaga kerja digital, 2) pembangunan Indeks *Smart Village* pada seluruh desa/kelurahan di Jawa Barat yang dipandang dalam aspek pembangunan infrastruktur digital dan ekonomi, kelembagaan, serta industrialisasi, 3) pembangunan estimasi lokal atau persamaan lokal untuk setiap kabupaten/kota terhadap pembangunan ekonomi dan industrialisasi sehingga kebijakan digitalisasi dapat mengakomodir karakteristik lokal.

METODOLOGI

Penelitian ini dirancang menggunakan analisis kuantitatif dengan mengintegrasikan pendekatan mikro dan makro dengan cakupan periode data pada 2021 hingga 2024 yang bersumber dari data BPS, BKPM, dan *Big Data*. Rentang waktu dipilih untuk menangkap dinamika digital pasca pandemi yang menjadi titik percepatan digitalisasi nasional. Secara mendetail konsep pembabakan analisis terbagi ke dalam tiga bagian utama sebagaimana dalam kerangka konseptual penelitian. Kerangka konsep ini berangkat dari urgensi transformasi digital dalam pembangunan ekonomi dan membentuk SDM yang tangguh dan inklusif. Sejalan dengan Perda Provinsi Jawa Barat No. 13 Tahun 2024 tentang RPJPD Provinsi Jawa Barat 2025-2045 yang telah menetapkan Jawa Barat sebagai pusat bagi *cutting-edge industry*, inovasi, dan pendidikan *Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics (STEAM)* bertaraf global serta penumpu ketahanan pangan nasional. Hal ini juga didukung dengan Asta Cita Misi 3, 4, dan 6 terkait dengan penciptaan lapangan kerja berkualitas dan pengembangan sumber daya manusia. Dengan demikian penelitian ini diarahkan pada pembangunan digitalisasi Jawa Barat melalui pendekatan mikro dan makro sehingga hasil analisis yang didapatkan tidak hanya menghasilkan kebijakan secara mikro atau makro tetapi merupakan integrasi dari kedua hal tersebut.



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

Landasan metodologis penelitian berdasarkan pada teori pertumbuhan ekonomi *augmented-solow*, teori pembangunan wilayah, pendekatan kapabilitas dalam pemberdayaan masyarakat digital, serta studi digitalisasi ketenagakerjaan (Albuquerque et al., 2009; Hilmawan et al., 2023; Mankiw et al., 1992; Susilowati et al., 2025). Integrasi dari latar belakang, tujuan, kebijakan, serta studi literatur tersebut dikembangkan dalam tiga pembabakan analisis yang relevan dan menjadi kebaruan dalam analisis ini (Gambar 1). Pendekatan mikro memberikan pemahaman yang mendalam mengenai bagaimana kapasitas individu dan komunitas beradaptasi terhadap digitalisasi, sedangkan pendekatan makro menelaah struktur, konektivitas, dan dinamika pembangunan antarwilayah. Integrasi keduanya memungkinkan identifikasi hubungan kausal antara pemberdayaan masyarakat, kapasitas desa, dan kinerja ekonomi wilayah secara bersamaan. Dengan demikian, penelitian ini menghadirkan kebaruan melalui analisis multi-level yang mengaitkan transformasi digital sebagai jembatan antara pembangunan manusia dan pertumbuhan ekonomi lokal. Kebaruan dalam penelitian ini juga terletak pada *granularity* dengan menyediakan sumber data pada level desa melalui integrasi sumber data *big data*, *remote sensing*, dan statistik resmi. Penjelasan lebih detail per bagian analisis akan dijelaskan secara bertahap berdasarkan kerangka konseptual pada Gambar 1.

Pertama, pembangunan digitalisasi tenaga kerja pada level mikro memiliki keterkaitan kuat terhadap pembentukan kapabilitas masyarakat disertai dengan pembangunan daerah pada level makro (Gambar 1). Hal ini sejalan dengan Asta Cita misi ketiga yaitu pembangunan sumber daya manusia dan misi keenam yaitu meningkatkan partisipasi desa sebagai subjek bagi pembangunan daerah. Studi Susilowati et al. (2025) menjelaskan bahwa dalam pembangunan digitalisasi tenaga kerja diperlukan pembangunan ekosistem pendukung digitalisasi melalui desa sebagai satuan pemerintahan terkecil dalam masyarakat. Gong & Kim (2024) dalam studinya menjelaskan bahwa integrasi antara keterkaitan mikro dan makro secara bersamaan dapat dilakukan dengan metode regresi multilevel. Metode ini memiliki kelebihan untuk mengakomodasi struktur data yang bertingkat, memisahkan pengaruh antar level sehingga dampak dari suatu kebijakan antara mikro dan makro/kontekstual wilayah dapat dibedakan, dan menangkap keragaman individu (Hox et al., 2017). Sebagai tambahan analisis pada bagian pertama, penelitian ini juga menyajikan perbandingan statistik antara pendapatan digital bagi tenaga kerja dengan intervensi digitalisasi secara mikro dan makro. Metode dalam analisis ini menggunakan uji beda rata-rata pendapatan dengan *Welch's t-test* dari dampak digitalisasi tenaga kerja, mengadopsi dari studi Kim et al. (2022).

Pemodelan inferensia pada bagian pertama menggunakan pendekatan regresi logistik multilevel dengan tiga level utama yaitu individu (mikro), desa/kelurahan (makro), dan kabupaten/kota (makro). Sumber data berasal dari integrasi antara data Survei Angkatan Kerja Nasional (Sakernas), Potensi Desa (PODES), dan data-makro pada level kabupaten/kota pada 2024. Tabel 1 merupakan variabel dan definisi operasional yang digunakan dalam pemodelan. Di mana variabel dependen berupa variabel kategorik dikotomi yaitu tenaga kerja digital = 1 dengan tenaga kerja non digital = 0 sebagai kategori referensi. Tahapan dalam pemodelan regresi multi-level diawali dengan pengujian random intercept melalui uji *deviance* atau *likelihood ratio* dari keberadaan *random effect* berdasarkan persamaan 1. Di mana L_0 merupakan model regresi logistik biner biasa (tanpa *random*

effect), L_1 merupakan model regresi logistik biner multilevel (dengan *random effect*), dan v adalah selisih parameter dari kedua jumlah parameter. Jika hasil pengujian signifikan maka terdapat pengaruh *random effect* dan pemodelan dilakukan dengan model regresi multilevel (Hox et al., 2017).

$$LR = -2 \ln \left(\frac{\text{likelihood}(L_0)}{\text{likelihood}(L_1)} \right) \sim \chi_v^2 \tag{1}$$

Persamaan 2 merupakan bentuk umum dari model regresi logistik biner multilevel dengan jumlah level sebanyak tiga (individu, desa/kelurahan, dan kabupaten/kota). Di mana $X_{p,ijk}$ variabel individu tenaga kerja dalam Tabel 1, $X_{q,jk}$ variabel kontekstual desa/kelurahan, $X_{r,k}$ variabel kontekstual kabupaten/kota, β_{p00} koefisien variabel individu tenaga kerja, β_{0q0} koefisien variabel desa/kelurahan, β_{00r} koefisien variabel individu kabupaten/kota, β_{000} intersep, u_{0jk} dan u_{00k} *random effect*, serta ϵ_{ijk} *error terms*.

$$\ln \left(\frac{\pi_{ijk}}{1 - \pi_{ijk}} \right) = \beta_{000} + \sum_p \beta_{p00} X_{p,ijk} + \sum_q \beta_{0q0} X_{q,jk} + \sum_r \beta_{00r} X_{r,k} + u_{0jk} + u_{00k} + \epsilon_{ijk} \tag{2}$$

Tabel 1. Variabel dan Definisi Operasional Analisis Multilevel

Variabel	Definisi	Keterangan	Sumber Data
Tenaga Kerja Digital	Tenaga Kerja yang menggunakan teknologi digital (komputer, smartphone, dan teknologi digital lainnya) dan internet dalam pekerjaannya. (kategori referensi: tenaga kerja non digital)	Variabel Dependen	
Pendidikan	Capaian pendidikan yang dimiliki oleh tenaga kerja berdasarkan ijazah terakhir yang ditamatkan (SMP, SMA/SMK, DI/DII/DIII, S1/DIV, dan S2/S3/Profesi) (kategori referensi: SMP ke bawah)		
Generasi	Generasi tenaga kerja berdasarkan cohort tahun kelahiran di mana Gen Z (1997 – 2012), Gen Milenial (1981 – 1996), dan Gen X (1965 – 1980). (kategori referensi: Gen Baby Boomers (<1965))		
Lapangan Usaha	Lapangan usaha atau sektor pekerjaan utama tenaga kerja di Jawa Barat seperti pertanian, industri pengolahan, konstruksi, perdagangan, transportasi dan pergudangan, penyediaan makanan dan minuman, serta informasi dan komunikasi. (kategori referensi: selain sektor yang di sebutkan)	Variabel Independen (Level 1)	Sakernas
Keikutsertaan Pelatihan Pekerjaan Tambahan Kartu Prakerja	Tenaga kerja yang pernah mengikuti pelatihan atau training yang memiliki sertifikat (kategori referensi: tidak mengikuti pelatihan bersertifikat) Tenaga kerja yang memiliki pekerjaan tambahan selain dari pekerjaan utama (kategori referensi: tidak memiliki pekerjaan tambahan) Tenaga kerja yang mendaftar program kartu prakerja (kategori referensi: tidak mendaftar kartu prakerja)		
Akses Internet	Desa/kelurahan yang memiliki akses internet 5G/4G LTE dan 3G. (kategori referensi: akses internet 2G atau tidak ada)		
Akses Finansial Perbankan	Desa/kelurahan yang memiliki bank pemerintah, swasta, BPR, atau setidaknya terdapat bank dalam radius 10 km dari pusat desa/kelurahan. (kategori referensi: tidak ada akses perbankan)	Variabel Independen	Podes
Akses Finansial Koperasi	Desa/kelurahan yang memiliki koperasi usaha desa, koperasi simpan pinjam, koperasi industri industri kecil dan kerajinan rakyat (kopinkra), atau koperasi lainnya. (kategori referensi: tidak ada akses koperasi)	Kontekstual Desa (Level 2)	
Akses Pendidikan	Desa/kelurahan dengan akses pendidikan SMP dan SMA/SMK. (kategori referensi: tidak ada SMP atau SMA/SMK)		
Adopsi Internet Masyarakat	Kabupaten/kota dengan persentase penduduk pengguna internet sebesar 75 – 90 persen dan > 90 persen. (kategori referensi: < 75 persen)	Variabel Independen Kontekstual	Susenas
Masyarakat Digital	Kabupaten/kota dengan kategori Indeks Masyarakat Digital berkategori tinggi (kategori referensi: rendah sampai dengan cukup)	Kabupaten/Kota (Level 3)	Komdigi

Kedua, dalam rangka meningkatkan transformasi dan digitalisasi tenaga kerja di Jawa Barat diperlukan suatu ekosistem yang mendukung transformasi tersebut. Sejalan dengan misi peningkatan partisipasi desa dalam pembangunan, peran aktif desa sebagai agen dalam peningkatan pembangunan masyarakat menjadi sangat penting (Gambar 1). Sehingga analisis pada bagian kedua ini yaitu mengukur bagaimana ekosistem digitalisasi desa dalam suatu ukuran indeks *Smart Village*. Susilowati et al. (2025) dan Hilmawan et al. (2023) menjelaskan bahwa digitalisasi, kelembagaan, dan infrastruktur ekonomi di desa akan mendorong kesejahteraan yang inklusif bagi masyarakat. Pendekatan ini didasarkan pada teori *rural development* (Manapa Sampetoding & ER, 2024; Raja et al., 2022; Susilowati et al., 2025; Todaro & Smith, 2020) yang menekankan bahwa pembangunan pedesaan tidak hanya diukur dari pertumbuhan ekonomi, tetapi juga dari kapasitas sosial, akses



terhadap teknologi, dan keberlanjutan kelembagaan di Jawa Barat. Metode pembentukan indeks mengadopsi studi Susilowati et al. (2025) melalui pendekatan analisis faktor.

Tabel 2 merupakan variabel pembentuk dalam indeks ini yang bersumber dari pendataan PODES 2024 dan *big data remote sensing* yaitu *night time light* pada tahun 2021–2024. Indikator akses pada fasilitas pembangunan dilakukan teknik skoring dari 0 – 5, di mana skor 5 menunjukkan akses yang mudah sedangkan skor 0 tidak ada akses baik di desa atau pun desa di sekitarnya (Hilmawan et al., 2023; Susilowati et al., 2025). Penyusunan indeks menggunakan teknik analisis faktor eksplanatori dari 19 variabel yang sudah dilakukan transformasi Min-Max. Menurut Cleff (2025), tahapan awal dalam analisis faktor diawali dengan melakukan beberapa pengujian seperti kecukupan sampel setiap variabel dengan uji *Kaiser–Meyer–Olkin* (KMO), menguji korelasi yang signifikan antar variabel dengan *bartlett test of sphericity*, dan memeriksa apakah data yang digunakan memiliki karakteristik yang baik untuk memberikan hasil yang handal dengan uji *Measure of Sampling Adequacy* (MSA). Tahapan berikutnya ekstraksi faktor dengan *principal component analysis* (PCA) serta melakukan pemeriksaan nilai *communalities* dan *loading factor* yang telah terbentuk, dengan *rules of thumb* nilai *communalities* lebih dari 0,5 dan *loading factor* lebih dari 0,3 maka variabel-variabel dapat dijelaskan dari faktor-faktor yang terbentuk (Marôco, 2024). Pembobotan dilakukan dengan memproposikan nilai dari *loading factor* dari masing-masing indikator (LF_i) terhadap total *loading factor* ($\sum LF_i$) dengan mengalikan kontribusi varians faktor (KLF) (Persamaan 3). Kemudian dari bobot yang sudah didapatkan dilakukan standardisasi agar bobot menghasilkan nilai skor 0 – 1 (Persamaan 4). Terakhir, penghitungan indeks dengan menghitung skor di masing-masing faktor dengan mengalikan bobot yang sudah terstandardisasi, sehingga skor indeks berada pada rentang 0 – 1 (Persamaan 5).

$$w_i = \frac{LF_i}{\sum LF_i} \times KLF \quad (3)$$

$$w_{std,i} = \frac{w_i}{\sum w_i} \quad (4)$$

$$\text{Indeks Smart Village} = \sum w_{std,i} \times \text{skor}_{\text{indikator}} \quad (5)$$

Tabel 2. Variabel Penyusun Indeks Smart Village

Variabel	Definisi
Perbankan	Akses terhadap layanan perbankan desa baik bank pemerintah, swasta, dan BPR.
Koperasi	Akses terhadap koperasi desa baik KUD, Kospin, dan Kopinkra.
ATM	Keberadaan ATM di Desa.
Pos/Ekspedisi	Akses terhadap jaringan pos/ekspedisi/pergudangan di Desa.
Base Transceiver Station (BTS)	Jumlah menara Base Transceiver Station (BTS).
Telepon Kabel	Proporsi pengguna telepon kabel.
Night Time Light	Intensitas cahaya malam hari yang diambil dari data citra satelit (<i>remote sensing</i>) sebagai proksi dari indikator <i>big data</i> ekonomi.
Pendidikan Kepala Desa/Lurah	Capaian pendidikan yang dimiliki oleh kepala desa/lurah.
Fasilitas Pendidikan	Akses terhadap fasilitas pendidikan SMA/SMK/MA/Sederajat.
Operator Selular	Jumlah operator selular yang beroperasi.
Transportasi Umum	Akses terhadap transportasi dan angkutan umum.
Sarana Prasarana Ekonomi	Akses terhadap sarana prasarana ekonomi seperti pertokoan, pasar, minimarket, hotel, dan restoran.
Akses Sinyal	Akses terhadap sinyal yang kuat.
Akses Internet	Akses terhadap sinyal internet 5G/4 LTE.
Digitalisasi Kantor Desa	Keberadaan pemanfaatan digitalisasi di kantor desa/kelurahan.
Akses Jalan	Konektivitas akses jalan yang layak dengan permukaan aspal serta dapat dilalui setiap tahun.
Sistem Kebencanaan	Keberadaan sistem kebencanaan yang ada di desa/kelurahan.
Sarana Prasarana Keterampilan Digital	Keberadaan sarana prasarana keterampilan digital di desa/kelurahan seperti komputer dan alat elektronik.
Sentra Industri	Keberadaan sentra industri di desa/kelurahan.

