

PENERAPAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT) SEBAGAI PENUNJANG UTAMA KEHIDUPAN DIGITAL: ANALISIS POTENSI, IMPLEMENTASI, DAN TANTANGAN

Prasetyo Adi Nugroho¹, Frengki Pernando², Oky Kurniawan³, Yudha Aditya Nugraha⁴

^{1,2,4}Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta; Jl. Sunter Permai Raya, RT.2/RW.12, Sunter Agung, Kec. Tj. Priok, Jkt Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14350; (021) 64715666

³Universitas Bina Sarana Informatika; Jalan Dewi Sartika Raya, Gg. Abdul Hamid, no.77 RT.08/RW.04, cawang, kramat jati, jakarta timur; 0218000063

Keywords:

*Internet of Things;
Digitalisasi; Transformasi
Digital; Teknologi Cerdas;
Pengembangan Infrastruktur*

Correspondent Email:

prasetyo.adinugroho@uta4
5jakarta.ac.id

Abstrak. Transformasi digital telah menjadi agenda utama dalam pembangunan nasional maupun global, di mana integrasi teknologi canggih menjadi kunci untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas layanan. Salah satu teknologi yang memegang peranan sentral dalam proses ini adalah Internet of Things (IoT), yaitu konsep di mana berbagai perangkat fisik terhubung ke jaringan internet dan dapat saling bertukar data serta melakukan tindakan otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana penerapan teknologi IoT dapat mendorong keberhasilan proses digitalisasi di berbagai sektor, mengidentifikasi manfaat yang dihasilkan, serta menguraikan tantangan yang masih dihadapi dalam implementasinya di Indonesia. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi literatur dan analisis kasus nyata di beberapa sektor strategis seperti pemerintahan, industri, pertanian, dan kesehatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan IoT mampu mengubah cara kerja sistem secara signifikan, mengurangi kesalahan manusiawi, mempercepat proses pengambilan keputusan berbasis data, dan membuka peluang inovasi baru. Namun, masih terdapat hambatan seperti infrastruktur jaringan yang belum merata, biaya investasi awal yang tinggi, serta masalah keamanan dan privasi data yang perlu diselesaikan agar manfaat teknologi ini dapat dirasakan secara menyeluruh. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa rekomendasi bagi pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan dan strategi penerapan IoT yang efektif dan berkelanjutan.



Copyright © 2026 The Author(s),
Published by Jurnal Informatika
dan Teknik Elektro Terapan. This
is an open-access article
distributed under the terms of the
Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International
License (CC BY-NC 4.0).

Abstract. Digital transformation has become a key priority in both national and global development, with advanced technologies playing a vital role in improving efficiency, productivity, and service quality. Among these technologies, the Internet of Things (IoT) has emerged as a significant enabler of digitalization by connecting physical devices to the internet, allowing them to exchange data and perform automated operations. This study aims to analyze the role of IoT in supporting digital transformation across various sectors in Indonesia, identify its benefits, and examine the challenges associated with its implementation. A descriptive qualitative approach was employed through a literature review and analysis of case studies in strategic sectors, including government, industry, agriculture, and healthcare. The results indicate that IoT implementation enhances operational efficiency, minimizes human error, accelerates data-driven decision-making, and fosters innovation. Despite these advantages, several challenges remain, such as inadequate network infrastructure, high implementation costs, and concerns regarding data security and privacy. Addressing these issues is essential to

maximize the potential benefits of IoT. This study provides recommendations for stakeholders to develop effective and sustainable IoT adoption strategies that support long-term digital transformation initiatives.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Perubahan tersebut ditandai dengan meningkatnya pemanfaatan teknologi digital pada sektor pemerintahan, pendidikan, kesehatan, pertanian, industri, hingga aktivitas sosial masyarakat. Fenomena ini dikenal sebagai transformasi digital, yaitu proses integrasi teknologi digital ke dalam berbagai aktivitas organisasi dan masyarakat untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan kualitas layanan [1], [2].

Transformasi digital menjadi salah satu agenda utama pembangunan nasional maupun global karena mampu mendorong pertumbuhan ekonomi, meningkatkan daya saing, serta menciptakan model bisnis dan layanan baru yang lebih inovatif. Berbagai teknologi seperti cloud computing, artificial intelligence (AI), big data analytics, blockchain, dan Internet of Things (IoT) menjadi fondasi utama dalam mendukung proses transformasi digital tersebut [1], [6], [26].

