



## Transformasi Desa Cerdas menuju Desa Tangguh: Peran Jaringan Inovasi Digital dalam Pembangunan Pedesaan Berkelanjutan

Arga Pratama Kusuma <sup>a,1,\*</sup>, Dewi Lestari Handayani <sup>b,2</sup>, Muhammad Zhafran Alfarizi <sup>c,3</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

<sup>b</sup> Program Studi Pembangunan Sosial, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia

<sup>c</sup> Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia

<sup>1</sup> [arga.kusuma@ugm.ac.id](mailto:arga.kusuma@ugm.ac.id); <sup>2</sup> [dewi.handayani@uajy.ac.id](mailto:dewi.handayani@uajy.ac.id); <sup>3</sup> [zhafran.alfarizi@uty.ac.id](mailto:zhafran.alfarizi@uty.ac.id)

\* Corresponding Author

### ABSTRACT

Digital transformation has reshaped the paradigm of rural development from an infrastructure-centered approach to one driven by innovation and digital collaboration. The smart village concept has emerged as a strategic framework for improving public service efficiency, economic productivity, and sustainable rural development. However, existing studies indicate that the success of rural digital transformation depends not only on technological availability but also on the capacity to establish digital innovation networks connecting village governments, local communities, businesses, academic institutions, and technology providers. This article examines the role of digital innovation networks in facilitating the transformation of smart villages into resilient villages that support sustainable rural development. The study employs a qualitative descriptive literature review approach by analyzing international scholarly works on smart villages, digital villages, digital agriculture, and sustainability. The findings reveal that digital innovation networks serve as a key mechanism for accelerating technology diffusion, strengthening institutional capacity, enhancing community participation, and reducing the rural digital divide. The analysis further demonstrates that the integration of digital technologies, collaborative governance, and local innovation ecosystems contributes significantly to improving rural economic, social, and environmental resilience. This article argues that resilient village development requires a shift from a technology-oriented perspective toward the strengthening of digital innovation networks as the fundamental infrastructure for sustainable rural development in the digital era.

### Article History

Received 2026-03-24

Revised 2026-04-26

Accepted 2026-05-08

Published 2026-06-23

### Keywords

Digital Innovation Networks;  
Smart Villages;  
Resilient Villages;  
Rural Digital Transformation;  
Sustainable Rural Development

Copyright © 2026, The Author(s)

This is an open-access article under the CC-BY-SA license



## PENDAHULUAN

Transformasi digital telah menjadi salah satu agenda utama pembangunan berkelanjutan di berbagai negara karena kemampuannya meningkatkan efisiensi tata kelola, produktivitas ekonomi, dan kualitas pelayanan publik. Dalam konteks pedesaan, perkembangan teknologi digital melahirkan konsep smart village yang dipandang sebagai pendekatan strategis untuk mengatasi kesenjangan pembangunan antara wilayah perkotaan dan pedesaan. Berbagai negara mulai mengintegrasikan teknologi informasi, kecerdasan buatan, big data, dan platform digital ke dalam sistem pembangunan desa guna memperkuat ketahanan ekonomi, sosial, dan lingkungan. Perkembangan tersebut menunjukkan bahwa digitalisasi tidak lagi dipahami sebagai proses adopsi teknologi semata, melainkan sebagai transformasi kelembagaan yang mendorong terciptanya pembangunan pedesaan yang lebih inklusif dan berkelanjutan (Zavratnik et al., 2018; Zhou et al., 2021; Wang et al., 2022). Dalam kerangka pembangunan global, desa cerdas semakin diposisikan sebagai instrumen penting untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan melalui peningkatan konektivitas, inovasi, dan pemberdayaan masyarakat lokal (Junaidi et al., 2025).