Ketiga, penelitian ini membangun analisis mengenai keterkaitan digitalisasi dalam perannya terhadap pembangunan ekonomi dan industrialisasi. Urgensi analisis ini berangkat dari pentingnya membangun ekonomi yang berkelanjutan dengan menjadikan digitalisasi sebagai akselerator dalam pembangunan ekonomi Jawa Barat (Gambar 1). Hal ini sejalan dengan tema pembangunan Jawa Barat sebagai *cutting-edge industry* melalui

transformasi digital. Secara konseptual, penelitian ini menerapkan teori *Augmented Solow Model* (Mankiw et al., 1992) yaitu model yang memperluas pertumbuhan klasik dengan memasukkan modal manusia sebagai faktor kunci. Dalam konteks ini, tenaga kerja digital dipandang sebagai bentuk *digital human capital* dari kapasitas tenaga kerja yang mampu mengadopsi, memanfaatkan, dan mengembangkan teknologi digital untuk meningkatkan produktivitas regional. Bagian ini menggunakan teknik analisis yang mengakomodir keberagaman lokal mengingat salah satu tantangan dalam pembangunan daerah di Jawa Barat masih adanya disparitas antardaerah. Sehingga model menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR) yang dapat mengatasi heterogenitas spasial dan menghasilkan estimasi model yang berbeda-beda untuk setiap daerah (Yang et al., 2023). Melalui pendekatan ini, pengaruh digitalisasi terhadap pertumbuhan ekonomi dapat diestimasi secara spasial sehingga menghasilkan peta kebijakan yang lebih kontekstual, misalnya dalam penentuan prioritas wilayah pengembangan ekonomi digital atau peningkatan kapasitas tenaga kerja berbasis teknologi.

Tahapan dalam pemodelan GWR diawali dengan pengujian adanya efek spasial dan heterogenitas spasial antar kabupaten/kota di Jawa Barat melalui pengujian *Morans* dan *Breusch-Pagan*. Kemudian pemodelan dilanjutkan dengan melakukan pemilihan *bandwith* dan fungsi *kernel* optimum (*bisquare*, *gaussian*, *exponential*) dengan membandingkan nilai *Akaike Information Criterion* (Koç, 2022). Persamaan 6 menunjukkan bentuk umum dari model GWR. Di mana y_i variabel dependen (pembangunan ekonomi melalui PDRB atau nilai tambah industri), x_i variabel independen, $\beta_0(u_i, v_i)$ intersep lokal, $\beta_k(u_i, v_i)$ koefisien lokal dari variabel ke k , dan ε_i error terms.

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^K \beta_k(u_i, v_i)x_i + \varepsilon_i \tag{6}$$

Tabel 3. Variabel dan Definisi Operasional Analisis Makro Spasial

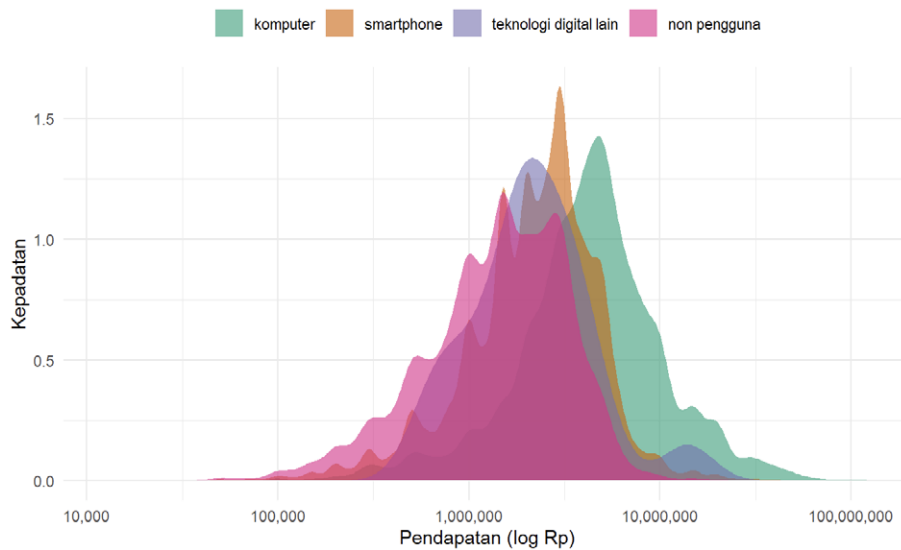
Variabel	Definisi	Keterangan
PDRB	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yaitu nilai tambah dari barang atau jasa yang dihasilkan dalam satu tahun di kabupaten/kota	Variabel Dependen
Industri	Nilai tambah lapangan usaha industri pengolahan dari suatu kabupaten/kota dalam satu tahun	
Tenaga Kerja Digital	Jumlah tenaga kerja yang menggunakan teknologi digital dan internet dalam pekerjaannya	Variabel
Investasi Digital	Investasi PMA dan PMDN pada sektor digital	Independen
Infrastruktur Digital	Capaian pilar infrastruktur dan ekosistem digital dalam indeks masyarakat digital	
Pembangunan Manusia	Indeks Pembangunan Manusia	

HASIL DAN DISKUSI

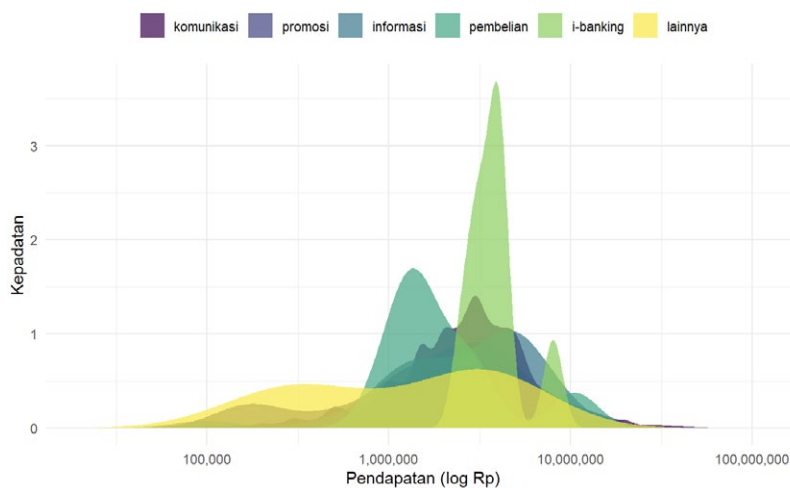
Digitalisasi dalam Meningkatkan Pendapatan Tenaga Kerja

Dalam RPJPD Jawa Barat 2025-2045, percepatan digitalisasi pada seluruh elemen masyarakat diarahkan pada peningkatan kesejahteraan dan pembangunan ekonomi yang berkelanjutan. Studi Kiviaho & Einolander (2023) menunjukkan bahwa digitalisasi memberikan dampak terhadap kesejahteraan masyarakat melalui dua cara. Pertama, digitalisasi berdampak langsung pada peningkatan nilai tambah ekonomi. Kedua, digitalisasi memiliki dampak secara tidak langsung melalui transformasi modal manusia (*human capital*) yang berkaitan dengan peningkatan keterampilan digital, kemampuan kreatif, kemampuan komunikasi, serta partisipasi dalam jaringan profesional.

Gambar 2 menunjukkan perbandingan *kernel density plot* pendapatan antara tenaga kerja digital beserta dengan jenis teknologi yang digunakan serta tenaga kerja non digital. Secara visual terlihat bahwa tenaga kerja non digital memiliki tingkat pendapatan yang relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan tenaga kerja digital. Dari jenis teknologi digital yang digunakan, tenaga kerja pengguna komputer memiliki tingkat pendapatan yang jauh lebih besar dibandingkan dengan *smartphone* atau teknologi digital lain. Pekerja yang menggunakan komputer mayoritas berada di sektor-sektor teknis, administrasi, atau profesional dengan tingkat produktivitas dan pendapatan yang tinggi. Sementara itu, penggunaan teknologi digital seperti *smartphone* masih memiliki irisan sebagai besar dengan pendapatan tenaga kerja non digital. Katsnelson & Oberholzer-Gee (2021) mengungkapkan bahwa hal ini dapat disebabkan dari adanya fenomena pekerja *gig*. Tenaga kerja yang mengutamakan *smartphone* dalam pekerjaannya sebagian besar bersifat informal, *task based*, serta memiliki *entry barrier* yang rendah yang berdampak pada persaingan tenaga kerja yang tinggi (Guo et al., 2025; Putri et al., 2023).



Gambar 2. Perbandingan Pendapatan Tenaga Kerja Digital dan Non Digital



Gambar 3. Perbandingan Pendapatan Tenaga Kerja Digital Menurut Pemanfaatannya Dalam Bekerja

Selanjutnya pada Gambar 3 menunjukkan perbandingan pendapatan dari tenaga kerja digital menurut pemanfaatan teknologi digital yang digunakan. Secara umum dari keenam pemanfaatan yang dilakukan tenaga kerja digital, pendapatan yang dimiliki tidak jauh berbeda antar pekerja. Distribusi pendapatan menengah lebih banyak didominasi dengan aktivitas pemanfaatannya paling banyak untuk *internet banking*. Pola ini mengindikasikan aktivitas pemanfaatan teknologi digital tersebar di berbagai kelompok pendapatan namun layanan keuangan digital lebih banyak digunakan oleh tenaga kerja dengan pendapatan kelompok menengah.

Meskipun pendapatan tenaga kerja digital cenderung sama menurut pemanfaatan teknologi digitalnya, Tabel 4 menunjukkan bahwa digitalisasi pada tenaga kerja mampu meningkatkan pendapatan usaha dan upah/gaji bagi buruh/pekerja. Dari level makro, digitalisasi tenaga kerja melalui akses digital desa juga memiliki perbedaan pendapatan antara tenaga kerja digital dan tenaga kerja non digital. Temuan ini menunjukkan bahwa digitalisasi dapat meningkatkan tingkat pendapatan tenaga kerja baik melalui penetrasi digital secara mikro maupun makro. Meskipun demikian, tenaga kerja digital juga memiliki jam kerja yang lebih tinggi dari rata-rata jam kerja pada pekerja non digital. Putri et al. (2023) menjelaskan bahwa fleksibilitas platform bekerja bagi tenaga kerja digital mengakibatkan tenaga kerja dapat bekerja lebih lama untuk memenuhi permintaan platform atau target pendapatan yang telah ditetapkan. Temuan ini mengindikasikan bahwa digitalisasi tenaga kerja memberikan efek ganda yaitu pendapatan yang meningkat sekaligus memperluas beban jam kerja. Sehingga, kebijakan afirmatif diperlukan untuk menyediakan perlindungan sosial tenaga kerja digital, seperti regulasi jam kerja yang adaptif, perluasan cakupan jaminan sosial bagi *pekerja gig*, serta pengawasan berbasis platform khususnya pada kawasan perkotaan.

Tabel 4. One-way Welch's t-test dari Digitalisasi Tenaga Kerja di Jawa Barat

Variabel	Digitalisasi di Level Mikro		Digitalisasi di Level Makro	
	t	p-value	t	p-value
Pendapatan Usaha	22,236	0,000	10,850	0,000
Upah/Gaji	29,709	0,000	10,332	0,000
Jam Kerja	44,173	0,000	18,976	0,000
Normalitas (Uji Shapiro-Wilk)		> 0,05		> 0,05
Homogenitas (Uji Levene)		< 0,05		< 0,05

Dari Mikro ke Makro: Peran Pendidikan dan Akses Infrastruktur Pembangunan Desa dalam Mendorong Digitalisasi Tenaga Kerja

Digitalisasi tenaga kerja menjadi salah satu bentuk transformasi tenaga kerja dalam menciptakan pendapatan dan nilai tambah yang lebih tinggi. Potensi ini sejalan dengan capaian pendapatan dan dampak sosial yang lebih baik dari tenaga kerja yang mengadopsi teknologi digital dalam pekerjaannya (Gambar 2 dan Tabel 4). Ozturk et al. (2024) menjelaskan bahwa pemanfaatan teknologi digital secara luas dalam aktivitas ekonomi dapat mendorong pembangunan berkelanjutan melalui peningkatan produktivitas usaha dan tenaga kerja. Namun saat ini, tantangan dalam mendorong digitalisasi pekerja tidak hanya disebabkan dari aspek internal saja tetapi juga pengaruh eksternal wilayah kerja atau tempat tinggal tenaga kerja. Nurhadryani et al. (2023) mengungkapkan tantangan dalam digitalisasi tenaga kerja khususnya perdesaan di Jawa Barat yaitu adanya gap dari pengetahuan dan infrastruktur ekonomi antara daerah perkotaan dan perdesaan.

Pada analisis ini dilakukan pendekatan multilevel untuk mendalami peran faktor individu dan kontekstual wilayah (desa/kelurahan dan kabupaten/kota) dalam mendorong digitalisasi tenaga kerja di Jawa Barat. Tabel 5 merupakan estimasi model regresi logistik biner multilevel dengan tiga level yaitu individu tenaga kerja, desa/kelurahan, dan kabupaten/kota. Pengujian validitas estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan dua jenis uji yaitu, uji *random effect* dan uji *hoshmer-lemeshow*. Dari pengujian *random effect*, pemodelan dengan 2-level (individu–desa/kelurahan) dan 3-level (individu–desa/kelurahan–kabupaten/kota) menunjukkan hasil yang signifikan, artinya terdapat variabilitas antar level yang baik sehingga pemodelan multilevel baik dilakukan. Hasil ini juga didukung dengan nilai ICC (*Intraclass Correlation Coefficient*) yang menunjukkan variasi antar kelompok yang terjadi dengan nilai 0,354 (35,4 persen) dan 0,287 (28,7 persen). Kelayakan model juga menunjukkan hasil yang baik dengan nilai probabilitas dari uji *hoshmer-lemeshow* yang lebih dari 0,05.

Berdasarkan Tabel 5, model menunjukkan bahwa semakin tinggi capaian pendidikan yang diraih tenaga kerja maka kecenderungannya untuk menjadi tenaga kerja digital semakin besar. Tenaga kerja yang menamatkan pendidikan SMA/SMK memiliki kecenderungan 3,794 kali lebih besar untuk menjadi tenaga kerja digital dibandingkan SD ke bawah. Jenjang pendidikan perguruan tinggi memberikan dampak yang paling besar di mana tenaga kerja dengan capaian pendidikan Diploma atau S1/DIV memiliki kecenderungan 4 kali lebih besar dibandingkan dengan SMA/SMK. Pekerja dengan capaian pendidikan S2/S3/Profesi bahkan memiliki kecenderungan 24 kali lebih besar dibandingkan pekerja yang hanya menamatkan pendidikan SD ke bawah atau 8 kali lebih besar jika menamatkan pendidikan SMA/SMK. Tendensi kecenderungan ini secara konsisten memiliki nilai yang hampir sama baik pada model 2-level maupun 3-level. Temuan ini juga diperkuat dengan Wihardja et al. (2024) mengenai kecenderungan *skill-biased technological change* di mana pekerja dengan keterampilan rendah dan rentan cenderung tergantikan oleh teknologi dan pekerja terampil. Tantangan dalam akselerasi tenaga kerja digital di Jawa Barat adalah saat ini sebagian besar tenaga kerja masih di dominasi pada jenjang pendidikan SD ke bawah sebesar 35,75 persen, sehingga basis keterampilan digital masyarakat dari segi pendidikan secara umum masih tergolong rendah (BPS, 2025). Sehingga diperlukan formulasi kebijakan yang tidak hanya mendorong partisipasi masyarakat dalam menempuh pendidikan secara tuntas, tetapi juga memperkuat literasi digital dan peningkatan kompetensi teknologi melalui program pendidikan vokasi dan integrasi kurikulum digital di tingkat pendidikan dasar hingga menengah (Lythreatis et al., 2022).