Di antara berbagai teknologi tersebut, Internet of Things (IoT) merupakan salah satu teknologi yang memiliki peran strategis karena mampu menghubungkan perangkat fisik ke jaringan internet sehingga dapat mengumpulkan, mengirimkan, dan mengolah data secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung [2], [21]. IoT memungkinkan berbagai perangkat seperti sensor, aktuator, kamera, perangkat wearable, kendaraan, hingga mesin industri untuk berkomunikasi dan bertukar informasi secara real-time. Kemampuan tersebut menjadikan IoT sebagai penghubung antara dunia fisik dan dunia digital [22].

Perkembangan IoT menunjukkan peningkatan yang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir. Integrasi IoT dengan teknologi cloud computing, edge computing, artificial intelligence, dan big data analytics memungkinkan pengolahan data dalam jumlah besar secara cepat dan efisien sehingga menghasilkan sistem yang lebih cerdas dan

adaptif [21], [30]. Teknologi ini telah diterapkan pada berbagai sektor strategis seperti industri manufaktur, pertanian, kesehatan, transportasi, energi, dan pemerintahan.

Pada sektor industri, IoT menjadi salah satu fondasi utama dalam penerapan konsep Industry 4.0 melalui integrasi mesin, sensor, dan sistem informasi yang memungkinkan proses produksi berlangsung secara otomatis dan efisien [7], [11], [15]. Pada sektor pertanian, teknologi IoT mendukung konsep smart farming melalui penggunaan sensor untuk memantau kelembaban tanah, suhu, kualitas udara, dan kebutuhan irigasi secara real-time sehingga dapat meningkatkan produktivitas pertanian [19], [25], [31], [32]. Sementara itu, pada sektor kesehatan, IoT memungkinkan pemantauan kondisi pasien secara jarak jauh melalui perangkat wearable yang terhubung dengan sistem layanan kesehatan digital [20], [24].

Di Indonesia, pemanfaatan IoT menjadi bagian penting dalam strategi percepatan transformasi digital nasional. Pemerintah telah mengembangkan berbagai kebijakan yang mendukung pengembangan infrastruktur digital dan penerapan teknologi IoT pada berbagai sektor pembangunan [6], [26]. Beberapa implementasi IoT telah diterapkan dalam bentuk smart city, smart farming, monitoring lingkungan, sistem transportasi cerdas, serta otomatisasi industri [10], [11], [19], [22].

Penelitian yang dilakukan oleh Putra et al. [14] menunjukkan bahwa penerapan sistem greenhouse berbasis IoT mampu meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi lingkungan tanaman melalui integrasi sensor dan aktuator yang bekerja secara otomatis. Penelitian lain yang dilakukan oleh Saputra et al. [32] menunjukkan bahwa implementasi protokol TCP pada sistem smart farming berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi komunikasi data antarperangkat dalam lingkungan pertanian digital.

Meskipun memiliki berbagai manfaat, implementasi IoT masih menghadapi sejumlah tantangan yang perlu mendapatkan perhatian. Tantangan tersebut meliputi keterbatasan

infrastruktur jaringan, keamanan dan privasi data, interoperabilitas perangkat, tingginya biaya investasi, serta keterbatasan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi di bidang IoT [4], [8], [13], [18], [23], [29], [30].

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas implementasi IoT pada sektor tertentu seperti pertanian, kesehatan, industri, maupun smart city. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada studi kasus implementasi teknologi dan belum memberikan kajian komprehensif mengenai peran IoT sebagai penunjang utama kehidupan digital dalam konteks transformasi digital nasional. Oleh karena itu, diperlukan kajian literature review yang mampu mengintegrasikan berbagai hasil penelitian untuk memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai potensi, implementasi, manfaat, dan tantangan penerapan IoT di Indonesia.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran Internet of Things sebagai penunjang utama kehidupan digital, mengidentifikasi implementasi dan manfaatnya pada berbagai sektor strategis, serta mengkaji tantangan dan strategi pengembangan IoT guna mendukung keberhasilan transformasi digital di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan berbagai objek fisik terhubung ke jaringan internet untuk melakukan pertukaran data secara otomatis tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung [21]. Konsep IoT pertama kali diperkenalkan untuk menggambarkan kemampuan objek fisik dalam berkomunikasi melalui internet menggunakan identitas unik yang memungkinkan proses pengumpulan, pengolahan, dan pertukaran data secara real-time [2], [21].

Menurut Li et al. [2] dan Choudhary [21], IoT terdiri atas tiga komponen utama yaitu perangkat fisik (things), infrastruktur komunikasi, dan sistem pengolahan data. Perangkat fisik umumnya dilengkapi sensor dan aktuator yang berfungsi untuk mengumpulkan informasi dari lingkungan sekitar serta melakukan tindakan tertentu berdasarkan instruksi yang diberikan sistem. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan melalui jaringan komunikasi menuju platform

pengolahan data untuk dianalisis dan digunakan dalam proses pengambilan keputusan.