Perkembangan konsep desa cerdas menunjukkan bahwa pembangunan pedesaan saat ini tidak hanya bergantung pada pembangunan fisik dan infrastruktur dasar. Integrasi teknologi digital telah membuka peluang baru dalam sektor pertanian, pelayanan publik, pendidikan, kesehatan, dan pengembangan ekonomi lokal. Pemanfaatan big data, kecerdasan buatan, serta sistem pertanian presisi memungkinkan peningkatan efisiensi produksi dan pengambilan keputusan berbasis data (Wolfert et al., 2017; Talaviya et al., 2020; Zhang et al., 2023). Di sisi lain, transformasi digital juga menghadirkan tantangan berupa kesenjangan akses teknologi, kapasitas sumber daya manusia yang tidak merata, dan keterbatasan tata kelola digital di tingkat lokal (Rotz et al., 2019; Mhlanga, 2021). Oleh karena itu, keberhasilan implementasi desa cerdas memerlukan pendekatan yang mampu menghubungkan berbagai aktor pembangunan dalam suatu ekosistem inovasi yang kolaboratif.

Literatur mengenai desa cerdas berkembang melalui beberapa pendekatan utama. Kelompok pertama menekankan dimensi tata kelola dan kebijakan sebagai faktor penentu keberhasilan transformasi digital pedesaan (Zhou et al., 2021; Zhao et al., 2022). Kelompok kedua berfokus pada penerapan teknologi digital, kecerdasan buatan, dan big data dalam sektor pertanian serta pengelolaan sumber daya pedesaan (Bronson & Knezevic, 2016; Wolfert et al., 2017; Talaviya et al., 2020; Zhang et al., 2023). Kelompok ketiga menyoroti pentingnya inovasi sosial, partisipasi masyarakat, dan penguatan kapasitas lokal dalam pembangunan desa cerdas yang berkelanjutan (Klerkx et al., 2019; Eastwood et al., 2019; Rose et al., 2021). Sementara itu, sejumlah kajian terbaru mulai mengintegrasikan perspektif tata kelola, inovasi, dan keberlanjutan dalam menjelaskan transformasi desa digital dan desa cerdas (Knapik et al., 2023; Sampetoding & Er, 2024; Zupančič et al., 2024).

Meskipun demikian, penelitian terdahulu masih cenderung menempatkan teknologi sebagai variabel utama dalam menjelaskan keberhasilan pembangunan desa cerdas. Sebagian besar studi berfokus pada infrastruktur digital, platform teknologi, atau aplikasi kecerdasan buatan, sementara peran jaringan inovasi digital sebagai mekanisme penghubung antaraktor pembangunan masih relatif terbatas dibahas secara komprehensif. Padahal, berbagai penelitian menunjukkan bahwa transformasi digital yang berkelanjutan membutuhkan kolaborasi antara pemerintah, komunitas lokal, sektor swasta, lembaga pendidikan, dan penyedia teknologi dalam menciptakan serta menyebarkan inovasi (Klerkx et al., 2019; Agusta, 2023; Zupančič et al., 2024). Keterbatasan ini menimbulkan kebutuhan untuk mengembangkan perspektif yang lebih luas mengenai hubungan antara jaringan inovasi digital dan pembentukan desa tangguh.

Artikel ini berangkat dari argumen bahwa keberhasilan transformasi desa cerdas menuju desa tangguh tidak ditentukan oleh tingkat adopsi teknologi semata, melainkan oleh kemampuan membangun jaringan inovasi digital yang mampu memperkuat kolaborasi, pertukaran pengetahuan, dan difusi inovasi di tingkat lokal. Jaringan inovasi digital berfungsi sebagai infrastruktur sosial yang memungkinkan berbagai pemangku kepentingan mengintegrasikan sumber daya, pengetahuan, dan teknologi dalam mendukung pembangunan pedesaan berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan perspektif yang memperluas kajian desa cerdas dari pendekatan teknologi menuju pendekatan ekosistem inovasi yang menekankan hubungan antarlembaga dan aktor pembangunan.