Tabel 5. Estimasi Model Regresi Logitsik Multilevel

Variabel	1-Level		2-Level		3-Level	
	Koef	Odds	Koef	Odds	Koef	Odds
Pendidikan						
SMP	0,716**	2,046	0,853**	2,346	0,868**	2,381
SMA/SMK	1,334**	3,794	1,438**	4,213	1,455**	4,285
DI/DII/DII	2,426**	11,308	2,507**	12,265	2,531**	12,572
S1/DIV	2,575**	13,129	2,706**	14,967	2,722**	15,217
S2/S3/Profesi	3,211**	24,798	3,272**	26,354	3,276**	26,457
Generasi						
X	1,140**	3,126	1,421**	4,142	1,438**	4,212
Milenial	1,429**	4,173	1,904**	6,710	1,921**	6,826
Z	1,098**	2,997	1,549**	4,705	1,558**	4,748
Lapangan Usaha						
Pertanian	-1,494**	0,224	-1,761**	0,172	-1,690**	0,184
Industri	-0,515**	0,597	-0,613**	0,542	-0,566**	0,568
Konstruksi	-0,581**	0,560	-0,728**	0,483	-0,693**	0,500
Perdagangan	-0,304**	0,738	-0,344**	0,709	-0,294**	0,745
Transportasi Pergudangan	0,438**	1,550	0,508**	1,662	0,552**	1,737
Penyediaan Akomodasi Makanan Minuman	-0,607**	0,545	-0,788**	0,455	-0,758**	0,468
Informasi Komunikasi	1,562**	4,769	1,600**	4,955	1,620**	5,054
Keikutsertaan Pelatihan						
Pekerjaan Tambahan	0,340**	1,405	0,437**	1,548	0,441**	1,555
Kartu Prakerja	0,008	1,008	0,132**	1,141	0,137**	1,147
	0,088	1,092	0,187**	1,205	0,185**	1,203
Level 2 – Desa/Kelurahan						
Akses Internet						
5G/4G LTE			-0,976	0,377	-0,773	0,462
3G			-0,518	0,596	-0,238	0,788
Base Transceiver Station (BTS)			0,042**	1,043	0,023**	1,023
Pelayanan Digital Desa			-0,112	0,894	-0,264	0,768
Akses Finansial Desa						
Bank			0,182**	1,200	0,096	1,100
Koperasi			0,153**	1,165	0,155**	1,168
Akses Pendidikan						
SMP			0,448	1,566	0,868	2,382
SMA/SMK			0,782*	2,186	0,672	1,959
Level 3 – Kabupaten/Kota						
Adopsi Internet Masyarakat						
75 – 90 %					-0,066	0,936
> 90 %					0,638**	1,893
Masyarakat Digital						
					0,072*	1,075
Random Effect						
ICC			5432,256 (0,000)		5792,143 (0,000)	
Level 2 – Desa/Kelurahan			0,554			
Level 3 – Kabupaten/Kota			0,354		0,287	
Hoshmer-Lemeshow			> 0,05		> 0,05	

Sejalan dengan pendidikan, keikutsertaan dalam pelatihan turut mendorong tenaga kerja untuk memanfaatkan teknologi digital dalam pekerjaannya. Kecenderungan tenaga kerja yang pernah mengikuti pelatihan untuk menjadi tenaga kerja digital sebesar 1,405 kali lebih besar dibandingkan tenaga kerja tanpa pernah mengikuti pelatihan. Meskipun memiliki dampak yang cenderung lebih kecil dibandingkan pendidikan, pelatihan menjadi cara yang efektif dalam meningkatkan adopsi teknologi tenaga kerja pada seluruh kalangan masyarakat. Pelatihan sebagai instrumen strategis dalam menjadi salah satu kebijakan utama dalam mendorong digitalisasi tenaga kerja dengan dukungan kolaborasi lintas sektor sembari memperkuat fondasi jangka panjang melalui pendidikan formal (Ika Sari et al., 2024). Hal ini juga sejalan dengan temuan di mana program kartu prakerja dapat mendorong kecenderungan tenaga kerja untuk memanfaatkan teknologi digital dan internet dalam pekerjaannya. Pelatihan memiliki efek *short-term leverage* dalam transformasi digital tenaga kerja, khususnya pada daerah dengan capaian pendidikan SMP ke bawah. Oleh karena itu, kebijakan pelatihan perlu diarahkan secara terukur, misalnya dengan memperluas partisipasi pelatihan pada tenaga kerja usia produktif untuk menutup kesenjangan digital antarwilayah di masa mendatang. Pengenalan dan perluasan akses pembelajaran digital juga dapat menjadi sarana efektif dan efisien dalam menjangkau seluruh kalangan masyarakat, seperti *Jabar Digital Academy* atau pelatihan digital dari dinas pemerintah/BLK setempat.

Dari aspek usia, generasi muda lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi digital. Tabel 5 menunjukkan bahwa tenaga kerja generasi Z dan Milenial memiliki kecenderungan yang lebih tinggi untuk mengadopsi teknologi digital dan internet dalam bekerja. Temuan ini juga diperkuat dari studi Onjewu et al. (2025) yang menemukan bahwa generasi Z dan Milenial mampu mengubah teknologi digital menjadi keterlibatan yang produktif dalam bekerja. Fakta ini juga menegaskan pentingnya intervensi kebijakan yang berorientasi pada regenerasi tenaga kerja digital serta penyediaan ekosistem kerja yang mendorong adaptasi teknologi bagi generasi muda.

Studi ini juga menelisik tendensi peran lapangan usaha utama dalam mendorong pemanfaatan teknologi digital di Jawa Barat. Pertanian menjadi lapangan usaha dengan kecenderungan pemanfaatan teknologi digital yang rendah dibandingkan dengan lapangan usaha lainnya. Literasi digital dan akses infrastruktur yang terbatas membuat teknologi digital belum menjadi bagian utama dalam proses produksi pertanian seperti di Jawa Barat (Larasati et al., 2024). Temuan yang menarik adalah meskipun Jawa Barat sebagai sentra industri nasional, pemanfaatan teknologi digital tenaga kerja industri di Jawa Barat masih memiliki kecenderungan yang rendah. Hal serupa juga ditunjukkan dengan lapangan usaha perdagangan yang memiliki arah tendensi yang sama rendahnya. Kedua sektor ini seharusnya dapat menjadi penggerak utama digitalisasi selain dari kontribusi ekonomi yang besar juga karakteristik usahanya berkaitan dengan transaksi dan rantai pasok. Rohayati & Abdullah (2024) menegaskan bahwa transformasi digital masih menghadapi tantangan serius utamanya dalam kesiapan sumber daya manusia, hal ini ditunjukkan dengan penetrasi pekerja digital yang masih rendah di berbagai sektor ekonomi di Indonesia. Informasi komunikasi menjadi salah satu lapangan usaha strategis dengan kecenderungan memiliki tenaga kerja digital lebih besar dibandingkan dengan lapangan usaha lainnya. Lapangan usaha informasi komunikasi dapat menjadi *enabler* bagi transformasi tenaga kerja digital di lapangan usaha lain, baik melalui transfer pengetahuan maupun penyediaan infrastruktur digital di Jawa Barat. Dukungan ini diharapkan dapat memberikan *spillover* pada sektor ekonomi utama di Jawa Barat seperti industri dan perdagangan.

Dari perspektif faktor kontekstual kewilayahan, keberadaan infrastruktur yang ada di desa/kelurahan memiliki andil yang signifikan dalam mendorong transformasi tenaga kerja digital di Jawa Barat (2-level model). Berdasarkan Tabel 5, keberadaan infrastruktur komunikasi seperti menara *Base Transceiver Station* (BTS) mendorong digitalisasi tenaga kerja di Jawa Barat. Namun dari segi akses internet, pengaruh yang diberikan masih belum berdampak secara signifikan dalam mendorong digitalisasi tenaga kerja. Temuan ini menunjukkan adanya gap antara ketersediaan (*availability*) dan penggunaan (*usability*) infrastruktur digital. Keberadaan akses jaringan berkecepatan tinggi tidak secara langsung berdampak pada transformasi tenaga kerja digital karena memerlukan dukungan dari peningkatan literasi digital, permintaan tenaga kerja digital, dan ekosistem ekonomi digital yang memberikan insentif nyata bagi pekerja. Cen & Lin (2025) dan Qin et al. (2024) menegaskan bahwa perluasan akses internet dapat mendorong permintaan tenaga kerja digital namun efeknya bersifat heterogen dan cenderung menyerap tenaga kerja dengan pendidikan yang tinggi atau keterampilan tertentu. Selain itu, adanya tendensi masyarakat perdesaan untuk lebih jarang menggunakan internet bukan hanya disebabkan keterbatasan infrastruktur, namun juga dipengaruhi oleh preferensi dan gaya hidup masyarakat di desa (Olson et al., 2025). Dengan demikian, kebijakan perlu untuk diarahkan pada penguatan literasi digital melalui program pelatihan berbasis desa. Salah satunya dapat memanfaatkan platform *Jabar Digital Academy* yang salah satu tujuan dari pembentukannya menasar peningkatan literasi digital masyarakat. Hal ini dapat dimulai dengan membentuk agen digital pada setiap desa yang dilatih untuk memberikan *knowledge spillover* yang lebih luas.

Sejalan dengan peran penting capaian pendidikan tenaga kerja, akses infrastruktur pendidikan seperti SMA/SMK terbukti secara signifikan menjadi katalis dalam transformasi tenaga kerja digital. Semakin tinggi aksesibilitas pendidikan SMA/SMK di desa/kelurahan maka kecenderungan tenaga kerja untuk memanfaatkan teknologi digital dalam pekerjaannya juga semakin besar. Keberadaan sarana pendidikan dapat dinilai tidak hanya sebagai pengguna teknologi digital tetapi juga sebagai pengarah ekosistem digital dengan mengoptimalkan potensi generasi muda dalam mendukung transformasi tenaga kerja yang adaptif (Singun, 2025).

Keberadaan fasilitas finansial baik perbankan maupun koperasi juga memiliki dampak positif dalam digitalisasi tenaga kerja. Akses finansial seperti perbankan mendorong inklusi keuangan tenaga kerja khususnya dalam hal digitalisasi layanan keuangan. Sementara itu, ketersediaan layanan keuangan formal seperti bank dan koperasi memudahkan pelaku usaha seperti UMKM untuk melakukan transaksi digital atau mengintegrasikan teknologi dalam proses bisnis usaha (Wang et al., 2025; Zainuddin et al., 2023). Keterpaduan antara akses finansial dan adopsi teknologi digital tenaga kerja berperan penting dalam mempersempit kesenjangan digital, khususnya pada daerah-daerah yang potensial dan berkembang. Hal ini relevan dengan arah kebijakan



pemerintah melalui Koperasi Merah Putih sebagai instrumen penguatan ekonomi kerakyatan, yang berperan sebagai pusat layanan keuangan dan pembiayaan digital bagi pelaku usaha lokal, sekaligus motor akselerasi transformasi tenaga kerja desa menuju ekonomi digital yang mandiri dan inklusif.

Dari pendekatan level kabupaten/kota (3-level model), adopsi teknologi internet di masyarakat yang tinggi mendorong digitalisasi tenaga kerja. Jika dikaitkan dengan hasil pada akses internet desa/kelurahan, manfaat akses internet baru berdampak secara efektif ketika terdapat *critical mass* dalam adopsi internet di masyarakat. Fenomena ini menegaskan transformasi tenaga kerja digital tidak hanya berupa permasalahan teknis tetapi juga pola sosial kolektif dan eksternalitas jaringan di masyarakat. Hal ini didukung dengan temuan pada Tabel 5, kabupaten/kota dengan capaian Indeks Masyarakat Digital (IMD) yang tinggi atau sangat tinggi maka kecenderungan tenaga kerja di daerah tersebut menggunakan teknologi digital dalam pekerjaannya semakin tinggi. Amaglobeli et al. (2023) menekankan *social dividends* dari penggunaan adopsi teknologi digital masyarakat dengan mendorong digitalisasi tenaga kerja.

Dengan demikian, transformasi tenaga kerja digital di Jawa Barat merupakan interaksi antara aspek mikro dan makro kewilayahan. Pada level mikro, pendidikan terbukti menjadi aspek mikro yang paling berpengaruh dalam mendorong tenaga kerja beralih ke aktivitas digital, diikuti oleh generasi milenial dan Z yang lebih adaptif terhadap teknologi, serta pelatihan digital yang berperan sebagai instrumen kebijakan cepat untuk meningkatkan kompetensi non-formal di luar pendidikan formal. Namun, adopsi teknologi di sektor-sektor utama di luar informasi dan komunikasi masih rendah sehingga integrasi pelatihan lintas sektor perlu untuk dilakukan. Pada level desa/kelurahan, ketersediaan infrastruktur jaringan seperti BTS dan akses finansial seperti bank dan koperasi menjadi penggerak penting dalam memperluas partisipasi tenaga kerja digital. Sementara pada level kabupaten/kota, tingkat adopsi internet masyarakat memperkuat ekosistem digital yang mendorong transformasi ekonomi lokal. Oleh karena itu, strategi kebijakan perlu diarahkan pada integrasi lintas sektor antara pembangunan manusia berbasis inovasi dan teknologi digital, penyediaan infrastruktur digital, dan inklusi keuangan desa melalui digitalisasi layanan perbankan dan koperasi, dengan dukungan kolaborasi pemerintah pusat dan daerah sesuai arah transformasi digital Jawa Barat dalam RPJPD 2025–2045.

Pembangunan *Smart Village* sebagai Katalisator Digitalisasi Jawa Barat

Dalam upaya transformasi digital khususnya di perdesaan, pembangunan desa menjadi kunci dalam percepatan pembangunan daerah. Sejalan dengan Asta Cita misi 6 yang menetapkan desa sebagai subjek pembangunan dengan mendorong partisipasi aktif ekonomi di dalamnya. Susilowati et al. (2025) menyebutkan bahwa program pengembangan *smart village* terbukti memperkuat kualitas masyarakat melalui peningkatan kemampuan digital. Urgensi pengembangan desa melalui *smart village* tidak hanya terkait dengan pemerataan infrastruktur digital tetapi juga penciptaan ekosistem digital yang dapat mendorong keterampilan tenaga kerja, produktivitas usaha, dan partisipasi aktif masyarakat. Sehingga pembangunan *smart village* di Jawa Barat dapat dipandang sebagai upaya awal dalam menciptakan ekosistem sosial ekonomi baru bagi tenaga kerja di desa (Kharisma & Indrawan, 2023).

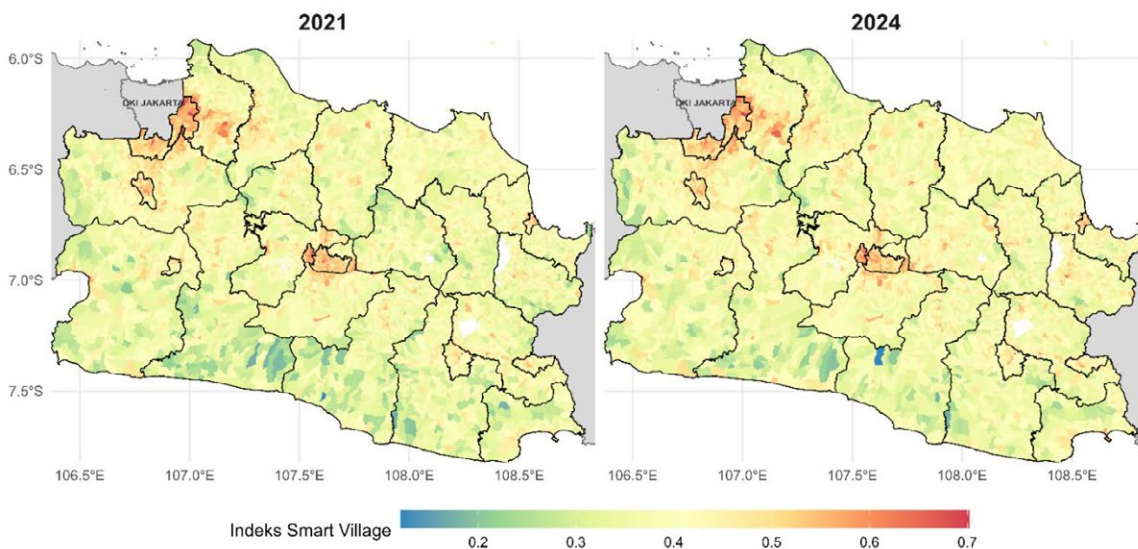
Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini membangun Indeks *Smart Village* pada seluruh desa/kelurahan di Jawa Barat yang dipandang dalam aspek pembangunan infrastruktur, kelembagaan, dan industrialisasi. Tabel 6 merupakan hasil estimasi bobot dari Indeks *Smart Village* dengan metode analisis faktor eksplanatori. Sebelum melakukan penghitungan bobot, tahapan awal yaitu dilakukan pengujian nilai *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) dan *Measure of Sampling Adequacy* (MSA) dengan hasil kedua indikator pengujian memiliki nilai lebih dari 0,5. Hasil ini menandakan bahwa korelasi antarvariabel cukup untuk dilanjutkan analisis faktor. Selain itu, pengujian *Bartlett's Test of Sphericity* yang signifikan mengindikasikan korelasi antarvariabel memiliki keterkaitan yang kuat untuk digabungkan menjadi faktor yang lebih sederhana. Tahap selanjutnya yaitu pemeriksaan nilai *communalities* di mana hasil menunjukkan seluruh variabel memiliki nilai lebih dari 0,5 yang artinya variabel dapat dijelaskan dengan baik dari faktor yang terbentuk (Cleff, 2025).