Karakteristik utama IoT meliputi konektivitas yang luas, identifikasi unik perangkat, interoperabilitas, kemampuan pemrosesan data secara real-time, serta kemampuan adaptasi terhadap perubahan lingkungan [2], [8], [21]. Dengan karakteristik tersebut, IoT mampu menciptakan sistem yang lebih cerdas, responsif, dan efisien dibandingkan sistem konvensional.

Perkembangan IoT semakin pesat dengan dukungan teknologi cloud computing, edge computing, artificial intelligence (AI), dan big data analytics yang memungkinkan pemrosesan data secara real-time dalam skala besar. Integrasi teknologi tersebut memungkinkan pengolahan data dalam jumlah besar secara cepat sehingga mampu menghasilkan informasi yang lebih akurat untuk mendukung pengambilan keputusan [21], [22], [30]. Oleh karena itu, IoT menjadi salah satu teknologi utama yang mendukung pengembangan sistem cerdas pada berbagai sektor kehidupan.

2.2 Transformasi Digital

Transformasi digital merupakan proses perubahan mendasar dalam organisasi atau masyarakat melalui pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi operasional, kualitas layanan, dan penciptaan nilai baru [1]. Transformasi digital tidak hanya berkaitan dengan penggunaan teknologi baru, tetapi juga mencakup perubahan budaya organisasi, model bisnis, serta strategi pengelolaan data dan informasi [1].

Transformasi digital merupakan proses yang kompleks karena melibatkan perubahan teknologi, organisasi, dan perilaku manusia secara bersamaan. Keberhasilan transformasi digital sangat dipengaruhi oleh kemampuan organisasi dalam mengintegrasikan teknologi digital ke dalam seluruh proses bisnis dan layanan yang dimiliki.

Verhoef et al. [1] menjelaskan bahwa teknologi seperti cloud computing, artificial intelligence, big data analytics, blockchain, dan Internet of Things menjadi pendorong utama transformasi digital pada era modern. Dalam konteks tersebut, IoT berfungsi sebagai sumber utama pengumpulan data yang kemudian diproses menjadi informasi strategis untuk

mendukung pengambilan keputusan secara real-time.

Transformasi digital memberikan berbagai manfaat, antara lain peningkatan efisiensi operasional, percepatan proses bisnis, peningkatan kualitas layanan, serta munculnya inovasi baru yang mampu meningkatkan daya saing organisasi. Oleh karena itu, transformasi digital menjadi salah satu faktor penting dalam pembangunan ekonomi dan sosial di era digital.

2.3 Peran IoT dalam Transformasi Digital

IoT memiliki peran penting dalam mendukung transformasi digital karena mampu menghubungkan dunia fisik dengan dunia digital melalui proses pengumpulan data secara berkelanjutan dari berbagai perangkat yang saling terhubung [2], [21]. Data yang diperoleh dari sensor dan perangkat IoT dapat digunakan untuk melakukan pemantauan kondisi lingkungan, analisis perilaku pengguna, serta pengendalian sistem secara otomatis.

Melalui kemampuan tersebut, IoT memungkinkan organisasi memperoleh informasi yang lebih akurat dan terkini sehingga proses pengambilan keputusan dapat dilakukan secara lebih cepat dan tepat sasaran [21], [22]. Selain itu, IoT juga mendukung otomatisasi berbagai aktivitas operasional sehingga mampu meningkatkan efisiensi kerja dan mengurangi risiko kesalahan manusia.

Integrasi IoT dengan artificial intelligence dan cloud computing semakin memperkuat perannya dalam transformasi digital. Kombinasi teknologi tersebut memungkinkan sistem melakukan analisis prediktif, deteksi anomali, serta optimasi proses secara otomatis berdasarkan data yang diperoleh secara real-time [22], [30].

Dengan demikian, IoT tidak hanya berfungsi sebagai teknologi pengumpulan data, tetapi juga menjadi fondasi utama dalam pengembangan sistem cerdas yang mendukung transformasi digital pada berbagai sektor.

2.4 Implementasi IoT pada Berbagai Sektor

Penerapan IoT telah berkembang secara luas pada berbagai sektor strategis dan memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan efisiensi serta kualitas layanan.

Pada sektor industri, IoT digunakan untuk mendukung konsep Industry 4.0 melalui integrasi mesin, sensor, dan sistem informasi yang memungkinkan proses produksi berjalan secara otomatis dan adaptif [7], [11], [15].