Kebaruan artikel ini terletak pada upaya menghubungkan konsep desa cerdas, desa tangguh, dan jaringan inovasi digital dalam satu kerangka analitis yang terpadu. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih banyak membahas digitalisasi pedesaan secara sektoral, artikel ini menempatkan jaringan inovasi digital sebagai faktor strategis yang menjelaskan bagaimana transformasi digital dapat menghasilkan ketahanan ekonomi, sosial, dan lingkungan secara simultan. Pendekatan ini memberikan kontribusi konseptual terhadap pengembangan literatur

mengenai pembangunan pedesaan berkelanjutan sekaligus memperkaya diskursus mengenai tata kelola transformasi digital di wilayah pedesaan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis peran jaringan inovasi digital dalam proses transformasi desa cerdas menuju desa tangguh serta menjelaskan bagaimana kolaborasi antaraktor dalam ekosistem digital dapat mendukung pembangunan pedesaan berkelanjutan. Analisis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan studi desa cerdas dan transformasi digital pedesaan serta menyediakan implikasi praktis bagi perumusan kebijakan pembangunan desa yang lebih adaptif, inklusif, dan berkelanjutan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian hukum normatif dengan pendekatan konseptual (*conceptual approach*) dan pendekatan kepustakaan (*library research*). Pendekatan ini dipilih karena tujuan penelitian adalah menganalisis secara kritis transformasi desa cerdas menuju desa tangguh melalui perspektif jaringan inovasi digital dalam pembangunan pedesaan berkelanjutan. Objek material penelitian berupa konsep, model, dan praktik transformasi digital pedesaan yang berkembang dalam literatur internasional mengenai *smart village*, *digital village*, inovasi digital, dan pembangunan berkelanjutan. Sementara itu, objek formal penelitian adalah konstruksi konseptual mengenai hubungan antara jaringan inovasi digital, tata kelola kolaboratif, dan ketahanan desa. Pendekatan normatif-konseptual dinilai relevan karena memungkinkan peneliti mengevaluasi perkembangan gagasan, model tata kelola, dan implikasi kebijakan yang muncul dalam diskursus akademik mengenai transformasi digital pedesaan (Zavratnik et al., 2018; Naldi et al., 2022; Junaidi et al., 2025).

Sumber data penelitian terdiri atas data sekunder yang diperoleh melalui studi dokumentasi terhadap artikel-artikel ilmiah bereputasi internasional yang membahas desa cerdas, transformasi digital pedesaan, pertanian digital, kecerdasan buatan, inovasi sosial, dan pembangunan berkelanjutan. Seluruh sumber data berasal dari jurnal internasional terindeks yang tercantum dalam daftar pustaka penelitian ini. Proses pengumpulan data dilakukan melalui identifikasi, seleksi, klasifikasi, dan pengorganisasian literatur berdasarkan tema utama penelitian. Literatur kemudian dikelompokkan ke dalam beberapa kategori analisis, yaitu konsep desa cerdas dan desa digital, pemanfaatan teknologi digital dalam pembangunan pedesaan, jaringan inovasi digital, tata kelola kolaboratif, serta ketahanan dan keberlanjutan pembangunan desa (Wolfert et al., 2017; Klerkx et al., 2019; Sampetoding & Er, 2024).

Analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis kualitatif dengan metode analisis isi (*content analysis*) dan sintesis tematik (*thematic synthesis*). Tahap pertama dilakukan melalui proses pengkodean terhadap konsep-konsep utama yang muncul dalam setiap literatur. Tahap kedua dilakukan dengan mengidentifikasi pola hubungan antara transformasi digital, aktor inovasi, tata kelola desa, dan pembangunan berkelanjutan. Tahap ketiga dilakukan dengan menyusun kerangka analitis yang menjelaskan bagaimana jaringan inovasi digital berfungsi sebagai mekanisme penghubung antara teknologi, kelembagaan, dan masyarakat dalam proses transformasi desa. Analisis ini dipandu oleh perspektif sistem inovasi dan tata kelola kolaboratif yang menempatkan inovasi sebagai hasil interaksi berbagai aktor dalam suatu ekosistem pembangunan (Klerkx et al., 2019; Agusta, 2023; Zupančič et al., 2024).