Tabel 6 menunjukkan terdapat lima dimensi yang terbentuk dari seluruh variabel pada Tabel 2 dari hasil pembentukan indeks dengan analisis faktor. Kelima dimensi yang terbentuk pada Indeks *Smart Village* yaitu infrastruktur dan akses ekonomi, pendidikan dan kelembagaan ekonomi, konektivitas dan digitalisasi, ketahanan dan kapasitas digital, serta industri produktif lokal. Penamaan dimensi faktor berdasarkan kelompok faktor yang terbentuk dengan mempertimbangkan indikator dengan nilai *loading factor* yang besar. Dimensi infrastruktur dan akses ekonomi menjadi dimensi dengan jumlah variabel pembentuk dan bobot terbesar dalam pembentukan indeks dengan kontribusi sebesar 41,8 persen. Kontribusi yang besar dari dimensi ini sejalan dengan hasil permodelan 2-level pada Tabel 5 terutama pada akses infrastruktur finansial seperti perbankan dan koperasi. Variabel dengan bobot terbesar dalam dimensi ini yaitu *night time light* yang merupakan indikator

proksi dari pembangunan ekonomi daerah bersumber dari data citra satelit (*remote sensing*). Dimensi konektivitas dan digitalisasi memiliki kontribusi terbesar kedua dengan bobot sebesar 20,4 persen. Dimensi ini didominasi oleh indikator terkait akses internet dan digitalisasi pada pelayanan kantor desa/kelurahan. Penyediaan akses internet bagi desa/kelurahan mendorong digitalisasi bagi masyarakat serta pembangunan ekonomi daerah sekitar (Susilowati et al., 2025). Dimensi pendidikan dan kelembagaan ekonomi memiliki kontribusi bobot yang hampir sama dengan dimensi sebelumnya yaitu sebesar 20,2 persen. Akses fasilitas pendidikan SMA/SMK yang terjangkau bagi masyarakat desa menjadi indikator dengan bobot paling besar dalam dimensi ini. Hal ini sejalan dengan peran dari akses pendidikan dalam Tabel 5 yang mendorong digitalisasi tenaga kerja serta perannya dalam pembentukan ekosistem digital desa (Muhtar et al., 2023; Singun, 2025). Selanjutnya, dimensi ketahanan dan kapasitas digital serta dimensi industri produktif lokal dengan kontribusi masing-masing sebesar 10,9 persen dan 7 persen. Keberadaan sarana prasarana keterampilan digital yang ada di desa menjadi indikator penyumbang terbesar dalam dimensi ini. Hasil ini memperkuat temuan pada Tabel 5 yang menunjukkan tenaga kerja yang mengikuti pelatihan keterampilan memiliki probabilitas besar untuk menjadi tenaga kerja digital.

Tabel 6. Bobot Pementuk Indeks Smart Village

Dimensi	Variabel	Loading Factor	Bobot
Infrastruktur dan Akses Ekonomi	Perbankan	0,679	0,060
	Koperasi	0,502	0,044
	ATM	0,427	0,038
	Pos/Ekspedisi	0,629	0,056
	Base Transceiver Station (BTS)	0,516	0,046
	Telepon Kabel	0,627	0,056
	Night Time Light	0,785	0,070
	Pendidikan Kepala Desa/Lurah	0,536	0,048
Pendidikan dan Kelembagaan Ekonomi	Fasilitas Pendidikan	0,672	0,060
	Operator Selular	0,487	0,043
	Transportasi Umum	0,537	0,048
	Sarana Prasarana Ekonomi	0,571	0,051
Konektivitas dan Digitalisasi	Akses Sinyal	0,605	0,054
	Akses Internet	0,607	0,054
	Digitalisasi Kantor Desa	0,535	0,047
Ketahanan dan Kapasitas Digital	Akses Jalan	0,549	0,049
	Sistem Kebencanaan	0,582	0,052
Industri Produktif Lokal	Sarana Prasarana Keterampilan Digital	0,646	0,057
	Sentra Industri	0,789	0,070
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)		0,866	
Bartlett's Test of Sphericity		0,000	
Measure of Sampling Adequacy (MSA)		> 0,5	
Communalities Value		> 0,5	

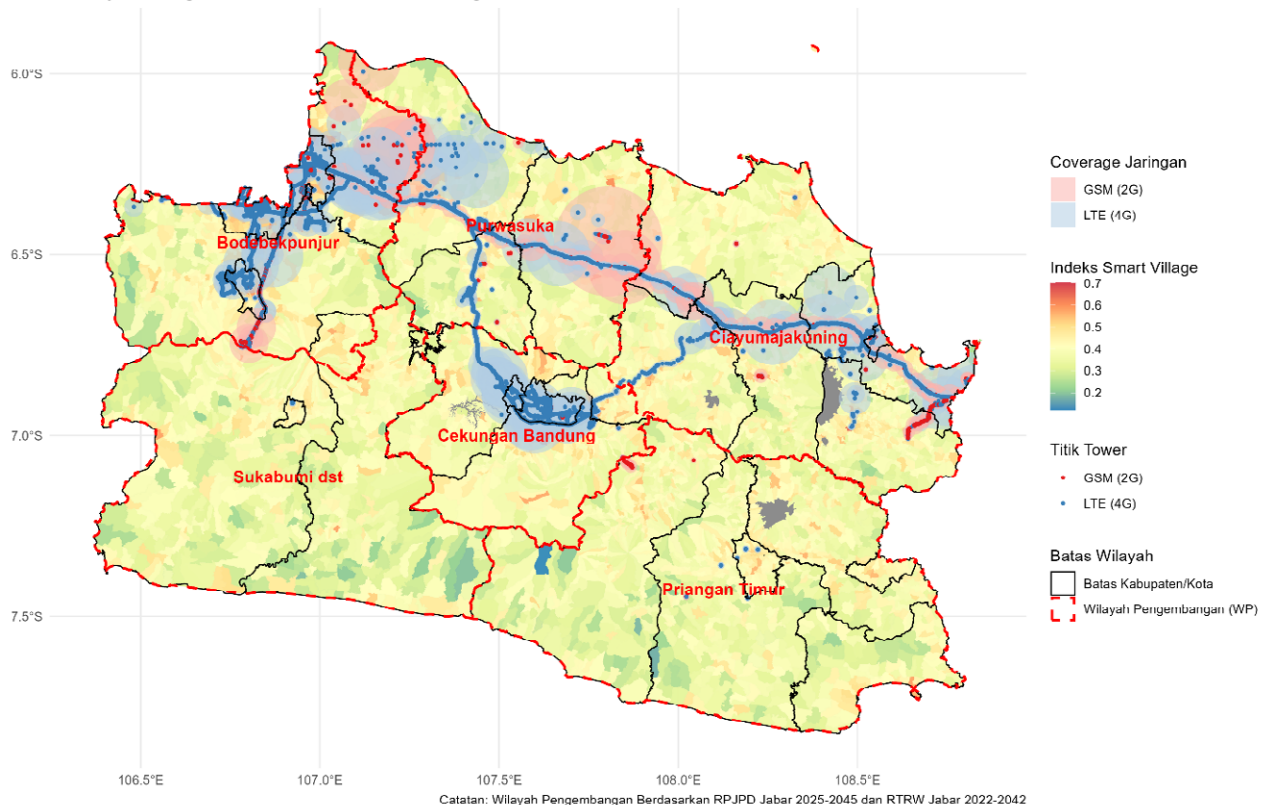


Gambar 4. Pemetaan Indeks Smart Village di Jawa Barat, 2021 dan 2024

Berdasarkan hasil pembobotan pada Tabel 6, Gambar 4 menunjukkan pemetaan hasil pembentukan Indeks *Smart Village* di Jawa Barat pada 2021 dan 2024. Warna oranye-merah menunjukkan capaian indeks yang tinggi, kuning merepresentasikan nilai indeks yang sedang, dan hijau-biru menunjukkan nilai indeks yang rendah. Sebagian besar desa/kelurahan dengan capaian indeks yang tinggi berada di sekitar Provinsi DKI Jakarta atau kawasan metropolitan Jabodetabekpunjur (khususnya Bogor–Depok–Bekasi–Puncak–Cianjur). Kawasan metropolitan Cekungan Bandung juga memiliki capaian Indeks *Smart Village* yang tinggi dengan konsentrasi paling besar di Kota Bandung dan Kota Cimahi. Ketimpangan capaian Indeks *Smart Village* terlihat antara Jawa Barat bagian utara dan selatan. Sebagian besar desa/kelurahan yang berada di Jawa Barat bagian selatan seperti Kabupaten Sukabumi, Cianjur, Garut, Tasikmalaya, dan Pangandaran memiliki nilai Indeks *Smart Village* yang rendah (berwarna hijau-biru). Selama 2021 sampai 2024, sebagian besar kawasan selatan Jawa Barat telah mengalami peningkatan capaian indeks meskipun masih berada pada rentang nilai di bawah 0,4. Gambar 4 juga menunjukkan bahwa kedekatan dengan pusat ekonomi dan urban serta aksesibilitas infrastruktur menjadi determinan utama dalam digitalisasi dan pembangunan *smart village*.

Rata-rata capaian indeks pada kawasan utara dan selatan masih menunjukkan adanya ketimpangan digital spasial yang signifikan. Kondisi ini berimplikasi pada arah kebijakan pembangunan desa di Jawa Barat. Jika tidak terdapat intervensi afirmatif, kawasan selatan akan semakin tertinggal jauh dalam pemanfaatan teknologi dan infrastruktur ekonomi produktif. Disparitas utara – selatan Jawa Barat dalam pembangunan desa melalui *smart village* menunjukkan urgensi adanya kebijakan inklusif dan *place-based*. Kolaborasi pemerintah pusat dan pemerintah daerah setempat diperlukan dengan mengombinasikan investasi pada bidang digital dengan peningkatan kapabilitas masyarakat desa serta mendorong kemitraan antar lembaga dan *stakeholder* untuk memastikan pemetaan manfaat dari pembangunan digital desa.

Overlay Coverage Seluler dan Indeks Smart Village di Jawa Barat



Catatan: Kawasan Pengembangan Kewilayahan Berdasarkan Perda Provinsi Jawa Barat No. 13 Tahun 2024 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah 2025 – 2045 dan Perpres No. 60 Tahun 2020 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Perkotaan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, Puncak, dan Cianjur.

Gambar 5. Overlay Coverage Cell Towers dan Indeks Smart Village di Jawa Barat menurut Kabupaten/Kota dan Kawasan Pengembangan Kewilayahan, 2024

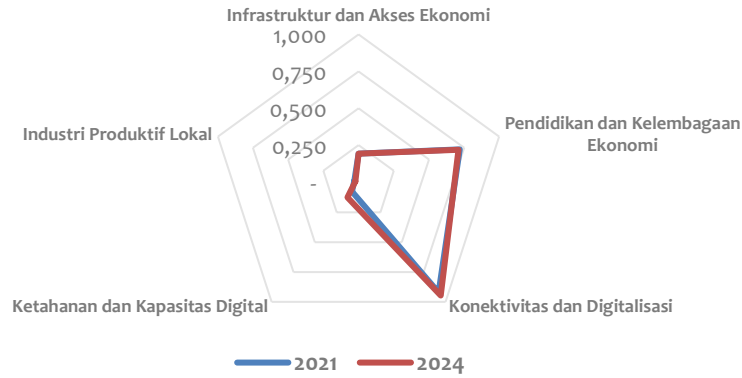
Gambar 5 memberikan gambaran keterkaitan dari hasil pemetaan Indeks *Smart Village* dengan cakupan jaringan selular yang diambil dari sumber data *big data*. Sebagian besar cakupan jaringan internet yang luas dari 4G LTE berada di kawasan metropolitan dan industri di Jawa Barat. Selain itu, beberapa area seperti Kota Cirebon dan Kabupaten Cirebon juga memiliki cakupan yang luas dari segi sebaran jaringan internet. Kesenjangan digital semakin terlihat jika Provinsi Jawa Barat dibagi menjadi dua bagian yaitu utara dan selatan. Area utara memiliki densitas infrastruktur internet dan cakupan yang jauh lebih luas dibandingkan area selatan. Beberapa wilayah area selatan yang memiliki cakupan internet yang relatif baik di antaranya Kota Tasikmalaya, Kota Sukabumi, serta sebagian kecil dari masing-masing kabupaten/kota di wilayah selatan Jawa Barat. Sebaran ini sejalan dengan capaian Indeks *Smart Village* yang sudah mengindikasikan adanya disparitas pembangunan digital.

Jika ditelisik berdasarkan wilayah pengembangan (WP), WP Bodebekjur, Purwasuka, Cekungan Bandung, dan Ciayumajakuning menjadi kawasan dengan pengembangan desa *smart village* yang potensial dengan dukungan dari jaringan *coverage* selular yang luas. Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) Provinsi Jawa Barat 2025-2045, tema pembangunan pada keempat kawasan tersebut diprioritaskan pada peningkatan kesejahteraan masyarakat dengan pengendalian alih fungsi lahan khususnya pada lumbung pangan Purwasuka dan Ciayumajakuning. Sementara itu, WP Sukabumi dan sekitarnya serta Priangan Timur memiliki capaian Indeks *Smart Village* yang relatif lebih rendah sejalan dengan sebagian besar wilayahnya berada di selatan Jawa Barat. Ekspansi megapolitan Jakarta–Bandung mempercepat alih fungsi lahan serta pergeseran ekonomi ke arah utara yang memperkuat disparitas wilayah perdesaan di selatan (Rustiadi et al., 2021). Inisiatif *smart village* dapat berjalan efektif melalui penyediaan infrastruktur digital yang memadai disertai dengan pemberdayaan masyarakat perdesaan, khususnya pada WP Sukabumi dan Priangan Timur. Selain itu, penyediaan infrastruktur dasar ekonomi dan sosial seperti akses finansial perbankan dan koperasi turut menunjang dalam mempersempit gap antar wilayah pengembangan di Jawa Barat.

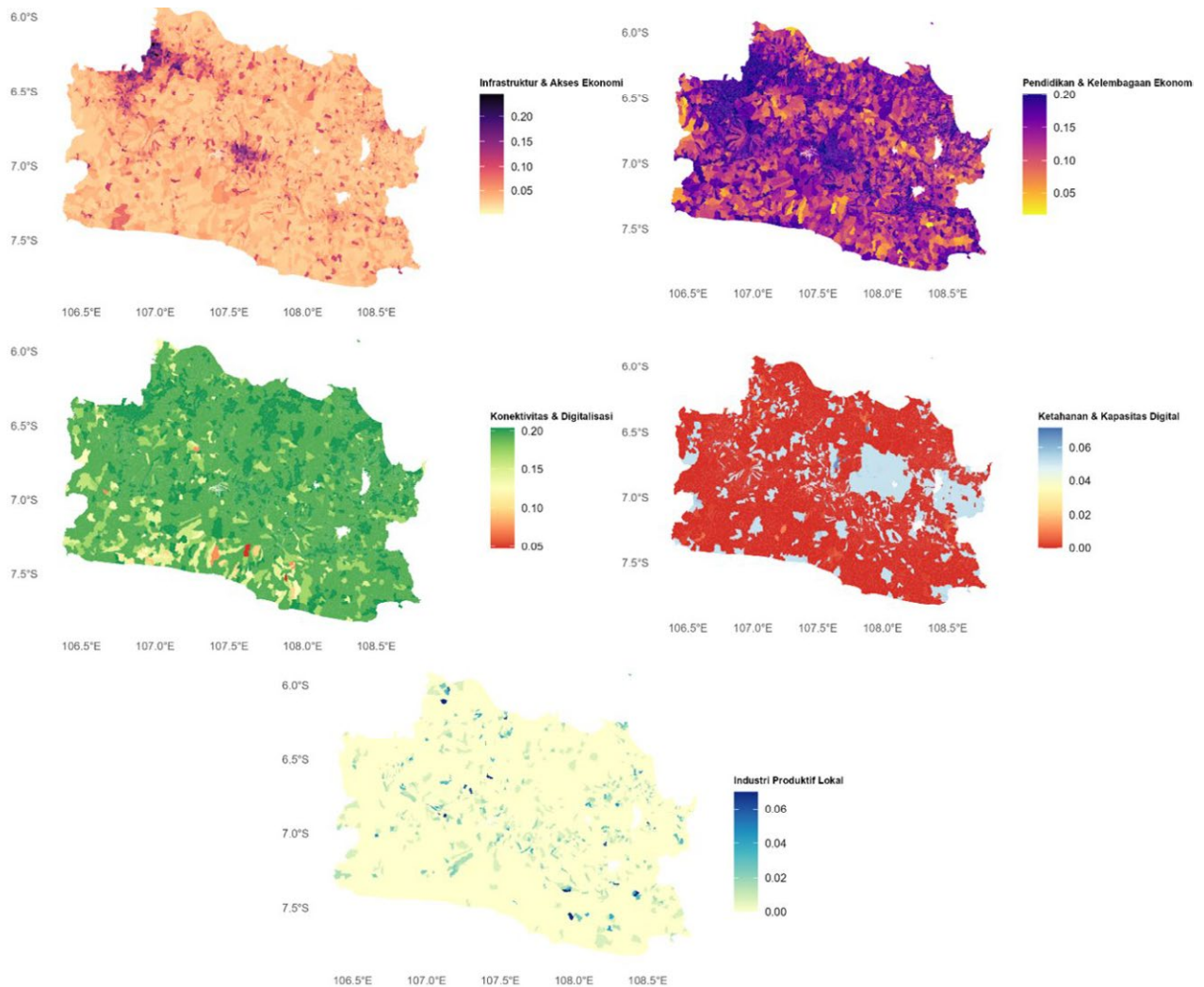
Tabel 7 menunjukkan lima desa teratas dan terendah dalam capaian Indeks *Smart Village*, sebagian besar desa/kelurahan dengan capaian lima teratas berada di wilayah metropolitan seperti Kota Bekasi, Kota Bandung, dan Kota Cimahi. Sementara itu, capaian indeks yang rendah dimiliki oleh sebagian besar kabupaten di pesisir selatan seperti Kabupaten Cianjur khususnya bagian selatan, Tasikmalaya, dan Garut. Dari capaian setiap dimensi secara rata-rata di Jawa Barat, gap paling besar diberikan pada capaian dimensi infrastruktur dan akses ekonomi, ketahanan dan kapabilitas digital, dan industri produktif lokal (Gambar 6). Capaian yang rendah dari dimensi infrastruktur dan akses ekonomi mengakibatkan sebagian besar desa/kelurahan memiliki Indeks *Smart Village* yang relatif rendah (di bawah 0,4), mengingat dimensi ini memiliki bobot paling besar dalam pembentukan indeks. Kawasan pesisir selatan perlu untuk menerapkan kebijakan yang lebih operasional melalui pembangunan *last-mile connectivity* (menara BTS dan jaringan fiber optik desa) pada setiap kecamatan pesisir Garut, Tasikmalaya, dan Pangandaran. Program ini dapat dikolaborasikan dengan koperasi merah putih untuk menjadikan koperasi sebagai pusat layanan keuangan digital dan inkubasi usaha teknologi lokal serta pengembangan kawasan pariwisata pesisir selatan.