Implementasi IoT pada sektor industri juga memungkinkan penerapan predictive maintenance yang mampu mengurangi downtime mesin dan meningkatkan efisiensi operasional [11], [15].

Pada sektor pertanian, IoT mendukung konsep smart farming melalui pemanfaatan sensor kelembaban tanah, suhu, kualitas udara, dan sistem irigasi otomatis yang dapat meningkatkan produktivitas pertanian serta efisiensi penggunaan sumber daya [19], [25], [31], [32].

Di bidang kesehatan, perangkat wearable dan sensor kesehatan berbasis IoT memungkinkan tenaga medis melakukan pemantauan kondisi pasien secara real-time tanpa harus berada di lokasi yang sama [20], [24]. Teknologi ini juga mendukung pengembangan layanan telemedicine dan sistem kesehatan digital yang lebih efektif [20], [24].

Sementara itu, pada sektor pemerintahan, IoT menjadi komponen penting dalam pembangunan smart city melalui sistem pemantauan lalu lintas, pengelolaan energi, pengawasan lingkungan, serta pelayanan publik berbasis data [16]. Menurut Bibri [5] dan Lim et al. [10], integrasi IoT pada konsep smart city mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan kota sekaligus mendukung pembangunan perkotaan yang berkelanjutan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode **kualitatif deskriptif** dengan pendekatan **literature review**. Metode ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai perkembangan, implementasi, manfaat, serta tantangan penerapan Internet of Things dalam mendukung transformasi digital.

3.1 Pengumpulan Data

Data penelitian diperoleh melalui studi literatur yang berasal dari berbagai sumber ilmiah, meliputi artikel jurnal nasional dan internasional, prosiding konferensi, laporan lembaga pemerintah, dokumen kebijakan, serta publikasi ilmiah lainnya yang relevan dengan topik penelitian.

Literatur yang digunakan berasal dari database ilmiah seperti Google Scholar, Scopus, ScienceDirect, IEEE Xplore, SpringerLink, MDPI, dan berbagai jurnal

nasional terakreditasi. Sebagian besar referensi yang digunakan diterbitkan pada periode 2021–2026 untuk memastikan relevansi dan keterbaruan informasi yang diperoleh.

3.2 Seleksi Literatur

Seleksi literatur dilakukan berdasarkan beberapa kriteria, yaitu:

1. Relevan dengan topik Internet of Things dan transformasi digital.
2. Dipublikasikan pada jurnal atau prosiding ilmiah yang memiliki reputasi baik.
3. Menyajikan hasil penelitian, kajian teoritis, atau studi kasus yang mendukung tujuan penelitian.
4. Memiliki kontribusi terhadap pemahaman mengenai implementasi, manfaat, dan tantangan penerapan IoT.

Dari proses seleksi tersebut diperoleh 30 referensi yang digunakan sebagai dasar analisis dalam penelitian ini.

3.3 Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan metode content analysis. Setiap literatur yang terpilih dianalisis untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang berkaitan dengan:

1. Konsep dan karakteristik IoT.
2. Peran IoT dalam transformasi digital.
3. Implementasi IoT pada berbagai sektor.
4. Manfaat penerapan IoT.
5. Tantangan dan hambatan implementasi IoT.
6. Strategi pengembangan IoT di Indonesia.

Hasil analisis kemudian disusun secara sistematis untuk menghasilkan sintesis pengetahuan yang komprehensif mengenai peran IoT sebagai penunjang utama kehidupan digital.

3.4 Validasi Data

Validasi dilakukan melalui teknik triangulasi sumber dengan membandingkan hasil temuan dari berbagai literatur yang memiliki topik serupa. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan kredibilitas dan keakuratan hasil penelitian sehingga kesimpulan yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara akademis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Peran Strategis IoT dalam Transformasi Digital

Internet of Things (IoT) menjadi salah satu teknologi utama yang mendorong terjadinya transformasi digital pada berbagai sektor kehidupan. Kemampuan IoT dalam menghubungkan perangkat fisik dengan

jaringan internet memungkinkan proses pengumpulan, pengolahan, dan pertukaran data dilakukan secara otomatis dan real-time [21], [22]. Kondisi ini memberikan peluang bagi organisasi untuk meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat proses pengambilan keputusan, serta menghasilkan layanan yang lebih responsif terhadap kebutuhan pengguna.

