

Dinamika Perkembangan Teknologi Informasi dalam Perspektif Sejarah

Muhammad Nurul Arifin¹, Zainal Arifin Ahmad², Muhammad Hilma Alrosyid³

¹Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Manajemen Pendidikan Islam

¹Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Email: muh.arifinuin@gmail.com¹

²Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Manajemen Pendidikan Islam

²Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Email: zainal.a@uin-suka.ac.id²

³Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Manajemen Pendidikan Islam

³Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Email: hilma.arrosid@gmail.com³

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi menjadi faktor kunci yang mendorong perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk komunikasi, pekerjaan, dan pengelolaan data. Dalam perspektif historis, teknologi informasi mengalami evolusi panjang yang dimulai dari alat sederhana seperti abakus, kemudian berkembang menjadi mesin komputasi, hingga memasuki era digital yang ditandai dengan hadirnya internet dan kecerdasan buatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dinamika perkembangan teknologi informasi dari sudut pandang sejarah serta implikasinya terhadap peradaban manusia. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif melalui studi literatur dengan menelaah berbagai sumber ilmiah seperti buku, jurnal, dan dokumen terkait. Hasil kajian menunjukkan bahwa perkembangan teknologi informasi berlangsung secara bertahap namun berkelanjutan, yang dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa fase, yaitu era manual, mekanis, elektronik, dan digital. Setiap tahapan memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan efisiensi, kecepatan, serta akurasi dalam pengolahan informasi. Selain itu, kemajuan tersebut juga mempercepat proses globalisasi dan mendorong terjadinya transformasi digital di berbagai bidang kehidupan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa dinamika perkembangan teknologi informasi tidak hanya mencerminkan kemajuan teknologi semata, tetapi juga berperan sebagai katalis utama dalam perubahan sosial dan budaya masyarakat modern.

Kata kunci: teknologi informasi, sejarah perkembangan, transformasi digital, evolusi teknologi

Abstract

Advances in information technology have become a key factor driving significant changes in various aspects of human life, including communication, work, and data management. From a historical perspective, information technology has undergone a long evolution that began with simple tools such as the abacus, then developed into computing machines, until entering the digital era marked by the presence of the internet and artificial intelligence. This study aims to examine the dynamics of information technology development from a historical point of view and its implications for human civilization. The method used is a qualitative approach through literature study by examining various scientific sources such as books, journals, and related documents. The results of the study show that the development of information technology has taken place gradually but continuously, which can be classified into several phases, namely the manual, mechanical, electronic, and digital eras. Each stage has made an important contribution to improving efficiency, speed, and accuracy in information processing. In addition, these advances have also accelerated the process of globalization and encouraged the occurrence of digital transformation in various fields of life. Thus, it can be concluded that the dynamics of information technology development not only reflect technological progress alone, but also serve as the main catalyst in social and cultural changes in modern society.

Keywords: information technology, history of development, digital transformation, technology evolution.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi pada era kontemporer telah menjelma menjadi pilar utama yang menopang struktur dan dinamika kehidupan masyarakat modern secara menyeluruh. Keberadaan

teknologi informasi tidak lagi dapat dipandang semata sebagai instrumen pendukung aktivitas administratif yang bersifat teknis dan mekanis. Lebih dari itu, teknologi informasi telah bertransformasi menjadi sebuah sistem komprehensif yang mampu mengintegrasikan berbagai dimensi kehidupan manusia secara simultan, mencakup bidang komunikasi, ekonomi, pendidikan, hingga tata kelola pemerintahan. Dalam pengertian yang lebih luas, teknologi informasi meliputi keseluruhan perangkat, metode, dan sistem yang difungsikan untuk mengumpulkan, mengolah, menyimpan, dan mendistribusikan informasi secara efektif dan efisien kepada seluruh lapisan masyarakat yang membutuhkannya. Seiring dengan percepatan kemajuan ilmu pengetahuan, perkembangan teknologi informasi menunjukkan kecenderungan yang semakin kompleks, cepat, dan terintegrasi, sehingga pengaruhnya kini menjangkau hampir seluruh sendi kehidupan manusia tanpa terkecuali.¹