Tabel 7. Top 5 Desa/Kelurahan dengan Indeks Smart Village Tertinggi dan Terendah

Kabupaten/Kota	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Indeks Smart Village	Keterangan
Kota Bekasi	Bekasi Timur	Margahayu	0,697	Lima Teratas
Kota Bandung	Sumur Bandung	Braga	0,663	
Kabupaten Kuningan	Kuningan	Kuningan	0,661	
Kota Bekasi	Bekasi Selatan	Marga Jaya	0,655	
Kota Cimahi	Cimahi Utara	Cibabat	0,654	
Kabupaten Cianjur	Cidaun	Gelarpawitan	0,197	Lima Terbawah
Kabupaten Cianjur	Agrabinta	Karangsari	0,194	
Kabupaten Garut	Peundeuy	Purwajaya	0,182	
Kabupaten Tasikmalaya	Bojonggambir	Campakasari	0,174	
Kabupaten Garut	Bungbulang	Gunung Jampang	0,121	



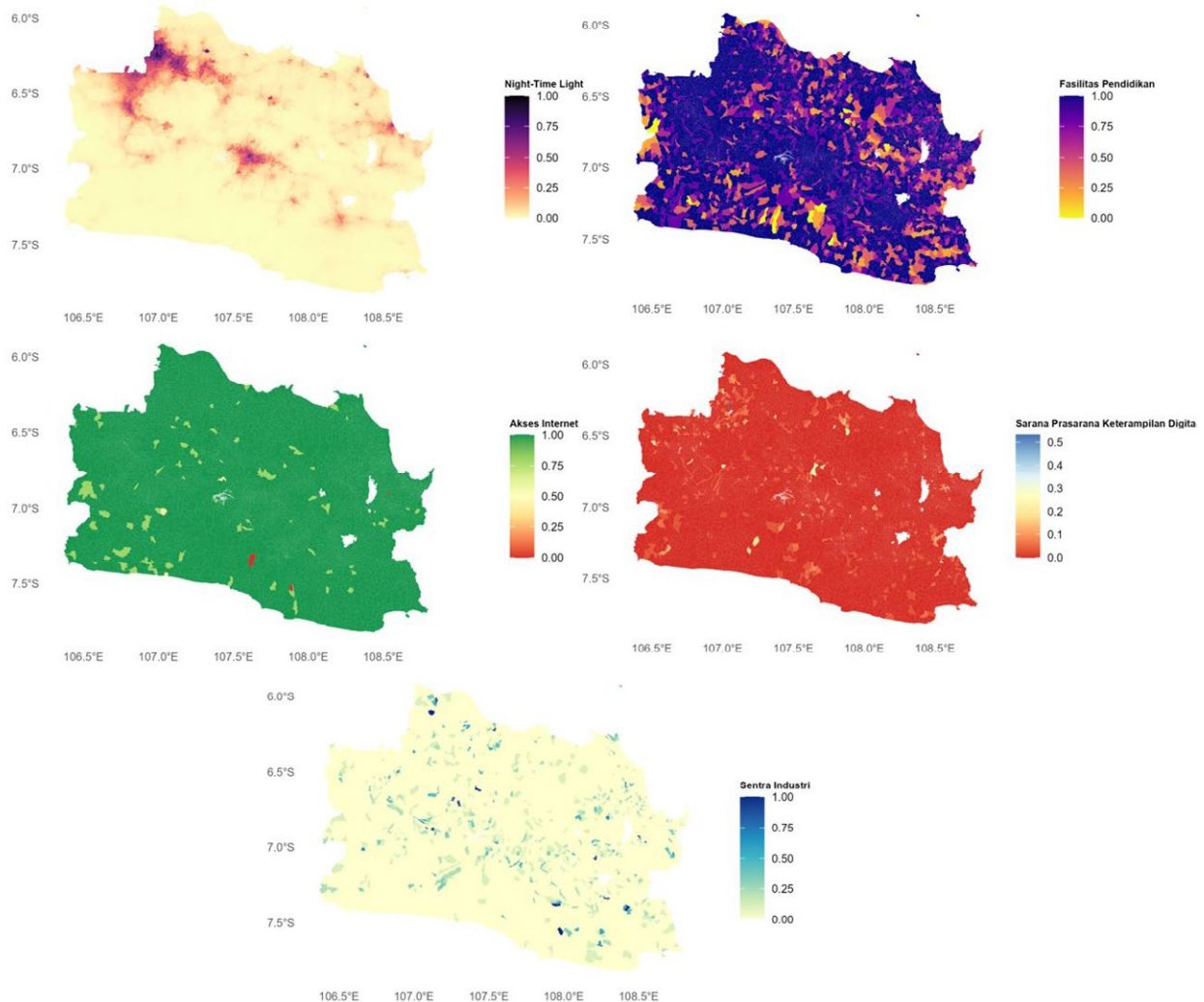
Gambar 6. Capaian Dimensi Indeks Smart Village, 2021 dan 2024



Gambar 7. Pemetaan Indeks Smart Village di Jawa Barat menurut Capaian Dimensi, 2024

Dari capaian masing-masing dimensi menurut desa/kelurahan, Gambar 7 menunjukkan dimensi infrastruktur dan akses ekonomi memiliki disparitas yang besar antar wilayah. Hal ini terlihat dengan konsentrasi desa/kelurahan dengan skor yang tinggi (semakin berwarna ungu gelap) pada dimensi ini berada di WP Bodebekjur dan Cekungan Bandung. Selain itu konsentrasi yang tinggi juga terlihat dalam bentuk aglomerasi skala kecil Kabupaten Karawang, Purwakarta, Kota Cirebon, dan Kota Tasikmalaya. Disparitas yang lebar juga ditunjukkan pada dimensi industri produktif lokal dengan konsentrasi yang lebih sempit. Desa/kelurahan yang tinggi pada dimensi ini terbesar di WP

Bodebekjur, Cekungan Bandung, Purwasuka, Ciayumajakuning, dan Priangan Timur dengan densitas sebaran yang rendah. Dimensi ketahanan dan kapasitas digital menunjukkan sebaran yang merata dengan capaian sebagian besar desa/kelurahan yang relatif rendah (berwarna merah). Sementara itu, dimensi konektivitas dan digitalisasi serta pendidikan dan kelembagaan ekonomi memiliki capaian yang relatif tinggi (berwarna hijau gelap untuk dimensi konektivitas dan digitalisasi serta berwarna ungu gelap pada dimensi pendidikan dan kelembagaan ekonomi) yang merata untuk setiap desa/kelurahan.



Gambar 8. Pemetaan Indeks Smart Village di Jawa Barat menurut Skor Indikator dengan Bobot Paling Besar Setiap Dimensi, 2024

Selanjutnya, Gambar 8 merupakan pemetaan dari masing-masing indikator di setiap dimensi yang memiliki kontribusi atau bobot yang besar. Indikator *Night time light* dari dimensi infrastruktur dan akses ekonomi memiliki pola yang hampir sama dengan distribusi skor dimensinya pada Gambar 7 dengan konsentrasi nilai yang tinggi berada di kawasan WP Bodebekjur dan Cekungan Bandung. Studi Rybnikova (2022) menjelaskan bahwa *night time light* menjadi proksi yang kuat dalam mengukur pembangunan ekonomi dengan ketersediaan data yang lebih granular dan mutakhir. Indikator sarana prasarana keterampilan digital dan sentra industri juga menunjukkan pola yang sama dengan skor dimensinya dengan nilai yang relatif rendah di hampir semua desa/kelurahan. Potensi dari peningkatan digitalisasi tenaga kerja melalui pelatihan rupanya tidak dibarengi dengan ketersediaan infrastruktur sarana penyediaan keterampilan digital yang ada di wilayah tempat tinggal tenaga kerja. Konsekuensi dari temuan ini yaitu pemerintah daerah setempat dapat mendorong pemanfaatan platform digital dengan kolaborasi akademisi, lembaga pelatihan, dan pemerintah desa/kelurahan setempat guna mendorong pengetahuan tenaga kerja dalam memanfaatkan teknologi digital. Sementara itu, indikator akses internet memiliki capaian yang baik di hampir seluruh desa/kelurahan begitu juga dengan keberadaan fasilitas pendidikan. Potensi ini menjadi langkah



awal dalam mendorong perilaku masyarakat dalam memanfaatkan teknologi digital internet sejalan dengan tingkat adopsi internet di masyarakat yang masih rendah (Jatnika et al., 2024; Larasati et al., 2024; Nurhadryani et al., 2023).

Kolaborasi Digital dan Investasi dalam Mendorong Pembangunan Ekonomi Antar Daerah di Jawa Barat

Digitalisasi memberikan dampak yang luas pada seluruh aspek kehidupan masyarakat. Dalam ketenagakerjaan, adopsi teknologi digital mendorong peningkatan produktivitas dan pendapatan tenaga kerja pada hampir seluruh sektor lapangan usaha. Sejalan dengan RPJPD Jawa Barat 2025-2045, digitalisasi diarahkan pada percepatan pembangunan ekonomi dan sektor strategis termasuk mendorong Jawa Barat sebagai mata rantai industri nasional. Sehingga digitalisasi tidak hanya dipandang sebagai aspek pendukung saja tetapi juga sebagai *enabler* yang mendorong pertumbuhan ekonomi, efisiensi produksi, dan meningkatkan pelayanan kepada masyarakat.

Tabel 8 dan 9 menunjukkan hasil permodelan *Geographically Weighted Regression* (GWR) pada indikator digitalisasi terhadap pembangunan ekonomi dan industrialisasi di Jawa Barat. Tahapan pemodelan GWR diawali dengan identifikasi adanya pengaruh heterogenitas spasial melalui pengujian *Breusch-Pagan* dengan hasil signifikan (probabilitas kurang dari 0,05). Hal ini menunjukkan bahwa setiap kabupaten/kota di Jawa Barat memiliki variasi pengaruh dari variabel-variabel pembangunan digital terhadap pembangunan ekonomi dan industrialisasi. Temuan ini mengindikasikan pendekatan pembangunan digital tidak hanya bertumpu pada kebijakan umum melainkan perlu untuk mempertimbangkan aspek lokal masing-masing daerah (Magoutas et al., 2024; Wan et al., 2025). Selanjutnya yaitu pemilihan kernel optimum berdasarkan nilai AIC. Model pembangunan ekonomi pada Tabel 8 memiliki nilai AIC pada fungsi kernel *bisqaure*, *gaussian*, dan *exponential* secara berturut-turut sebesar 16,43; 21,43; dan 17,56. Sedangkan model industrilisasi pada Tabel 9 memiliki nilai AIC untuk fungsi kernel *bisquare* sebesar 67,69; *gaussian* sebesar 72,54; dan *exponential* sebesar 69,64. Sehingga fungsi kernel optimum yang digunakan dalam kedua model adalah fungsi kernel *bisquare*.

Pada model pembangunan ekonomi secara global, variabel tenaga kerja digital, investasi digital, dan infrastruktur digital berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan pembangunan ekonomi di Jawa Barat. Dari model GWR, ketiga variabel ini memiliki pengaruh dan signifikansi yang berbeda-beda untuk masing-masing kabupaten/kota. Hal yang sama juga ditunjukkan pada Tabel 9 di mana tenaga kerja digital dan investasi digital secara global berpengaruh positif dan signifikan terhadap industrialisasi di Jawa Barat, dengan pengaruh pada model GWR yang bervariasi. Studi Magoutas et al. (2024) mendapatkan hal yang serupa di mana tenaga kerja digital mengakselerasi perekonomian yang lebih luas di berbagai sektor. Temuan ini mengindikasikan bahwa kebijakan yang diarahkan dapat bersifat kontekstual dalam bentuk *place based policy*, tidak bersifat sama rata untuk setiap daerah (*one size fits all*).

Tabel 8. Peran Digitalisasi Tenaga Kerja dan Investasi Digital dalam Mendorong Pembangunan Ekonomi Jawa Barat

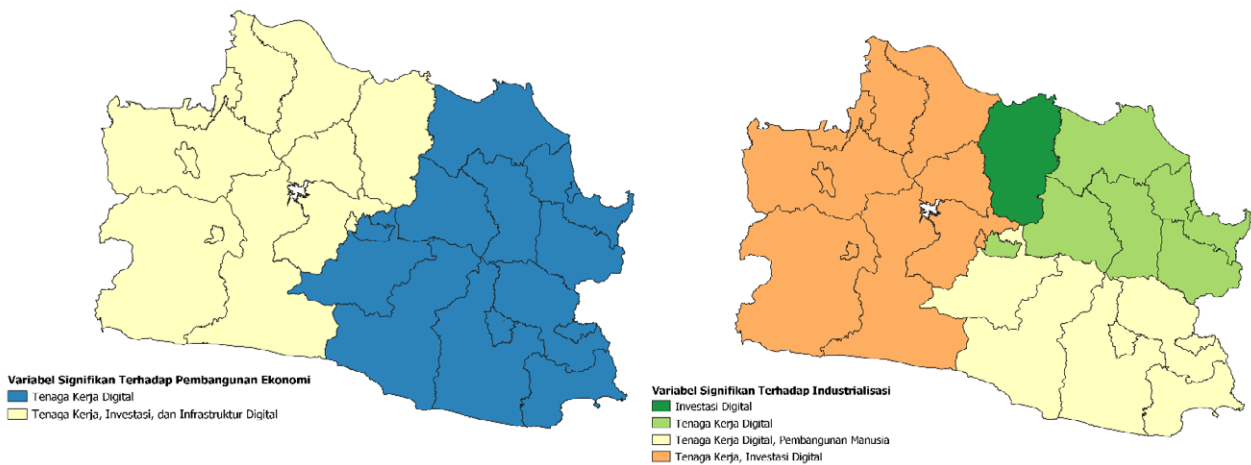
Variabel	GWR					Global
	Min	Q1	Median	Q3	Maks	
Tenaga Kerja Digital	0,633	0,652	0,829	0,997	1,032	0,886**
Investasi Digital	-0,018	0,017	0,070	0,170	0,190	0,104**
Infrastruktur Digital	0,020	0,027	0,035	0,036	0,0	0,038*
Pembangunan Manusia	0,012	0,015	0,021	0,035	0,041	0,015
Kolmogorv-Smirnov						> 0,05
Breusch-Pagan						< 0,05
Tingkat Signifikansi: **0,01; *0,05						

Tabel 9. Peran Digitalisasi Tenaga Kerja dan Investasi Digital dalam Mendorong Industrialisasi Jawa Barat