Dalam konteks transformasi digital, data merupakan aset yang sangat penting. IoT berperan sebagai sumber utama data yang diperoleh melalui berbagai sensor dan perangkat yang terhubung ke jaringan internet. Data tersebut kemudian diolah menggunakan teknologi cloud computing, artificial intelligence (AI), dan big data analytics untuk menghasilkan informasi yang bernilai strategis [21], [22], [30]. Dengan demikian, IoT tidak hanya berfungsi sebagai teknologi komunikasi, tetapi juga sebagai fondasi utama dalam pembangunan ekosistem digital yang terintegrasi.

Peran IoT semakin penting seiring meningkatnya kebutuhan organisasi terhadap sistem yang mampu bekerja secara otomatis dan adaptif. Berbagai proses yang sebelumnya dilakukan secara manual kini dapat diotomatisasi sehingga meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko kesalahan manusia [11], [15]. Oleh karena itu, IoT menjadi salah satu pilar utama dalam mewujudkan transformasi digital yang berkelanjutan.

4.2 Manfaat Implementasi IoT

4.2.1 Peningkatan Efisiensi Operasional

Salah satu manfaat utama penerapan IoT adalah peningkatan efisiensi operasional. Melalui penggunaan sensor dan perangkat yang terhubung secara real-time, organisasi dapat memantau kondisi sistem secara berkelanjutan dan melakukan tindakan korektif dengan cepat apabila terjadi gangguan [9], [21].

Pada sektor industri, misalnya, sensor IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi mesin sehingga proses pemeliharaan dapat dilakukan berdasarkan kondisi aktual peralatan (predictive maintenance) dan bukan berdasarkan jadwal rutin semata [11], [15]. Pendekatan ini mampu mengurangi biaya operasional dan meminimalkan downtime produksi.

4.2.2 Pengambilan Keputusan Berbasis Data

IoT memungkinkan organisasi memperoleh data dalam jumlah besar secara terus-menerus. Data tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam proses pengambilan keputusan yang lebih akurat dan objektif [21], [22], [23].

Penggunaan data real-time memungkinkan organisasi mengidentifikasi permasalahan lebih cepat serta merespons perubahan kondisi lingkungan secara lebih efektif. Dalam konteks pemerintahan, misalnya, data yang diperoleh melalui sensor IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi lalu lintas, kualitas udara, serta penggunaan energi secara lebih efisien [16].

4.2.3 Otomatisasi Sistem

Implementasi IoT mendukung otomatisasi berbagai aktivitas operasional yang sebelumnya memerlukan intervensi manusia. Otomatisasi tersebut mampu meningkatkan produktivitas kerja sekaligus mengurangi risiko kesalahan yang disebabkan oleh faktor manusia [11], [21].

Pada sektor pertanian, sistem irigasi otomatis berbasis IoT dapat mengatur distribusi air berdasarkan tingkat kelembaban tanah yang terdeteksi sensor [19], [25], [31]. Sementara pada sektor industri, sistem produksi dapat berjalan secara otomatis berdasarkan data yang diperoleh dari berbagai perangkat yang saling terhubung [11], [15].

4.3 Implementasi IoT pada Berbagai Sektor

4.3.1 IoT dalam Smart City

Konsep smart city merupakan salah satu bentuk implementasi IoT yang paling berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Smart city memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan kualitas layanan publik dan efisiensi pengelolaan kota [10], [16], [17].

Penerapan IoT dalam smart city mencakup berbagai bidang seperti manajemen lalu lintas, pengelolaan energi, sistem keamanan, pengelolaan limbah, dan pemantauan lingkungan. Sensor yang dipasang pada berbagai titik kota mampu mengirimkan data secara real-time sehingga pemerintah dapat mengambil keputusan secara cepat dan tepat [10], [16], [22].

Selain meningkatkan kualitas pelayanan publik, implementasi IoT pada smart city juga mendukung pembangunan berkelanjutan melalui pengurangan konsumsi

energi dan optimalisasi penggunaan sumber daya kota [5], [16], [17].

4.3.2 IoT dalam Pertanian

Pada sektor pertanian, IoT berperan penting dalam mendukung konsep smart farming atau pertanian presisi. Teknologi ini memungkinkan petani memantau kondisi lahan secara real-time melalui sensor yang mengukur kelembaban tanah, suhu udara, intensitas cahaya, dan kualitas lingkungan [19], [25], [31].

Data yang diperoleh dari sensor dapat digunakan untuk mengatur sistem irigasi otomatis sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien. Selain itu, petani juga dapat memperoleh informasi mengenai kondisi tanaman secara lebih akurat sehingga mampu meningkatkan produktivitas pertanian [19], [25], [31], [32].