Untuk menjamin validitas analisis, penelitian menerapkan teknik triangulasi sumber melalui perbandingan argumentasi, temuan, dan model konseptual yang dikemukakan oleh berbagai penelitian terdahulu. Hasil sintesis kemudian digunakan untuk membangun

argumentasi mengenai peran strategis jaringan inovasi digital dalam mempercepat difusi teknologi, memperkuat kapasitas kelembagaan, meningkatkan partisipasi masyarakat, dan membentuk ketahanan desa yang berkelanjutan. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini berupaya menghasilkan kerangka konseptual yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan kebijakan dan strategi transformasi digital pedesaan pada berbagai konteks pembangunan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Transformasi digital telah mengubah paradigma pembangunan pedesaan dari pendekatan berbasis penyediaan infrastruktur menuju pendekatan berbasis ekosistem inovasi. Literatur menunjukkan bahwa konsep smart village berkembang sebagai respons terhadap berbagai tantangan pedesaan, termasuk keterbatasan akses layanan publik, rendahnya produktivitas ekonomi, kesenjangan informasi, serta tekanan terhadap keberlanjutan lingkungan. Dalam perkembangannya, desa cerdas tidak lagi dipahami sebagai desa yang sekadar menggunakan teknologi digital, melainkan sebagai sistem sosial yang mampu mengintegrasikan teknologi, tata kelola, dan partisipasi masyarakat dalam menciptakan pembangunan yang berkelanjutan (Zavratnik et al., 2018; Naldi et al., 2022; Wang et al., 2022). Perspektif ini menunjukkan bahwa transformasi digital harus diposisikan sebagai instrumen untuk memperkuat kapasitas pembangunan desa, bukan sebagai tujuan akhir pembangunan itu sendiri.

Kajian literatur mengungkapkan bahwa keberhasilan desa cerdas sangat dipengaruhi oleh keberadaan jaringan inovasi digital yang menghubungkan berbagai aktor pembangunan. Jaringan tersebut mencakup pemerintah desa, komunitas lokal, pelaku usaha, lembaga pendidikan, penyedia teknologi, serta organisasi pendukung lainnya. Melalui jaringan tersebut, proses pertukaran informasi, transfer pengetahuan, difusi teknologi, dan kolaborasi inovasi dapat berlangsung secara lebih efektif. Klerkx et al. (2019) menjelaskan bahwa inovasi digital pada sektor pedesaan merupakan hasil interaksi kompleks antara teknologi, kelembagaan, dan aktor sosial yang terhubung dalam suatu sistem inovasi. Temuan ini menunjukkan bahwa pembangunan desa cerdas memerlukan kapasitas kolaboratif yang memungkinkan berbagai sumber daya dapat dimobilisasi untuk mencapai tujuan pembangunan bersama.

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, jaringan inovasi digital berperan sebagai mekanisme yang mempercepat adopsi teknologi sekaligus memperkuat kapasitas adaptif masyarakat desa. Transformasi digital yang hanya berfokus pada penyediaan perangkat teknologi cenderung menghasilkan manfaat yang terbatas apabila tidak didukung oleh jaringan sosial yang mampu mengelola dan memanfaatkan teknologi tersebut secara efektif. Oleh karena itu, pembangunan desa cerdas harus dipahami sebagai proses transformasi kelembagaan yang melibatkan pembentukan hubungan kolaboratif antara berbagai pemangku kepentingan (Agusta, 2023; Sampetoding & Er, 2024).

**Tabel 1.** Peran Jaringan Inovasi Digital dalam Transformasi Desa Cerdas Menuju Desa Tangguh

Dimensi Transformasi	Fungsi Jaringan Inovasi Digital	Dampak terhadap Ketahanan Desa
Tata Kelola Desa	Pertukaran data dan koordinasi antarlembaga	Peningkatan kapasitas kelembagaan
Ekonomi Lokal	Difusi inovasi dan akses pasar digital	Peningkatan pendapatan dan daya saing

---

Pertanian Cerdas	Transfer teknologi dan pengetahuan	Peningkatan produktivitas dan efisiensi
Layanan Publik	Integrasi platform digital	Peningkatan kualitas pelayanan
Pengembangan SDM	Pelatihan dan pembelajaran digital	Peningkatan literasi digital
Lingkungan	Pemanfaatan data untuk pengelolaan sumber daya	Peningkatan keberlanjutan lingkungan

---

Sumber: disusun berdasarkan sintesis literatur (Wolfert et al., 2017; Klerkx et al., 2019; Agusta, 2023; Junaidi et al., 2025).