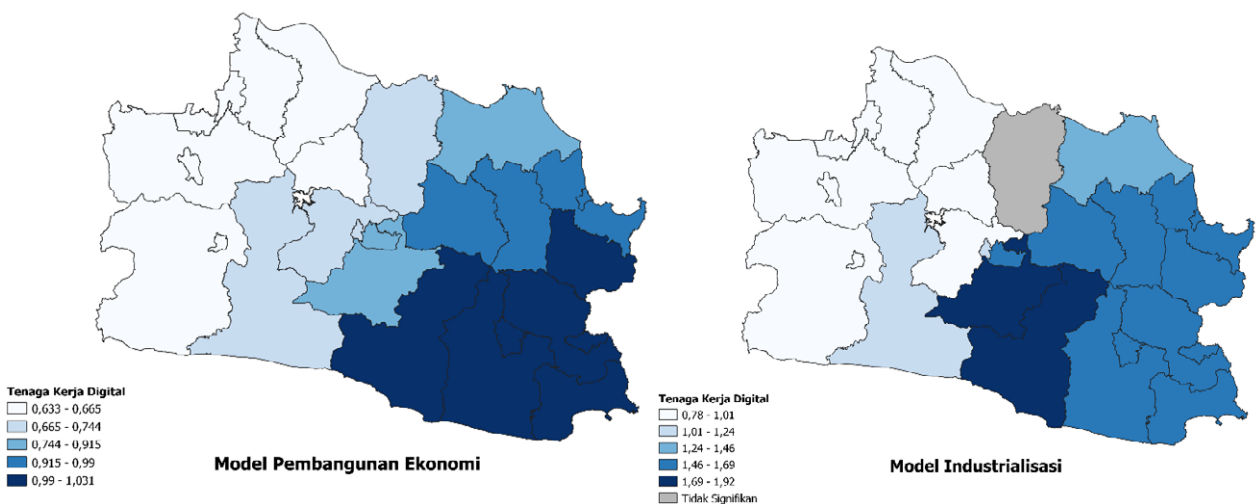
Variabel	GWR					Global
	Min	Q1	Median	Q3	Maks	
Tenaga Kerja Digital	0,784	0,902	1,368	1,605	1,916	1,339**
Investasi Digital	0,035	0,125	0,208	0,389	0,416	0,285**
Infrastruktur Digital	-0,128	-0,057	-0,034	0,004	0,011	0,007
Pembangunan Manusia	0,047	0,070	0,138	0,203	0,293	0,089
Kolmogorv-Smirnov						> 0,05
Breusch-Pagan						< 0,05
Tingkat Signifikansi: **0,01; *0,05						

Berdasarkan pemetaan variabel-variabel yang berpengaruh signifikan, Gambar 9 menunjukkan kombinasi variabel dari model pembangunan ekonomi dan industrialisasi. Pada pembangunan ekonomi, terdapat dua

kombinasi variabel yaitu tenaga kerja digital serta tenaga kerja digital, investasi digital, dan infrastruktur digital. Pola kombinasi variabel pada pembangunan ekonomi membagi Jawa Barat menjadi dua yaitu bagian timur (tenaga kerja digital, investasi digital, dan infrastruktur digital) dan barat (tenaga kerja digital). Bagian timur Jawa Barat khususnya pantura di dominasi oleh kawasan industri nasional dengan jaringan infrastruktur yang sudah terintegrasi. Dukungan investasi serta pembangunan infrastruktur digital pada kawasan ini dapat mendorong pembangunan ekonomi dengan dampak yang luas di kabupaten/kota sekitarnya. Sementara itu pada industrialisasi, Gambar 9 menunjukkan terdapat 4 kombinasi variabel yang berpengaruh signifikan yaitu tenaga kerja dan investasi digital di Jawa Barat bagian barat (oranye), tenaga kerja digital dan pembangunan manusia di Jawa Barat bagian timur laut (hijau muda), tenaga kerja digital di Jawa Barat bagian tenggara (kuning muda), serta investasi digital di Jawa Barat di Kabupaten Subang. Hasil ini menegaskan dampak pembangunan digital yang tidak dapat digeneralisasi secara seragam melainkan bervariasi berdasarkan kondisi kabupaten/kota. Secara konseptual, digitalisasi tenaga kerja berpengaruh terhadap industrialisasi dan pembangunan ekonomi dapat dipahami melalui berbagai cara seperti peningkatan modal manusia, produktivitas, serta transformasi struktur industri (Moncada et al., 2025). Dalam konteks Jawa Barat, digitalisasi tenaga kerja dan pembangunan manusia menjadi faktor utama dalam pembangunan di WP Priangan Timur. Sementara itu dari aspek modal, kawasan industri seperti WP Bodebekjur dan Purwasuka menunjukkan potensi yang kuat dengan konsentrasi aktivitas industri yang sudah tinggi dengan jaringan logistik yang mapan.



Gambar 9. Kombinasi Variabel Signifikan Model GWR Pembangunan Ekonomi dan Industrialisasi di Jawa Barat



Gambar 10. Peran Tenaga Kerja Digital dalam Pembangunan Ekonomi dan Industrialisasi di Jawa Barat

Pemetaan pada Gambar 9 kemudian didetailkan menurut variabel yang berpengaruh secara luas dalam pembangunan ekonomi dan industrialisasi. Gambar 10 merupakan pemetaan nilai koefisien variabel digitalisasi tenaga kerja yang berpengaruh signifikan terhadap pembangunan ekonomi dan industrialisasi di Jawa Barat.



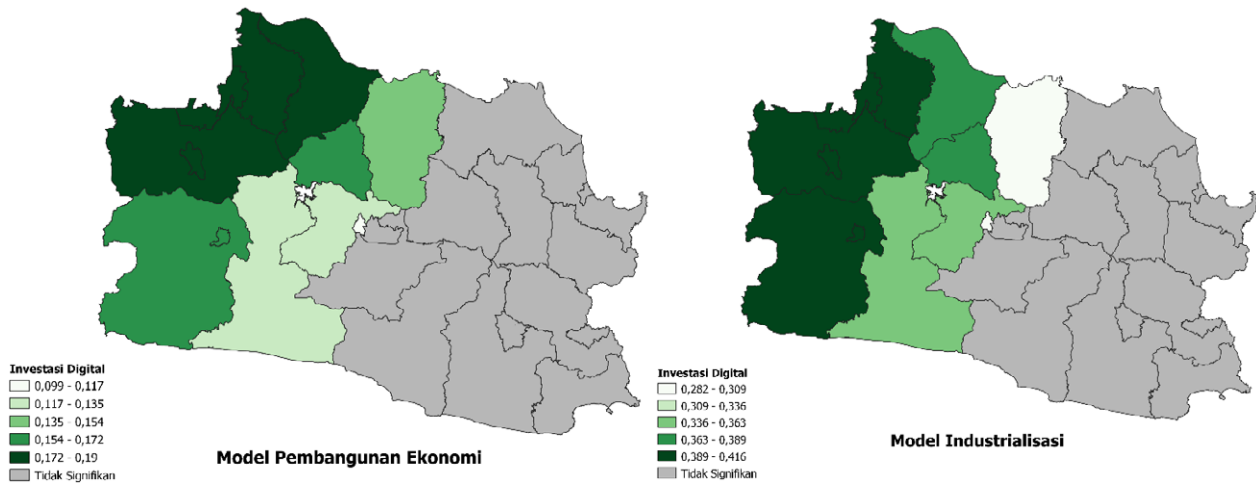
Tenaga kerja digital memiliki pengaruh yang paling luas dengan cakupan seluruh kabupaten/kota signifikan di model pembangunan ekonomi dan hanya satu kabupaten/kota yang tidak signifikan terhadap industrialisasi. Selain itu, variabel ini secara konsisten memiliki pengaruh yang positif dengan variasi pada setiap kabupaten/kota.

Secara spasial, Priangan Timur (terletak di Jawa Barat bagian tenggara) menjadi WP dengan pengaruh digitalisasi paling kuat terhadap pembangunan ekonomi dan industrialisasi. Setiap terjadi kenaikan tenaga kerja digital di WP Priangan Timur sebesar satu persen akan meningkatkan pembangunan ekonomi pada wilayah kabupaten/kota di WP tersebut sebesar 0,99 sampai 1,031 persen serta sektor industri sebesar 1,69 sampai 1,92 persen. Temuan ini menunjukkan bahwa WP Priangan Timur mendapatkan manfaat paling besar dari digitalisasi tenaga kerja. Kemudian WP Ciayumajakuning (terletak di Jawa Barat bagian timur laut) menjadi kawasan WP selanjutnya dengan pengaruh digitalisasi besar terhadap pembangunan ekonomi. Kedua WP ini menunjukkan bahwa peningkatan tenaga kerja digital menghasilkan lonjakan pembangunan ekonomi dan industrialisasi yang tinggi pada daerah-daerah yang masih berkembang atau wilayah *periphery*. Digitalisasi tenaga kerja WP Priangan Timur dapat diarahkan pada sektor agroindustri dan agrowisata guna mendorong industrialisasi dan pembangunan ekonomi yang lebih luas. Hal ini sejalan dengan arah kebijakan RPJPD Jawa Barat 2025-2045 di mana potensi sebagian besar kawasan WP Priangan Timur adalah industri berbasis pertanian dan pariwisata, khususnya pada kawasan selatan Kabupaten Pangandaran, Ciamis, Garut, dan Tasikmalaya.

Sementara itu, kawasan Bodebekjur dan Purwasuka memiliki pengaruh sedikit lebih rendah di mana kawasan ini merupakan sentra industri dan ekonomi Jawa Barat dan nasional. Dampak dari peningkatan digitalisasi tenaga kerja setiap persennya dapat mendorong pertumbuhan ekonomi sebesar 0,633 hingga 0,744 persen sementara industri sebesar 0,78 – 1,01 persen. Dalam teori *conditional convergence*, daerah dengan pembangunan dan modal (infrastruktur dan modal manusia) yang rendah dapat tumbuh lebih cepat jika mendapatkan dorongan modal sehingga tenaga kerja digital yang berperan sebagai faktor produksi dapat berperan efektif dalam mempercepat pertumbuhan ekonomi (Huffman & Huffman, 2021; Yi et al., 2025).

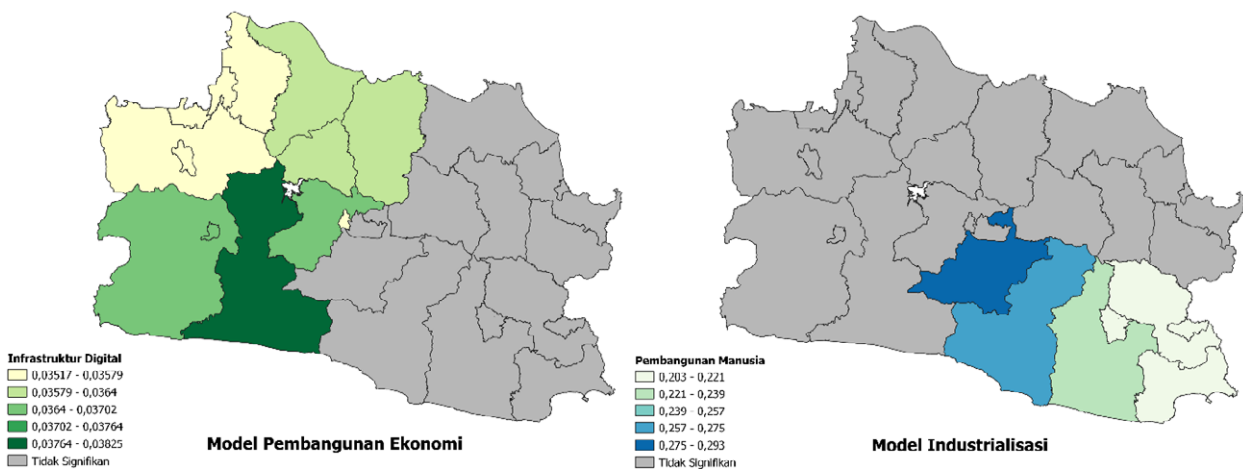
Dengan demikian, temuan empiris dan teoritis ini menunjukkan bahwa digitalisasi tenaga kerja menjadi instrumen yang penting untuk mengakselerasi konvergensi dan mengurangi disparitas pembangunan ekonomi antar daerah. Temuan dari model GWR juga memperjelas bahwa hubungan kausal antara digitalisasi tenaga kerja terhadap pembangunan ekonomi dan industrialisasi menunjukkan efektivitas dan dampak pada tingkat lokal. Namun, struktur sosial ekonomi pada sektor tradisional masih membatasi transformasi digital terutama pada sektor pertanian dan industri rumah tangga. Hal ini sejalan dengan kesenjangan kompetensi digital wilayah selatan dan utara di mana pekerja kawasan utara seperti WP Bodebekjur lebih siap beradaptasi dengan teknologi dibanding wilayah perdesaan di selatan Jawa Barat. Kondisi ini menunjukkan proses digitalisasi belum sepenuhnya inklusif dan terkonsentrasi pada wilayah industri modern.

Intervensi pemerintah perlu untuk diprioritaskan dalam mendorong pemanfaatan teknologi digital pada daerah dengan digitalisasi yang masih rendah karena dampak marginal yang dihasilkan lebih besar. Intervensi perlu diarahkan pada percepatan penyediaan infrastruktur dasar dan pelatihan digital pada WP Priangan Timur dan wilayah *periphery*. Merujuk pada hasil pemetaan *Smart Village* sebelumnya (Gambar 5), percepatan ini perlu diarahkan pada dimensi infrastruktur dan akses ekonomi, fasilitas pendidikan, dan sarana prasarana keterampilan digital. Selain itu, diperlukan dukungan sosial dan struktur budaya dengan mengedepankan aspek sosialisasi dan gotong royong seperti melalui BUMDes, Koperasi, dan pemerintah setempat mengingat sebagian besar kawasan WP Priangan Timur dan WP Sukabumi di dominasi wilayah perdesaan.



Gambar 11. Investasi Digital dalam Pembangunan Ekonomi dan Industrialisasi di Jawa Barat

Pada investasi digital, model pembangunan ekonomi dan industrialisasi memiliki sebaran yang serupa pada kabupaten/kota bagian timur Jawa Barat yang terdiri dari WP Bodebekjur, Purwasuka, dan Sukabumi. Gambar 11 menunjukkan dampak investasi digital paling besar dirasakan pada WP Bodebekjur baik dari segi manfaat ekonomi maupun peningkatan industri yang didapatkan. Setiap kenaikan dari investasi pada kabupaten/kota di kawasan Bodebekjur akan mengakselerasi pertumbuhan ekonomi sebesar 0,172 hingga 0,19 persen dan industrialisasi sebesar 0,389 sampai 0,416 persen. Pengaruh yang besar ini tidak terlepas dari kawasan Bodebekjur yang merupakan kawasan metropolitan Jabodetabekpunjur, khususnya kabupaten/kota yang berbatasan langsung dengan Provinsi DKI Jakarta. Konsentrasi investasi asing digital yang berada di Jakarta menciptakan efek pengganda bagi daerah di sekitarnya melalui integrasi jaringan transportasi, rantai nilai, dan produksi antara industri jasa digital di Jakarta dan industri pengolahan pada kawasan penyangga (Aritenang, 2021). Sebaliknya, WP Priangan Timur dan WP Ciyumajakuning relatif belum memiliki dampak yang signifikan dari investasi digital. Hal ini dapat disebabkan masih terbatasnya penetrasi modal digital dan akses infrastruktur pada kawasan *periphery* atau luar metropolitan.



Gambar 12. Infrastruktur Digital dalam Pembangunan Ekonomi dan Pembangunan Manusia dalam Industrialisasi di Jawa Barat

Selanjutnya dalam Gambar 12 menunjukkan sebaran dari variabel infrastruktur digital pada model ekonomi dan pembangunan manusia pada model industrialisasi. Merujuk pada Gambar 9, variabel pembangunan manusia pada model pembangunan ekonomi dan variabel infrastruktur digital pada model industrialisasi tidak berpengaruh signifikan di seluruh kabupaten/kota di Jawa Barat sehingga pemetaan hanya dilakukan pada variabel yang berpengaruh signifikan minimal pada satu kabupaten/kota. Dari Gambar 12, variabel infrastruktur digital pada model pembangunan ekonomi memiliki pola yang sama dengan investasi digital pada Gambar 11. Hal ini merupakan bentuk keselarasan di mana manfaat dari investasi digital juga



berdampak pada peningkatan infrastruktur digital yang mendorong pembangunan ekonomi lebih tinggi. Studi Widita & Lechner (2024) menjelaskan kawasan penyangga Jakarta memperoleh manfaat dari limpahan infrastruktur digital di Jakarta sebagai pusat spasial melalui difusi teknologi dan jaringan digital. Daerah penyangga yang berada pada jarak fungsional Jakarta memperoleh percepatan adopsi teknologi digital beserta dengan pembangunan infrastrukturnya yang kemudian mendorong pertumbuhan ekonomi lokal yang lebih luas.

Sementara itu pada aspek pembangunan manusia, Gambar 12 menunjukkan variabel ini memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap industrialisasi pada WP Priangan Timur dan Kabupaten Bandung. Sejalan dengan mekanisme model *lewis dual sector*, daerah dengan capaian pembangunan pendidikan yang rendah jika mendapatkan tambahan peningkatan kualitas sumber daya manusia akan menghasilkan dampak marjinal yang lebih besar dengan memperlebar kapasitas tenaga kerja berpindah dari sektor tradisional ke sektor modern (Salmon, 2025). Pembangunan manusia berperan sebagai *absorptive capacity* yang mengakselerasi industrialisasi di daerah dengan capaian pendidikan yang relatif rendah. Oleh karena itu, kebijakan investasi pada pendidikan dan keterampilan digital perlu untuk didorong agar transformasi dapat berjalan lebih inklusif dan berkelanjutan antar daerah khususnya pada WP Priangan Timur seperti optimalisasi pelatihan digital bagi tenaga kerja dan masyarakat.