Penelitian yang dilakukan oleh Putra et al. [31] menunjukkan bahwa sistem greenhouse berbasis IoT mampu meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi lingkungan tanaman dan membantu petani dalam mengoptimalkan proses budidaya.

4.3.3 IoT dalam Kesehatan

Pemanfaatan IoT pada sektor kesehatan terus berkembang seiring meningkatnya kebutuhan terhadap layanan kesehatan digital. IoT memungkinkan tenaga medis melakukan pemantauan kondisi pasien secara jarak jauh melalui perangkat wearable yang terhubung ke internet [20], [24].

Perangkat tersebut dapat mengukur berbagai parameter kesehatan seperti detak jantung, tekanan darah, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah secara real-time. Informasi yang diperoleh kemudian dikirimkan ke sistem kesehatan digital sehingga tenaga medis dapat melakukan pemantauan dan memberikan tindakan yang diperlukan [20], [24].

Implementasi IoT dalam kesehatan juga mendukung pengembangan layanan telemedicine yang memungkinkan konsultasi medis dilakukan tanpa harus bertatap muka secara langsung. Hal ini sangat bermanfaat bagi masyarakat yang berada di wilayah terpencil dengan akses layanan kesehatan yang terbatas.

4.3.4 IoT dalam Industri

Penerapan IoT pada sektor industri menjadi salah satu faktor utama dalam pengembangan Industry 4.0. Melalui integrasi mesin, sensor, robot, dan sistem informasi,

proses produksi dapat dilakukan secara otomatis dan terintegrasi [7], [11], [15].

IoT memungkinkan perusahaan memperoleh data produksi secara real-time sehingga dapat melakukan monitoring, evaluasi, dan optimasi proses secara berkelanjutan. Selain itu, teknologi ini juga mendukung penerapan predictive maintenance yang mampu mengurangi risiko kerusakan mesin dan meningkatkan efisiensi operasional [11], [15].

Integrasi IoT dengan Artificial Intelligence dan Big Data Analytics semakin memperkuat kemampuan sistem industri dalam melakukan prediksi, optimasi, dan pengambilan keputusan secara otomatis. Pendekatan tersebut menjadi karakteristik utama implementasi smart manufacturing pada era Industry 4.0 [7], [11], [15].

4.4 Tantangan Implementasi IoT

Meskipun menawarkan berbagai manfaat, implementasi IoT masih menghadapi sejumlah tantangan yang perlu mendapatkan perhatian.

4.4.1 Infrastruktur Digital

Ketersediaan infrastruktur digital yang belum merata menjadi salah satu hambatan utama dalam implementasi IoT, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia [23]. Banyak wilayah masih memiliki keterbatasan akses internet sehingga pemanfaatan teknologi IoT belum dapat dilakukan secara optimal.

4.4.2 Keamanan dan Privasi Data

Keamanan merupakan salah satu isu yang paling banyak dibahas dalam pengembangan IoT. Banyaknya perangkat yang terhubung ke jaringan internet meningkatkan potensi terjadinya serangan siber dan kebocoran data [4], [13].

Perangkat IoT yang tidak memiliki sistem keamanan yang memadai dapat menjadi target serangan yang berpotensi mengganggu operasional sistem maupun mengancam privasi pengguna.

4.4.3 Interoperabilitas Sistem

Beragamnya platform dan standar komunikasi yang digunakan oleh perangkat IoT menyebabkan munculnya permasalahan interoperabilitas. Ketidaksesuaian standar komunikasi dapat menghambat integrasi sistem dan menurunkan efektivitas implementasi IoT pada skala besar [30]. Kondisi ini menyulitkan

integrasi antarperangkat dan meningkatkan kompleksitas pengembangan sistem.

4.4.4 Keterbatasan Sumber Daya Manusia

Implementasi IoT memerlukan tenaga kerja yang memiliki kompetensi dalam bidang jaringan komputer, sensor, cloud computing, data analytics, dan keamanan siber [29]. Ketersediaan sumber daya manusia yang masih terbatas menjadi salah satu tantangan dalam pengembangan ekosistem IoT di Indonesia.

4.5 Strategi Pengembangan IoT di Indonesia

Untuk mendukung implementasi IoT secara optimal, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, industri, perguruan tinggi, dan masyarakat.

Pemerintah perlu mempercepat pembangunan infrastruktur digital, memperluas akses internet, serta menyusun regulasi yang mendukung keamanan dan interoperabilitas sistem IoT [26]. Selain itu, pengembangan standar nasional terkait IoT juga diperlukan untuk menjamin kompatibilitas antarperangkat.