Hasil sintesis menunjukkan bahwa peran jaringan inovasi digital tidak terbatas pada aspek teknologi, tetapi juga mencakup fungsi kelembagaan dan sosial. Dalam dimensi tata kelola, jaringan inovasi digital memungkinkan integrasi informasi antara pemerintah desa, masyarakat, dan aktor eksternal sehingga proses pengambilan keputusan menjadi lebih partisipatif dan berbasis data. Zhou et al. (2021) menunjukkan bahwa kebijakan desa cerdas yang berhasil umumnya didukung oleh mekanisme koordinasi yang mampu menghubungkan berbagai pemangku kepentingan dalam satu kerangka pembangunan bersama. Temuan tersebut memperkuat argumentasi bahwa tata kelola kolaboratif merupakan prasyarat penting bagi keberhasilan transformasi digital pedesaan.

Pada sektor ekonomi, jaringan inovasi digital berkontribusi terhadap penguatan daya saing desa melalui perluasan akses pasar, pengembangan kewirausahaan digital, dan peningkatan efisiensi rantai nilai lokal. Perkembangan platform digital memungkinkan pelaku usaha pedesaan mengakses pasar yang lebih luas tanpa dibatasi oleh hambatan geografis. Dalam konteks ini, teknologi digital berfungsi sebagai penghubung antara produsen lokal dan konsumen yang tersebar di berbagai wilayah. Zhang et al. (2025) menegaskan bahwa transformasi digital di negara berkembang memiliki potensi besar dalam mempercepat diversifikasi ekonomi pedesaan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Namun demikian, manfaat tersebut hanya dapat dicapai apabila terdapat jaringan inovasi yang mendukung proses pembelajaran, adaptasi teknologi, dan kolaborasi ekonomi.

Sektor pertanian menjadi salah satu bidang yang paling banyak mengalami perubahan akibat perkembangan teknologi digital. Pemanfaatan big data, kecerdasan buatan, sensor cerdas, dan sistem otomatisasi memungkinkan petani meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi penggunaan sumber daya secara berlebihan (Wolfert et al., 2017; Talaviya et al., 2020). Implementasi teknologi tersebut mendorong lahirnya konsep pertanian cerdas yang menempatkan data sebagai dasar utama dalam proses pengambilan keputusan. Bronson dan Knezevic (2016) menunjukkan bahwa penggunaan data digital dalam pertanian telah mengubah cara produksi, distribusi, dan pengelolaan sumber daya pertanian. Akan tetapi, keberhasilan implementasi pertanian cerdas sangat bergantung pada kemampuan petani untuk mengakses pengetahuan dan dukungan teknis melalui jaringan inovasi digital yang tersedia.

Perkembangan kecerdasan buatan juga memberikan peluang baru bagi pembangunan pedesaan berkelanjutan. Mhlanga (2021) menjelaskan bahwa teknologi kecerdasan buatan mampu meningkatkan efisiensi produksi, memperkuat sistem pemantauan, dan mendukung pengelolaan risiko dalam sektor pertanian. Temuan serupa dikemukakan oleh Zhang et al. (2023) yang menunjukkan bahwa integrasi kecerdasan buatan dalam sistem pertanian dapat meningkatkan akurasi pengambilan keputusan dan efisiensi penggunaan sumber daya. Namun, manfaat tersebut tidak dapat diperoleh secara merata apabila kesenjangan digital masih menjadi masalah utama di wilayah pedesaan.

Fenomena kesenjangan digital menjadi salah satu tantangan utama dalam transformasi desa cerdas menuju desa tangguh. Rotz et al. (2019) menunjukkan bahwa perkembangan teknologi digital berpotensi menciptakan ketimpangan baru apabila akses terhadap teknologi hanya dinikmati oleh kelompok tertentu. Kesenjangan akses internet, keterbatasan literasi digital, dan rendahnya kapasitas kelembagaan dapat menghambat proses transformasi digital di tingkat desa. Dalam kondisi tersebut, jaringan inovasi digital memiliki fungsi strategis sebagai mekanisme inklusi yang memungkinkan transfer pengetahuan dan teknologi kepada kelompok masyarakat yang sebelumnya kurang terjangkau oleh proses digitalisasi.