ASPEK REKOMENDATIF

Penelitian ini menyoroti peran penting pemerataan infrastruktur digital untuk menjamin peningkatan transformasi tenaga kerja digital yang inklusif. Pemerataan infrastruktur berperan krusial untuk mengurangi berbagai kesenjangan baik kesenjangan antarwilayah, antarsektor, demografi, maupun antar tingkat kesejahteraan. Dari sisi penawaran, Pemerintah Provinsi Jawa Barat dan pemerintah kabupaten/kota setempat dapat memfasilitasi kerja sama antara operator internet, BUMN/BUMD, serta pihak swasta melalui skema *Public-Private Partnership (PPP)* untuk memperluas jaringan internet dan infrastruktur pendukungnya khususnya di wilayah perdesaan. Perluasan infrastruktur digital dapat tercipta dengan adanya regulasi yang memudahkan pihak investor. Regulasi yang dapat diterapkan meliputi pemberian keringanan retribusi, pajak daerah, atau izin pembangunan menara BTS untuk penyedia layanan (*Internet Service Provider*) yang bersedia membangun jaringan di wilayah *blank spot* atau pedalaman. Kolaborasi diperlukan antar OPD dan swasta, seperti Dinas Komunikasi dan Informatika (Diskominfo), Dinas Bina Marga dan Penataan Ruang (DBMPR), dan Badan Perencana Pembangunan Daerah (Bappeda) sebagai koordinator teknis dan integrator kebijakan. Selain itu, perlu adanya keterlibatan perusahaan telekomunikasi seperti Telkom, Telkomsel, Indosat, dan provider lainnya, guna memastikan pemerataan akses digital yang efektif, efisien, dan mendukung transformasi ekonomi di wilayah perdesaan. Fokus pengembangan dapat diarahkan terlebih dahulu pada desa-desa dengan capaian *smart village* yang masih rendah seperti wilayah selatan Jawa Barat dengan penyediaan infrastruktur dasar dan digital, kemudian diikuti pembentukan ekosistem ekonomi digital lokal.

Dari sisi permintaan, pemerintah perlu memastikan tak seorang pun tertinggal dalam mengakses dan memanfaatkannya teknologi digital. Untuk mengoptimalkan potensi transformasi digital secara utuh, akses terhadap infrastruktur digital perlu dilengkapi dengan adopsi teknologi digital secara luas dan tingkat keterampilan digital minimum (OECD, 2024a). Temuan penelitian menunjukkan bahwa pendidikan dan pelatihan berperan krusial dalam mendorong adopsi teknologi. Dalam mendukung transformasi digital, Pemerintah Provinsi Jawa Barat berkolaborasi dengan Dinas Pendidikan, Dinasakertrans, Universitas, dan BLK (Balai Latihan Kerja) untuk menyelenggarakan pelatihan keterampilan teknis terkait penggunaan teknologi digital yang dapat berguna untuk *upskilling* pencari kerja maupun pekerja untuk peningkatan produktivitas. Pelatihan keterampilan teknis digital dapat dilakukan dalam beberapa seri, mulai dari keterampilan dasar (*foundation skills*), menengah (*intermediate skills*) misalkan pemanfaatan sosial media dalam promosi produk, hingga tingkat yang lebih lanjut (*advanced skills*). Mengingat hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap daerah memiliki keragaman, penyelenggaraan pelatihan dapat diarahkan pada potensi dan basis ekonomi masing-masing daerah.

Selain pelatihan berbasis luring, pemerintah perlu mengenalkan pelatihan berbasis *Lifelong Learning Ecosystem* melalui optimalisasi platform digital seperti *Digital Talent Scholarship* dari Komdigi serta *Jabar Digital Academy* dan *Jabar CorpU Talent* dari Pemerintah Provinsi Jawa Barat, khususnya pada kawasan WP Priangan Timur dan WP Sukabumi dengan capaian pembangunan digital yang relatif masih rendah. Model ini dapat mengimplementasi *DigComp Framework* yang ada di Vietnam dengan memberi penekanan pada pelatihan modular sesuai karakteristik individu dan wilayah. Kurikulum pelatihan terdiri dari *basic digital skill* untuk warga pedesaan dan *applied digital content creation* bagi pelaku UMKM dalam mempromosikan produk usahanya (Nguyen et al., 2024). Pelatihan melalui *e-learning/daring* dapat memfasilitasi masyarakat dengan menyediakan

akses yang lebih luas, menjamin fleksibilitas waktu dan tempat, serta lebih efisien dari segi biaya. Pengenalan platform digital ini dapat melalui sosial media atau aparatur desa setempat.

Strategi pembangunan ekosistem digital yang inklusif ini diharapkan mampu mendorong transformasi digital di seluruh wilayah. Berdasarkan temuan, sintesis dalam setiap WP perlu disesuaikan dengan karakteristik ekonomi, kesiapan digital, dan kapasitas kelembagaan setempat.

- WP Priangan Timur dan WP Sukabumi
Temuan *Smart Village* yang masih rendah dengan potensi pembangunan ekonomi besar dari model GWR menunjukkan arah yang sama dalam RPJPD 2025-2045. WP ini perlu diarahkan pada penguatan SDM, pembangunan infrastruktur digital, serta mendorong industrialisasi sektor agroindustri, perikanan, serta pariwisata dengan tetap menjaga keseimbangan lingkungan. Fokus perlu dikembangkan pada *smart agroindustry* dan *digital tourism* dengan menyediakan infrastruktur dasar ekonomi dan digital serta penguatan kelembagaan desa seperti BUMDes, Koperasi Unit Desa, Koperasi Desa Merah Putih, dan Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis). Tahapan implementasi dapat diawali dari pemetaan kapasitas digital masyarakat, pelatihan dasar pemanfaatan teknologi digital misalnya promosi melalui sosial media atau *marketplace*, dan penguatan jaringan usaha dengan koperasi sebagai kolaborator antara petani/nelayan dengan pelaku industri agro.
- WP Ciayumajakuning
WP ini memiliki capaian *smart village* yang cukup baik dengan dampak digitalisasi tenaga kerja yang besar. Wilayah ini berada di pantai utara dan gerbang timur Jawa Barat dengan potensi pengembangan agribisnis, perikanan, dan jasa logistik. Pelatihan digital perlu untuk diarahkan pada pengembangan *digital supply chain management* dan *e-commerce agribusiness*. Selain itu, optimalisasi keberadaan Aerocity Kertajati sebagai pusat pertumbuhan ekonomi baru dengan dukungan konektivitas dan jaringan internet yang kuat. Pembangunan *broadband corridor* dan *digital hub* dapat berfungsi juga sebagai *driver* bagi peningkatan kegiatan ekonomi di sektor agribisnis, logistik, dan pelaku UMKM. Tahapan pelaksanaan dapat diawali dengan pelatihan digital dalam mendorong produktivitas tenaga kerja, penguatan koperasi dan BUMDes dalam pembiayaan usaha pertanian, dan integrasi *digital hub* pada kawasan Aerocity Kertajati dan Tol Trans Jawa untuk mewujudkan konektivitas yang efisien.
- WP Purwasuka
Sebagai kawasan industri berbasis industri dan pangan, WP ini perlu untuk memperkuat pendidikan vokasi digital berdasarkan kebutuhan industri dan digitalisasi sistem pertanian. Pengembangan kapasitas tenaga kerja perlu difokuskan pada *upskilling* dan *smart manufacturing* dengan menjalin kemitraan antara pemerintah, politeknik/universitas, serta kawasan industri setempat. Tahap awal dengan integrasi antara kebutuhan industri dan kurikulum pelatihan yang memanfaatkan Balai Latihan Kerja (BLK) dan *Jabar Digital Academy*, penguatan kurikulum pendidikan vokasi pada kawasan industri, dan penyediaan infrastruktur penunjang pada industri pertanian seperti alat dan mesin pertanian modern.
- WP Cekungan Bandung
Sebagai pusat pemerintahan dan sentra metropolitan, pengembangan kawasan Cekungan Bandung diarahkan pada inovasi dan ekonomi kreatif serta industri non ekstraktif dan non polutif. Transformasi digital tenaga kerja perlu diarahkan pada pengembangan *creative technology* dan *innovation-driven entrepreneurship* melalui pelatihan digital pada bidang desain, aplikasi, dan konten digital. Dari sisi infrastruktur, penyediaan *co-working space*, jaringan internet publik, dan sistem transportasi antar kawasan inti dan penyangga dalam lingkup Cekungan Bandung. Akses pembiayaan yang inovatif melalui kolaborasi dengan *venture capital* dan lembaga inkubasi seperti Bandung Technopark.
- WP Bodebekjur
Sebagai kawasan penyangga metropolitan terbesar di Indonesia, WP ini memiliki peran strategis dalam mendorong transformasi industri dan digital. Fokus pembangunan diarahkan pada transformasi tenaga kerja pada *advanced digital skills* seperti pelatihan analisis data, *coding*, kecerdasan buatan, dan *cyber security*. Kolaborasi Kominfo melalui *Digital Talent Academy*, Kemenaker melalui Kartu Prakerja, dan Pemprov Jawa Barat melalui *Jabar Digital Academy* diperlukan guna mendorong ruang pengembangan yang lebih luas dalam industri dan jasa digital. Sinergi program tersebut diharapkan mampu memperluas pengembangan industri dan jasa digital di kawasan ini dan sekitarnya. Sekaligus membentuk keterpaduan dengan sektor industri dan jasa di kawasan inti metropolitan Jakarta sebagai pusat perdagangan dan ekonomi global di Indonesia.

Secara umum dari aspek perlindungan tenaga kerja, pemerintah melalui Disnakertrans bekerjasama dengan BPJS Ketenagakerjaan untuk menyiapkan skema perlindungan jaminan sosial bagi tenaga kerja digital



khususnya di sektor informal pekerja *gig* yang memungkinkan pekerja tetap mendapatkan jaminan sosial meski berpindah platform. Selain skema jaminan sosial, pemerintah perlu untuk mengupayakan akses pembiayaan mikro dengan bunga rendah bagi pelaku usaha digital UMKM melalui kerja sama antara Bank Indonesia, OJK, Bank Jawa Barat (BJB), dan Bank BUMN atau swasta. Perluasan akses layanan finansial perbankan dan koperasi juga perlu menjadi perhatian. Hal ini sejalan dengan pengembangan *smart village* di Jawa Barat dengan memperkuat dimensi infrastruktur dan akses ekonomi yang masih memiliki capaian yang rendah. Optimalisasi peran koperasi dalam mendukung pembiayaan mikro mengingat keberadaannya hampir dijumpai pada setiap desa/kelurahan di Jawa Barat. Program *smart village* dan desa digital perlu untuk dikolaborasikan agar menjadi pusat inovasi desa yang menjadi wadah inkubator bisnis lokal dan simpul rantai pasok digital. Dinas Pemberdayaan Masyarakat dan Desa (DPMD) dan Dinas Komunikasi dan Informasi (Diskominfo) menjadi koordinator dalam implementasi dengan membangun tata kelola, ketersediaan infrastruktur, dan interoperabilitas sistem yang ada di desa. Dinas Perindustrian dan Perdagangan (Disperindag) dan Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (PMPTSP) dapat mendorong industrialisasi desa dengan bantuan anggaran dan investasi digital pada kawasan potensial melalui skema insentif fiskal dan non fiskal bagi penanam modal. Rekomendasi ini sejalan dengan hasil dan praktik yang sudah dilakukan dalam bentuk *Digital Village Development Strategy* oleh Tiongkok sejak 2019 yang menjadi bagian dari *Rural Revitalization Strategy*. Kebijakan yang dibangun ini tidak hanya berfokus pada pembangunan infrastruktur digital tetapi juga ekosistem pembelajaran dan wirausaha berbasis digital di pedesaan (Xiong et al., 2024; Zhang & Zhang, 2020).

Kebijakan dalam jangka panjang perlu untuk mempersiapkan pengembangan ekonomi Jawa Barat bagian selatan dalam bentuk *southern digital corridor* melalui integrasi ekonomi pada sektor pariwisata, industri ramah lingkungan, industri kreatif, dan pariwisata. Skema pembiayaan dapat berupa pendanaan *blended* antara pemerintah pusat dan daerah, kerja sama BUMN/D, dan kemitraan swasta, khususnya di WP Sukabumi dan Priangan Timur.

KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis secara komprehensif dan holistik dari mikro sampai makro faktor-faktor yang mendorong digitalisasi tenaga kerja serta perannya terhadap pembangunan di Jawa Barat. Melalui pendekatan regresi logistik multilevel, penelitian ini berhasil mengidentifikasi karakteristik individu (aspek mikro) dan kontekstual (aspek makro) berperan signifikan mendorong transformasi tenaga kerja digital di Jawa Barat. Pendekatan mikro memberikan fondasi gambaran kebijakan dalam upaya pemberdayaan tenaga kerja, sementara pada aspek makro menunjukkan dukungan infrastruktur pembangunan dalam meningkatkan kesempatan transformasi tenaga kerja digital. Dari perspektif individu, capaian pendidikan yang lebih tinggi meningkatkan kecenderungan untuk menjadi tenaga kerja digital. Pekerja yang capaian pendidikannya sarjana/ perguruan tinggi memberikan dampak paling besar untuk memanfaatkan teknologi digital. Keikutsertaan dalam pelatihan serta aspek generasi yang lebih muda mendorong pekerja untuk memanfaatkan teknologi digital dalam pekerjaannya. Lapangan usaha informasi dan komunikasi memiliki kecenderungan terbesar dalam menyerap tenaga kerja digital, sedangkan sektor pertanian justru menunjukkan kecenderungan pemanfaatan teknologi digital yang paling rendah dibandingkan lapangan usaha lainnya.

Dari perspektif faktor kontekstual kewilayahan, keberadaan infrastruktur level desa/kelurahan (2-level model) memiliki andil yang signifikan dalam mendorong transformasi tenaga kerja digital di Jawa Barat. Keberadaan infrastruktur komunikasi seperti menara *Base Transceiver Stations* (BTS), akses infrastruktur pendidikan seperti SMA/SMK, serta fasilitas finansial baik perbankan maupun koperasi meningkatkan potensi tenaga kerja dalam mengakses teknologi digital. Namun dari sisi keberadaan akses internet dan akses jaringan berkecepatan tinggi pengaruh yang diberikan masih belum berdampak secara signifikan dalam mendorong digitalisasi tenaga. Sementara pada tingkat kabupaten/kota (3-level model), investasi menjadi katalis dalam meningkatkan probabilitas tenaga kerja digital di Jawa Barat.

Penelitian ini berhasil membangun Indeks *Smart Village* pada seluruh desa/kelurahan di Jawa Barat dengan lima dimensi penyusun yaitu Dimensi Infrastruktur dan Akses Ekonomi, Pendidikan dan Kelembagaan Ekonomi, Konektivitas dan Digitalisasi, Ketahanan dan Kapasitas Digital, serta Industri Produktif Lokal. Berdasarkan pemetaan capaian Indeks *Smart Village*, sebagian besar desa/kelurahan sekitar Provinsi DKI Jakarta atau berada pada kawasan metropolitan Jabodetabekpunjur (khususnya Bogor – Depok – Bekasi – Puncak – Cianjur) memiliki capaian indeks yang tinggi. Ketimpangan capaian Indeks *Smart Village* terlihat antara Jawa Barat bagian utara dan selatan. Sebagian besar desa/kelurahan yang berada di Jawa Barat bagian selatan seperti Kabupaten Sukabumi, Cianjur, Garut, Tasikmalaya, dan Pangandaran memiliki nilai Indeks *Smart Village* yang rendah. Hasil *overlay* Indeks *Smart Village* dengan cakupan jaringan selular menunjukkan bahwa terdapat

kesenjangan digital antara Jawa Barat bagian utara dan bagian selatan. Area utara memiliki densitas infrastruktur internet dan cakupan yang jauh lebih luas dibandingkan area selatan. Beberapa wilayah area selatan yang memiliki cakupan internet yang relatif baik di antaranya Kota Tasikmalaya, Kota Sukabumi, serta sebagian kecil dari masing-masing kabupaten/kota di area selatan Jawa Barat. Ditinjau dari capaian dimensi tiap dimensi pada level kelurahan/desa, dimensi infrastruktur dan akses ekonomi memiliki disparitas yang terbesar antar wilayah.