Perguruan tinggi memiliki peran penting dalam menghasilkan sumber daya manusia yang kompeten melalui pengembangan kurikulum yang relevan dengan kebutuhan industri digital [29]. Di sisi lain, sektor industri perlu meningkatkan investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi IoT agar mampu bersaing pada era transformasi digital [21], [30].

Kolaborasi antara sektor publik dan swasta juga menjadi faktor penting dalam membangun ekosistem IoT yang inovatif, aman, dan berkelanjutan [26], [30].

5. KESIMPULAN

Internet of Things (IoT) merupakan salah satu teknologi utama yang mendukung transformasi digital pada berbagai sektor kehidupan. Kemampuan IoT dalam menghubungkan perangkat fisik dengan jaringan internet memungkinkan proses pengumpulan, pengolahan, dan pertukaran data dilakukan secara *real-time* sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat.

Hasil kajian menunjukkan bahwa implementasi IoT telah memberikan berbagai manfaat, antara lain peningkatan efisiensi operasional, otomatisasi proses kerja, peningkatan kualitas layanan, serta optimalisasi pemanfaatan sumber daya. Penerapan IoT telah berkembang pada berbagai sektor seperti smart

city, pertanian, kesehatan, dan industri yang menunjukkan kontribusi signifikan terhadap peningkatan produktivitas dan kualitas layanan.

Meskipun demikian, implementasi IoT masih menghadapi sejumlah tantangan, antara lain keterbatasan infrastruktur digital, keamanan dan privasi data, interoperabilitas sistem, serta keterbatasan sumber daya manusia. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengembangan yang melibatkan kolaborasi antara pemerintah, industri, perguruan tinggi, dan masyarakat untuk membangun ekosistem IoT yang aman, inovatif, dan berkelanjutan.

Dengan dukungan infrastruktur yang memadai, regulasi yang tepat, serta pengembangan kompetensi sumber daya manusia, IoT berpotensi menjadi salah satu teknologi kunci dalam mewujudkan transformasi digital dan meningkatkan daya saing Indonesia di era ekonomi digital.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait dilingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. C. Verhoef, T. Broekhuizen, Y. Bart, A. Bhattacharya, J. Q. Dong, N. Fabian, and M. Haenlein, "Digital Transformation: A Multidisciplinary Reflection and Research Agenda," *Journal of Business Research*, vol. 122, pp. 889–901, 2021.
- [2] S. Li, L. D. Xu, and S. Zhao, "The Internet of Things: A Survey," *Information Systems Frontiers*, vol. 23, no. 4, pp. 789–807, 2021.
- [3] M. S. Hossain, G. Muhammad, and N. Guizani, "Explainable AI and Mass Surveillance System-Based Healthcare Framework to Combat COVID-IoT Pandemic," *IEEE Network*, vol. 35, no. 4, pp. 126–132, 2021.
- [4] N. A. Razak, M. N. Ismail, and N. A. Ahmad, "Security Challenges in Internet of Things Environments," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 12, no. 7, pp. 521–529, 2021.
- [5] S. E. Bibri, "The Core Components of Data-Driven Smart Sustainable Cities," *City and Environment Interactions*, vol. 11, 2021.
- [6] Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, *Roadmap Transformasi Digital Indonesia 2021–2024*. Jakarta: Kominfo, 2021.
- [7] L. D. Xu, E. L. Xu, and L. Li, "Industry 4.0: State of the Art and Future Trends," *International Journal of Production Research*, vol. 59, no. 11, 2021.
- [8] M. A. Ferrag, L. Maglaras, H. Janicke, J. Jiang, and M. Shu, "A Systematic Review of Internet of Things Systems: Architectures, Security, and Interoperability," *Internet of Things*, vol. 20, Art. no. 100635, 2022.
- [9] S. Lee and J. Park, "Real-Time Monitoring Systems Using Internet of Things Technology," *Sensors*, vol. 22, no. 11, 2022.
- [10] C. Lim, K. Kim, and P. Maglio, "Smart Cities with IoT Technologies: Frameworks and Applications," *Sustainable Cities and Society*, vol. 80, 2022.
- [11] M. Javaid, A. Haleem, R. P. Singh, and R. Suman, "Industrial Applications of Internet of Things and Industry 4.0," *Materials Today: Proceedings*, vol. 49, pp. 521–528, 2022.
- [12] M. Javaid, A. Haleem, R. P. Singh, R. Suman, and S. Rab, "Significance of Machine Learning in Healthcare: Features, Pillars and Applications," *International Journal of Intelligent Networks*, vol. 3, pp. 58–73, 2022.
- [13] Ö. Aslan, S. S. Aktuğ, M. Ozkan-Okay, A. A. Yilmaz, and E. Akin, "A Comprehensive Review of Cyber Security Vulnerabilities, Threats, Attacks, and Solutions," *Electronics*, vol. 12, no. 6, 2023.
- [14] A. Putra, R. Hidayat, and M. Yusuf, "Implementasi Greenhouse Pintar Berbasis Internet of Things untuk Monitoring Tanaman Hortikultura," *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, vol. 11, no. 2, pp. 85–93, 2023.
- [15] A. Kumar, R. Shankar, and P. Debnath, "Industry 4.0 and Smart Manufacturing: A Systematic Review and Future Research Directions," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 68, pp. 245–266, 2023.
- [16] F. Zeng, C. Pang, and H. Tang, "Sensors on Internet of Things Systems for the Sustainable Development of Smart Cities: A Systematic Literature Review," *Sensors*, vol. 24, no. 7, Art. no. 2074, 2024.
- [17] V. Bhardwaj, A. Anooja, L. S. Vermani, S. Sunita, and B. K. Dhaliwal, "Smart Cities and the IoT: An In-Depth Analysis of Global Research Trends and Future Directions," *Discover Internet of Things*, vol. 4, Art. no. 19, 2024.
- [18] H. Omrany, K. M. Al-Obaidi, M. Hossain, N. A. M. Alduais, H. S. Al-Duais, and A. Ghaffarianhoseini, "IoT-Enabled Smart Cities: A Hybrid Systematic Analysis of Key Research Areas, Challenges, and Recommendations for Future Direction," *Discover Cities*, vol. 1, Art. no. 2, 2024.