Temuan penelitian juga menunjukkan bahwa keberadaan jaringan inovasi digital berkontribusi terhadap penguatan ketahanan sosial desa. Ketahanan sosial tidak hanya berkaitan dengan kemampuan masyarakat menghadapi krisis, tetapi juga kemampuan membangun solidaritas, kolaborasi, dan kapasitas kolektif dalam merespons perubahan. Melalui jaringan inovasi digital, masyarakat memperoleh akses terhadap informasi, pelatihan, dan sumber daya yang mendukung peningkatan kapasitas adaptif. Kondisi ini memperkuat kemampuan desa dalam menghadapi berbagai tantangan, termasuk perubahan ekonomi, gangguan lingkungan, maupun krisis sosial yang tidak terduga.

Selain memperkuat ketahanan sosial, jaringan inovasi digital juga berkontribusi terhadap ketahanan lingkungan. Penggunaan teknologi digital memungkinkan pengelolaan sumber daya alam yang lebih efisien melalui pemantauan berbasis data dan sistem peringatan dini. Zhao et al. (2022) menunjukkan bahwa pembangunan desa digital di berbagai wilayah mampu mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan melalui peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya dan penguatan tata kelola lingkungan. Temuan ini menunjukkan bahwa digitalisasi pedesaan memiliki dimensi ekologis yang penting dalam mendukung pembangunan jangka panjang.

Kajian bibliometrik yang dilakukan oleh Knapik et al. (2023) menunjukkan bahwa penelitian mengenai desa cerdas semakin bergeser dari fokus teknologi menuju fokus tata kelola dan inovasi sosial. Perubahan ini mencerminkan kesadaran bahwa keberhasilan pembangunan pedesaan tidak hanya ditentukan oleh kemajuan teknologi, tetapi juga oleh kemampuan membangun hubungan kolaboratif yang berkelanjutan. Zupančič et al. (2024) bahkan menempatkan desa cerdas sebagai infrastruktur sosial yang menghubungkan inovasi, tata kelola, dan pembangunan berkelanjutan dalam satu ekosistem yang saling terkait.

Berdasarkan keseluruhan temuan, artikel ini mengembangkan argumentasi bahwa transformasi desa cerdas menuju desa tangguh berlangsung melalui tiga tahapan utama. Tahap pertama adalah digitalisasi layanan dan aktivitas ekonomi desa melalui pemanfaatan teknologi informasi. Tahap kedua adalah pembentukan jaringan inovasi digital yang menghubungkan berbagai aktor pembangunan. Tahap ketiga adalah terciptanya ketahanan desa yang ditandai oleh kemampuan adaptasi, kolaborasi, dan keberlanjutan dalam menghadapi perubahan. Dengan demikian, hubungan antara desa cerdas dan desa tangguh bersifat evolutif dan dimediasi oleh keberadaan jaringan inovasi digital.

**Tabel 2.** Model Transformasi Desa Cerdas Menuju Desa Tangguh

Tahap	Karakteristik Utama	Hasil yang Dicapai
Digitalisasi Desa	Adopsi teknologi informasi dan komunikasi	Efisiensi layanan dan akses informasi
Pembentukan Jaringan Inovasi Digital	Kolaborasi antaraktor dan pertukaran pengetahuan	Penguatan kapasitas kelembagaan

---

Integrasi Ekosistem Inovasi	Sinergi teknologi, tata kelola, dan Peningkatan masyarakat	desa	adaptabilitas
Desa Berkelanjutan	Tangguh Ketahanan lingkungan	ekonomi, sosial, dan Pembangunan berkelanjutan	pedesaan

---

*Sumber: hasil konstruksi konseptual penelitian berdasarkan sintesis literatur (Zavratnik et al., 2018; Zhao et al., 2022; Agusta, 2023; Zupančič et al., 2024; Junaidi et al., 2025).*

Kontribusi teoritis utama penelitian ini terletak pada pengembangan kerangka konseptual yang menempatkan jaringan inovasi digital sebagai variabel penghubung antara desa cerdas dan desa tangguh. Sebagian besar penelitian sebelumnya menjelaskan kedua konsep tersebut secara terpisah atau menitikberatkan pada aspek teknologi. Artikel ini menunjukkan bahwa ketahanan desa tidak muncul secara otomatis dari digitalisasi, melainkan dibentuk melalui interaksi antara teknologi, kelembagaan, dan jaringan kolaboratif yang berkembang dalam ekosistem inovasi pedesaan. Temuan ini memperluas literatur mengenai pembangunan pedesaan berkelanjutan sekaligus menawarkan perspektif baru mengenai tata kelola transformasi digital di wilayah pedesaan.