Penelitian ini berhasil membangun model tenaga kerja digital dan faktor pendorong digitalisasi secara makro serta estimasi lokal untuk setiap daerah terhadap pembangunan ekonomi dan industrialisasi. Hasil pemodelan membuktikan bahwa secara global variabel tenaga kerja digital, investasi digital, dan infrastruktur digital berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan pembangunan ekonomi sementara tenaga kerja digital dan investasi pada industrialisasi di Jawa Barat. Dari hasil pemodelan GWR, tenaga kerja digital memiliki pengaruh yang luas dengan arah positif dan nilai koefisien parameter yang bervariasi. Sementara itu, investasi dan infrastruktur digital memiliki signifikansi parsial khususnya pada WP Bodebekjur dan WP Sukabumi. Pembangunan manusia memiliki arah yang positif dan signifikan para kabupaten/kota WP Priangan Timur. Hasil ini membuktikan bahwa setiap WP dan kabupaten/kota memiliki persamaan yang bervariasi sehingga pendekatan kebijakan bersifat *multi-level governance*.

REFERENSI

- Abidi, N., El Herradi, M., & Sakha, S. (2023). *Digitalization and resilience during the COVID-19 pandemic*. *Telecommunications Policy*, 47(4), 102522. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102522>
- Albuquerque, P., Rey, C., Rezende de Almeida Junior, G., Rodrigues Júnior, W., Henrique Melo Albuquerque, P., & Rey Laureto Marina Garcia Pena Rafael Dantas Guimarães Gilberto Rezende de Almeida Júnior, C. (2009). *Augmenting the Solow-Romer Model with Spatial Externalities: An Application to the Brazilian Case*. <https://www.researchgate.net/publication/265149604>
- Amaglobeli, D., Moszoro, M., & Kumar, U. (2023). *Determinants and Social Dividends of Digital Adoption*. *IMF Working Papers*, 2023(065), 1. <https://doi.org/10.5089/9798400237997.001>
- Amartya Sen. (1999). *Development as Freedom*.
- Aminullah, E., Fizzanty, T., Nawawi, N., Suryanto, J., Pranata, N., Maulana, I., Ariyani, L., Wicaksono, A., Suardi, I., Azis, N. L. L., & Budiatri, A. P. (2024). *Interactive Components of Digital MSMEs Ecosystem for Inclusive Digital Economy in Indonesia*. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(1), 487–517. <https://doi.org/10.1007/s13132-022-01086-8>
- Anatan, L., & Nur. (2023). *Micro, Small, and Medium Enterprises' Readiness for Digital Transformation in Indonesia*. *Economies*, 11(6), 156. <https://doi.org/10.3390/economies11060156>
- Aritenang, A. F. (2021). *The contribution of foreign investment and industrial concentration to firm competitiveness in Jakarta Megacity*. *Cities*, 113, 103152. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103152>
- BPS. (2022). *Analisis Isu Terkini 2022*.
- BPS. (2024a). *Keadaan Angkatan Kerja di Indonesia Agustus 2024*.
- BPS. (2024b). *Statistik Kesejahteraan Rakyat 2024*.
- BPS. (2025). *Keadaan Angkatan Kerja di Indonesia Februari 2025*.
- Celios. (2024). *Side Effects of Formalizing Gig Workers in Indonesia*. <https://celios.co.id/side-effects-of-formalizing-gig-workers-in-indonesia/>
- Cen, C., & Lin, X. (2025). *The impact of mobile internet development on firm labor demands in China*. *Scientific Reports*, 15(1), 13703. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-85907-1>
- Chen, C., Wang, S., Yao, S., & Lin, Y. (2023). *Does digital transformation increase the labor income share? From a perspective of resources reallocation*. *Economic Modelling*, 128, 106474. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2023.106474>
- Chiemeke, S. C., & Imafidor, O. M. (2020). *An assessment of the impact of digital technology adoption on economic growth and labour productivity in Nigeria*. *NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking*, 21(1–3), 103–128. <https://doi.org/10.1007/s11066-020-09143-7>
- Cleff, T. (2025). *Factor Analysis*. In *Applied Statistics and Multivariate Data Analysis for Business and Economics* (pp. 501–515). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-78070-7_14
- Ester Willis Simbolon, Hati Nurani Ndraha, Mariska Simanjong, Francisco Edelofaisal Pasaribu, & Joy Aritha Yaman Damanik. (2025). *Upaya atau Strategi Penanggulangan Sinyal Blank Spot pada Sistem Komunikasi Seluler di Desa Nalela Kecamatan Porsea*. *Jurnal Kemitraan Masyarakat*, 2(1), 47–55. <https://doi.org/10.62383/jkm.v2i1.1304>
- Gómez-Tello, A., Murgui-García, M.-J., & Sanchis-Llopis, M.-T. (2025). *Agglomeration and human capital: an extended*



- spatial Mankiw-Romer-Weil model for European regions. *Empirica*. <https://doi.org/10.1007/s10663-025-09648-0>
- Gong, Z., & Kim, M. S. (2024). Policy Analysis Using Multilevel Regression Models with Group Interactive Fixed Effects. *Journal of Business & Economic Statistics*, 42(4), 1264–1275. <https://doi.org/10.1080/07350015.2024.2308108>
- Guo, Q., Liu, X., & Li, S. (2025). Manufacturing workers or platform gig workers? The impact of digital transformation in manufacturing and service sectors on job quality and labor allocation. *Journal of Digital Economy*, 4, 72–94. <https://doi.org/10.1016/j.jdec.2025.06.003>
- Hilmawan, R., Aprianti, Y., Vo, D. T. H., Yudaruddin, R., Bintoro, R. F. A., Fitrianto, Y., & Wahyuningsih, N. (2023). Rural development from village funds, village-owned enterprises, and village original income. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(4), 100159. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100159>
- Hox, J. J., Moerbeek, M., & van de Schoot, R. (2017). *Multilevel Analysis (3rd ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315650982>
- Huffman, N., & Huffman, W. (2021). Convergence theory and conditional income convergence among sub-Saharan African countries. *Agricultural Economics*, 52(6), 915–925. <https://doi.org/10.1111/agec.12670>
- Ika Sari, G., Winasis, S., Pratiwi, I., Wildan Nuryanto, U., & Basrowi. (2024). Strengthening digital literacy in Indonesia: Collaboration, innovation, and sustainability education. *Social Sciences & Humanities Open*, 10, 101100. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101100>
- INDEF. (2024). Peran Platform Digital Terhadap Pengembangan UMKM di Indonesia.
- Jatnika, D. C., Burhanudin, M., Budiarti Santoso, M., & Septiyanti, S. P. (2024). Empowerment Theory and Digital Village: Insights from West Java's Digital Village Programme. *The Journal of Indonesia Sustainable Development Planning*, 5(3), 227–245. <https://doi.org/10.46456/jisdep.v5i3.623>
- Katsnelson, L., & Oberholzer-Gee, F. (2021). Being the Boss: Gig Workers' Value of Flexible Work (21; 124). <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=60255>
- Kharisma, B., & Indrawan, Z. M. S. (2023). Analysis of rice price transmission in West Java, Indonesia. In *Cogent Food and Agriculture (Vol. 9, Issue 2)*. Informa Healthcare. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2266198>
- Kim, J., Gray, J. A., Ciesla, J. R., & Yao, P. (2022). The Impact of an Internet Use Promotion Programme on Communication, Internet Use, and the Extent of Social Networks among Low-Income Older Adults. *Ageing International*, 47(2), 348–371. <https://doi.org/10.1007/s12126-021-09422-0>
- Kiviaho, A., & Einolander, J. (2023). Digital transformation, well-being and shrinking communities: Narrowing the divides between urban and rural. *Heliyon*, 9(8), e18801. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18801>
- Koç, T. (2022). Bandwidth Selection in Geographically Weighted Regression Models via Information Complexity Criteria. *Journal of Mathematics*, 2022, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2022/1527407>
- Komdigi. (2025). Indeks Masyarakat Digital Indonesia 2024.
- Laksana, S., & Muchlish Al Rahmat, A. (2022). How to Cope With Strategic Infrastructure Disparities in West Java? (A Post-Pandemic Economic Recovery Analysis). *The Journal of Indonesia Sustainable Development Planning*, 3(3), 222–245. <https://doi.org/10.46456/jisdep.v3i3.353>
- Larasati, N., Putri, A. A., Soemodinoto, A. S., Alyssa, N., & Shoofiyani, O. S. (2024). Unified theory of acceptance and use of technology model to understand farmer's readiness: Implementation of precision agriculture based on digital IoT monitoring apps in West Java, Indonesia. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 14(03), 176–183. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.348863>
- Magoutas, A. I., Chaideftou, M., Skandali, D., & Chountalas, P. T. (2024). Digital Progression and Economic Growth: Analyzing the Impact of ICT Advancements on the GDP of European Union Countries. *Economies*, 12(3), 63. <https://doi.org/10.3390/economies12030063>
- Manapa Sampetoding, E. A., & ER, M. (2024). Digital Transformation of Smart Village: A Systematic Literature Review. *Procedia Computer Science*, 239, 1336–1343. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.304>
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437. <https://doi.org/10.2307/2118477>
- Marôco, J. (2024). Factor Analysis of Ordinal Items: Old Questions, Modern Solutions? *Stats*, 7(3), 984–1001. <https://doi.org/10.3390/stats7030060>
- Moncada, R., Carbonero, F., Geuna, A., & Riso, L. (2025). Digital adoption and human capital upscaling: a regional study of the manufacturing sector. *Small Business Economics*, 64(4), 2061–2103. <https://doi.org/10.1007/s11187-024-00975-3>
- Muhtar, E. A., Abdillah, A., Widianingsih, I., & Adikancana, Q. M. (2023). Smart villages, rural development and community vulnerability in Indonesia: A bibliometric analysis. *Cogent Social Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2219118>
- Nguyen, T. Q., Ngoc, P. T. A., Phuong, H. A., Duy, D. P. T., Hiep, P. C., McClelland, R., & Noroozi, O. (2024). Digital

- competence of Vietnamese citizens: An application of digcomp framework and the role of individual factors. *Education and Information Technologies*, 29(15), 19267–19298. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12585-3>
- Nurhadryani, Y., Mardiana, R., Asfarian, A., Ardiansyah, F., Hermadi, I., & Herlina, M. (2023). Digitalization of agriculture in rural areas in West Java, Indonesia: Potential and challenges. *FISAED: Science and Technology for Sustainable Agromaritime*.
- OECD. (2024a). 2023 OECD Digital Government Index. <https://doi.org/10.1787/1a89ed5e-en>
- OECD. (2024b). Digital public infrastructure for digital governments. <https://doi.org/10.1787/ff525dc8-en>
- Olson, K., Phillips, A., Smyth, J. D., & Stenger, R. (2025). The Urban–Rural Digital Divide in Internet Access and Online Activities During the COVID-19 Pandemic. *Rural Sociology*, 90(3). <https://doi.org/10.1111/ruso.70012>
- Onjewu, A.-K. E., Godwin, E. S., Azizsafaei, F., & Appiah, D. (2025). The influence of technology use on learning skills among generation Z: A gender and cross-country analysis. *Industry and Higher Education*, 39(2), 139–157. <https://doi.org/10.1177/09504222241263227>
- Ozturk, I., Alqassimi, O., & Ullah, S. (2024). Digitalization and SMEs development in the context of sustainable development: A China perspective. *Heliyon*, 10(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27936>
- Putri, T. E., Darmawan, P., & Heeks, R. (2023). What is fair? The experience of Indonesian gig workers. *Digital Geography and Society*, 5, 100072. <https://doi.org/10.1016/j.diggeo.2023.100072>
- Qin, S., Liu, Z., Wang, J., & Wu, Y. (2024). The impact of digital transformation on labour demand quantity and structure: Evidence from China. *Economic Analysis and Policy*, 84, 1452–1469. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2024.10.036>
- Raja, S. S., Raju, V., Husnain, M., Sarfraz, S., Malik, F., & Raja, S. S. (2022). Framework for Sustainable Rural Development through Entrepreneurial Initiatives in Emerging Economies. *Sustainability*, 14(19), 11972. <https://doi.org/10.3390/su141911972>
- Rohayati, Y., & Abdillah, A. (2024). Digital Transformation for Era Society 5.0 and Resilience: Urgent Issues from Indonesia. *Societies*, 14(12), 266. <https://doi.org/10.3390/soc14120266>
- RRI. (2024, February 21). Ratusan Desa Blank Spot Pemprov Jabar Dorong Kolaborasi. IPTEK. <https://rri.co.id/iptek/565433/ratusan-des-blank-spot-pemprov-jabar-dorong-kolaborasi>
- Rustiadi, E., Pravitasari, A. E., Setiawan, Y., Mulya, S. P., Pribadi, D. O., & Tsutsumida, N. (2021). Impact of continuous Jakarta megacity urban expansion on the formation of the Jakarta-Bandung conurbation over the rice farm regions. *Cities*, 111, 103000. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103000>
- Rybnikova, N. (2022). Everynight Accounting: Nighttime Lights as a Proxy for Economic Performance of Regions. *Remote Sensing*, 14(4), 825. <https://doi.org/10.3390/rs14040825>
- Salmon, D. R. (2025). Arthur Lewis revisited: economic development with a limited supply of labour. *The Round Table*, 114(3), 215–222. <https://doi.org/10.1080/00358533.2025.2507118>
- Sarabdeen, M., & Alofaysan, H. (2023). Investigating the Impact of Digital Transformation on the Labor Market in the Era of Changing Digital Transformation Dynamics in Saudi Arabia. *Economies*, 11(1), 12. <https://doi.org/10.3390/economies11010012>
- Singun, A. (2025). Unveiling the barriers to digital transformation in higher education institutions: a systematic literature review. *Discover Education*, 4(1), 37. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00430-9>
- SMERU. (2022). Diagnostic Report Digital Skills Landscape in Indonesia. <http://pathwayscommission.bsg.ox.ac.uk/digital-economy-kit>
- Susilowati, A. P. E., Rachmawati, R., & Rijanta, R. (2025). Smart village concept in Indonesia: ICT as determining factor. *Heliyon*, 11(1), e41657. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e41657>
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2020). *Economic Development* (13th ed.). Pearson Education.
- Wan, G., Yang, L., Hao, Y., & Geng, Y. (2025). Assessing the impacts of digital economy on urban green development efficiency. *Sustainable Futures*, 10, 100910. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100910>
- Wang, J., Yao, Y., Ge, H., & Wang, J. (2025). The Impact of Digital Inclusive Finance on SME Innovation. *Sustainability*, 17(8), 3633. <https://doi.org/10.3390/su17083633>
- Widita, A. A., & Lechner, A. M. (2024). Spatial Interactions between Planned Settlements and Small Businesses: Evidence from the Jakarta Metropolitan Area, Indonesia. *Land*, 13(2), 203. <https://doi.org/10.3390/land13020203>
- Wihardja, M. M., Pradana, A. T., Wibisana, P. S., & Swarnata, A. (2024). The Heterogeneous Impacts of Digital Transformation and Investment on Indonesia's Labour Market (524). <https://www.eria.org/research/the-heterogeneous-impacts-of-digital-transformation-and-investment-on-indonesia-s-labour-market>
- World Bank. (2021). Pathways to Middle-Class Jobs in Indonesia. <https://www.worldbank.org/en/country/indonesia/publication/pathways-to-middle-class-jobs-in-indonesia>
- Xiao, Y., Yin, M., Wang, H., & Xiang, Y. (2025). Digital Finance, Digital Usage Divide, and Urban–Rural Income Gap:



- Evidence from China. *Systems*, 13(3), 145. <https://doi.org/10.3390/systems13030145>
- Xiong, C., Wang, Y., Wu, Z., & Liu, F. (2024). What drives the development of digital rural life in China? *Heliyon*, 10(22), e39511. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39511>
- Yang, X., Yang, Y., Xu, S., Han, J., Chai, Z., & Yang, G. (2023). A New Algorithm for Large-Scale Geographically Weighted Regression with K-Nearest Neighbors. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(7), 295. <https://doi.org/10.3390/ijgi12070295>
- Yi, G., Gao, J., Yuan, W., Zeng, Y., & Liu, X. (2025). Digital Economy, R&D Resource Allocation, and Convergence of Regional Green Economy Efficiency. *Sustainability*, 17(2), 384. <https://doi.org/10.3390/su17020384>
- Yoong, P. S., & Gil Sander, F. (2021). Structural Transformation and Labor Productivity in Indonesia: Where are All the Good Jobs?
- Zainuddin, S. A., Said, N. M., Abdullah, T., Yusoff, M. N. H., Yasoa', M. R., Muhamad, S. F., Md Nasir, N. A., & Musa, Z. K. C. (2023). The Effect of Digitalization of Cooperative on Better Transparency and Competitive Advantage (pp. 117–129). https://doi.org/10.1007/978-3-031-08093-7_8
- Zhang, X., & Zhang, Z. (2020). How Do Smart Villages Become a Way to Achieve Sustainable Development in Rural Areas? *Smart Village Planning and Practices in China*. *Sustainability*, 12(24), 10510. <https://doi.org/10.3390/su122410510>