- [19] X. Chen, E. E. Arhin, A. Liu, and X. Li, "IoT-Based Smart Agriculture Systems: A Review," *Agriculture*, vol. 14, no. 2, 2024.
- [20] M. N. U. Khan, W. Cao, Z. Tang, A. Ullah, and W. Pan, "Applications of Internet of Things in Healthcare Monitoring Systems: A Review," *Healthcare*, vol. 12, no. 4, 2024.
- [21] A. Choudhary, "Internet of Things: A Comprehensive Overview, Architectures, Applications, Simulation Tools, Challenges and Future Directions," *Discover Internet of Things*, vol. 4, 2024.
- [22] A. Ullah, S. M. Anwar, J. Li, and L. Nadeem, "Smart Cities: The Role of Internet of Things and Machine Learning in Realizing a Data-Centric Smart Environment," *Complex & Intelligent Systems*, vol. 10, pp. 1607–1637, 2024.
- [23] B. Setiawan and H. Wibowo, "Analisis Tantangan Infrastruktur Digital dalam Implementasi IoT di Indonesia," *Jurnal Sistem Informasi Indonesia*, vol. 9, no. 1, pp. 15–24, 2024.
- [24] J. Alshudukhi, "Internet of Medical Things (IoMT): Opportunities and Challenges in Smart Healthcare," *Healthcare Analytics*, vol. 5, 2025.
- [25] J. M. Alanazi, "Recent Advances in Smart Farming Using IoT Technologies," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 228, 2025.
- [26] Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional Republik Indonesia, *Strategi Nasional Transformasi Digital Indonesia 2025*. Jakarta: Bappenas, 2025.
- [27] A. C. R. Arun, A. K. Pani, and P. Kumar, "Blockchain-Enabled Smart Contracts and the Internet of Things: Advancing the Research Agenda through a Narrative Review," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 84, pp. 5097–5147, 2025.
- [28] "Smart Cities Services and Solutions: A Systematic Review," *Data & Information Management*, vol. 9, no. 2, Art. no. 100087, 2025.
- [29] A. Zulkifli, "Kesiapan Sumber Daya Manusia dalam Menghadapi Transformasi Digital Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi dan Pendidikan Tinggi*, vol. 8, no. 2, pp. 101–110, 2026.
- [30] "Internet of Intelligent Things: A Convergence of Embedded Systems, Edge Computing and Machine Learning," *Internet of Things*, vol. 26, Art. no. 101153, 2024.
- [31] M. F. Putra, R. Pratama, and A. Nugroho, "Implementasi Smart Greenhouse Berbasis Internet of Things untuk Monitoring dan Pengendalian Lingkungan Tanaman," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 12, no. 2, pp. 145–153, 2024.
- [32] A. Saputra, D. Setiawan, and H. Firmansyah, "Implementasi Protokol TCP pada Sistem Smart Farming Berbasis Internet of Things," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 12, no. 3, pp. 321–330, 2024.