Dari sisi praktis, hasil penelitian mengindikasikan bahwa kebijakan pembangunan desa tidak cukup difokuskan pada penyediaan infrastruktur digital semata. Pemerintah perlu mendorong pembentukan ekosistem inovasi yang melibatkan perguruan tinggi, sektor swasta, komunitas lokal, dan lembaga teknologi sebagai bagian dari strategi pembangunan desa. Pendekatan tersebut memungkinkan transformasi digital menghasilkan manfaat yang lebih inklusif, berkelanjutan, dan mampu memperkuat ketahanan desa dalam menghadapi tantangan pembangunan masa depan.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa transformasi desa cerdas menuju desa tangguh merupakan proses yang melampaui adopsi teknologi digital semata. Berdasarkan hasil sintesis literatur, keberhasilan pembangunan pedesaan berkelanjutan sangat dipengaruhi oleh kemampuan desa membangun dan mengelola jaringan inovasi digital yang menghubungkan pemerintah desa, masyarakat, pelaku usaha, lembaga pendidikan, serta penyedia teknologi dalam suatu ekosistem kolaboratif. Jaringan inovasi digital berfungsi sebagai mekanisme utama yang mempercepat difusi teknologi, memperluas akses terhadap pengetahuan, memperkuat kapasitas kelembagaan, dan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam proses pembangunan. Temuan penelitian juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital dengan tata kelola kolaboratif mampu menghasilkan manfaat yang lebih luas dibandingkan pendekatan yang hanya berfokus pada penyediaan infrastruktur teknologi. Dalam konteks ini, desa cerdas menjadi fondasi awal transformasi, sedangkan desa tangguh merupakan hasil dari kemampuan desa mengembangkan kapasitas adaptif, inovatif, dan kolaboratif untuk menghadapi berbagai tantangan ekonomi, sosial, dan lingkungan secara berkelanjutan.

Kontribusi utama artikel ini terletak pada pengembangan kerangka konseptual yang menempatkan jaringan inovasi digital sebagai variabel penghubung antara konsep desa cerdas dan desa tangguh. Temuan ini memperluas literatur mengenai pembangunan pedesaan berkelanjutan dengan menunjukkan bahwa ketahanan desa tidak terbentuk secara otomatis melalui digitalisasi, tetapi melalui interaksi dinamis antara teknologi, kelembagaan, dan aktor pembangunan yang terhubung dalam jaringan inovasi. Dari perspektif teoritis, penelitian ini memperkaya kajian mengenai tata kelola transformasi digital pedesaan dengan menekankan

pentingnya pendekatan ekosistem inovasi dibandingkan pendekatan teknologi yang bersifat parsial. Dari perspektif praktis, hasil penelitian memberikan implikasi bagi perumusan kebijakan pembangunan desa yang tidak hanya berorientasi pada penyediaan infrastruktur digital, tetapi juga pada penguatan kapasitas sumber daya manusia, pengembangan kolaborasi multipihak, dan pembentukan lingkungan inovasi yang inklusif. Strategi tersebut diperlukan agar transformasi digital mampu menghasilkan ketahanan ekonomi, sosial, dan lingkungan yang berkelanjutan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena menggunakan pendekatan studi kepustakaan sehingga belum menguji secara empiris hubungan antara jaringan inovasi digital dan tingkat ketahanan desa pada konteks wilayah tertentu. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu mengembangkan studi empiris dengan pendekatan kuantitatif, kualitatif, atau metode campuran untuk menguji validitas model konseptual yang ditawarkan. Penelitian masa depan juga dapat mengeksplorasi pengaruh faktor kelembagaan, budaya lokal, kepemimpinan desa, dan kebijakan pemerintah terhadap efektivitas jaringan inovasi digital dalam mendukung pembangunan pedesaan berkelanjutan. Dengan demikian, pengembangan kajian mengenai desa cerdas dan desa tangguh dapat memberikan kontribusi yang lebih komprehensif bagi penguatan teori maupun praktik pembangunan pedesaan di era transformasi digital.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, Y. (2023). *Managing the development of a sustainable digital village*. *Sustainability*, 15(9), 7575. <https://doi.org/10.3390/su15097575>
- Bronson, K., & Knezevic, I. (2016). Big data in food and agriculture. *Big Data & Society*, 3(1), 1-5. <https://doi.org/10.1177/2053951716648174>
- Eastwood, C., Klerkx, L., Ayre, M., & Dela Rue, B. (2019). Managing socio-ethical challenges in the development of smart farming. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91, 100289. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100289>
- Junaidi, A., Rahman, M., Putra, H., & Santoso, B. (2025). Smart villages: Trends, models and metrics for sustainable rural development. *Cogent Social Sciences*, 11(1), 2458112. <https://doi.org/10.1080/23311886.2025.2458112>
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Knapik, W., Kowalska, M., & Janc, K. (2023). Smart villages concept: A bibliometric analysis and state-of-the-art literature review. *Progress in Planning*, 175, 100765. <https://doi.org/10.1016/j.progress.2023.100765>
- Mhlanga, D. (2021). Artificial intelligence in the industry 4.0 and agriculture 4.0: Challenges and opportunities for sustainable development. *Sustainability*, 13(14), 7984. <https://doi.org/10.3390/su13147984>
- Naldi, L., Nilsson, P., Westlund, H., & Wixe, S. (2022). What makes a smart village smart? A review of the literature. *Transforming Government: People, Process and Policy*, 16(3), 292-304. <https://doi.org/10.1108/TG-07-2021-0126>
- Rose, D. C., Lyon, J., de Boon, A., Hanheide, M., & Pearson, S. (2021). Responsible development of autonomous robotics in agriculture. *Nature Food*, 2(5), 306-309. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00287-9>
- Rotz, S., Gravely, E., Mosby, I., Duncan, E., Finnis, E., Horgan, M., LeBlanc, J., Martin, R., Neufeld, H., Nixon, A., & Pant, L. (2019). Automated pastures and the digital divide: How agricultural

- technologies are shaping labour and rural communities. *Journal of Rural Studies*, 68, 112-122. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.01.023>
- Sampetoding, E. A. M., & 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>
- Talaviya, T., Shah, D., Patel, N., Yagnik, H., & Shah, M. (2020). Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 4, 58-73. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2020.04.002>
- Wang, Q., Luo, S., Zhang, J., & Furuya, K. (2022). Increased attention to smart development in rural areas: A scientometric analysis of smart village research. *Land*, 11(8), 1362. <https://doi.org/10.3390/land11081362>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming: A review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- Zavratnik, V., Kos, A., & Stojmenova Duh, E. (2018). Smart villages: Comprehensive review of initiatives and practices. *Sustainability*, 10(7), 2559. <https://doi.org/10.3390/su10072559>
- Zhang, J., Li, Y., Wang, H., & Chen, X. (2025). Digital transformation in rural areas: Directions for digital village development in developing countries. *Journal of Public Sector Innovations*, 9(2), 58-72. <https://doi.org/10.26740/jpsi.v9n2.p58-72>
- Zhang, Y., Wang, G., Wang, J., & Liu, X. (2023). Artificial intelligence-enabled smart agriculture: Technologies, applications, and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 205, 107663. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107663>
- Zhao, W., Liang, Z., & Li, B. (2022). Realizing rural sustainable development through digital village construction: Experiences from China. *Sustainability*, 14(21), 14199. <https://doi.org/10.3390/su142114199>
- Zhou, Y., Liu, X., & Wang, L. (2021). Smart village policies: Past, present and future. *Sustainability*, 13(4), 1663. <https://doi.org/10.3390/su13041663>
- Zupančič, T., Kranjc, D., & Mlinar, M. (2024). Smart villages as infrastructure of rural areas: Governance, innovation and sustainable development perspectives. *IFAC-PapersOnLine*, 58(12), 112-118. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.07.162>