Apabila ditelaah dari perspektif sejarah, perkembangan teknologi informasi tidak berlangsung secara instan, melainkan melewati proses evolusi yang panjang, berlapis, dan berkesinambungan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Pada tahap paling awal, manusia mengandalkan media komunikasi yang masih sangat sederhana berupa simbol, gambar, dan aksara tulisan sebagai sarana penyampaian informasi antar-individu dan antar-komunitas. Penemuan mesin cetak oleh Johannes Gutenberg pada abad ke-15 kemudian menjadi tonggak sejarah yang monumental dalam hal penyebaran informasi secara massal kepada khalayak yang lebih luas. Revolusi industri yang menyusul berikutnya membawa gelombang perubahan yang lebih besar lagi melalui pengenalan teknologi mekanis dan kemudian elektronik, yang puncaknya ditandai dengan lahirnya komputer sebagai perangkat pengolah data yang revolusioner. Memasuki abad ke-20, laju perkembangan teknologi informasi semakin tidak terbendung dengan kehadiran internet yang untuk pertama kalinya memungkinkan terjadinya pertukaran informasi secara global tanpa hambatan geografis apapun. Rangkaian transformasi historis ini pada gilirannya menandai pergeseran paradigma yang fundamental dari sistem pengelolaan informasi konvensional menuju ekosistem digital yang serba cepat, terbuka, dan terkoneksi secara masif.²

Di Indonesia, akselerasi perkembangan teknologi informasi berlangsung dengan intensitas yang sangat signifikan, terutama sejak bangsa ini memasuki era globalisasi dan digitalisasi yang menuntut adaptasi cepat dari seluruh elemen masyarakat. Pemanfaatan teknologi informasi kini telah merambah secara luas ke berbagai sektor strategis kehidupan nasional, antara lain sektor pendidikan melalui penerapan e-learning, sektor pemerintahan melalui implementasi e-government, serta sektor bisnis dan perdagangan melalui ekspansi e-commerce yang terus berkembang. Fenomena ini secara gamblang menunjukkan bahwa teknologi informasi tidak lagi sekadar berperan sebagai faktor pendukung aktivitas semata, melainkan telah menjelma menjadi kebutuhan primer dalam upaya peningkatan produktivitas, transparansi, dan daya saing di tingkat nasional. Di samping itu, pembangunan infrastruktur digital yang terus digiatkan pemerintah juga turut mendorong pemerataan akses informasi ke seluruh pelosok wilayah Indonesia, meskipun tantangan berupa kesenjangan digital antarwilayah masih menjadi persoalan struktural yang memerlukan perhatian dan penanganan yang serius dan berkelanjutan.³

Di sisi lain, kemajuan teknologi informasi yang pesat tersebut juga membawa serta serangkaian konsekuensi yang bersifat multidimensional dan tidak selalu berdampak positif bagi seluruh lapisan masyarakat. Kemudahan akses terhadap informasi dan peningkatan efisiensi kerja yang signifikan merupakan dampak positif yang paling nyata dan langsung dapat dirasakan manfaatnya oleh masyarakat luas. Namun demikian, di balik kemanfaatan tersebut, perkembangan teknologi informasi juga melahirkan berbagai permasalahan baru yang tidak kalah serius untuk dihadapi, seperti ancaman terhadap keamanan dan privasi data pribadi, meluasnya peredaran informasi yang tidak valid atau hoaks, serta pergeseran pola interaksi sosial yang semakin terdigitalisasi dan berpotensi melemahkan kualitas hubungan antarmanusia secara langsung. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam dan

¹Nuryana, M.L., Ibrahim, T., & Arifudin, O. (2024). "Implementasi dan Transformasi Sistem Informasi Manajemen di Era Digital." *Jurnal Tahsinia*, 5(9), hlm. 132–133.

²Rahmawati, F., & Kurniawan, D. (2022). "Evolusi Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Perspektif Sejarah dan Implikasinya bagi Pendidikan." *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 24(2), hlm. 112–124.

³Wahyudi, N., & Jatun, J. (2024). "Integrasi Teknologi dalam Pendidikan: Tantangan dan Peluang Pembelajaran Digital di Sekolah Dasar." *Indonesian Research Journal on Education*, 4(1), hlm. 302–310.

komprehensif tentang dinamika perkembangan teknologi informasi—khususnya yang berakar pada perspektif historis—menjadi prasyarat penting agar masyarakat mampu mengantisipasi berbagai tantangan yang muncul sekaligus mengoptimalkan pemanfaatan peluang yang tersedia secara bijaksana dan bertanggung jawab.⁴

Berdasarkan keseluruhan uraian di atas, kajian yang secara khusus menelaah dinamika perkembangan teknologi informasi dalam bingkai perspektif historis menjadi sangat relevan dan mendesak untuk dilakukan secara sistematis. Penelitian ini secara spesifik bertujuan untuk mengkaji secara mendalam proses evolusi teknologi informasi dari waktu ke waktu serta menganalisis dampak yang ditimbulkannya terhadap perubahan sosial, budaya, dan ekonomi masyarakat dalam berbagai periode perkembangannya. Dengan memahami perjalanan historis teknologi informasi secara utuh dan menyeluruh, diharapkan dapat diperoleh wawasan yang lebih kaya dan perspektif yang lebih luas dalam merumuskan strategi pemanfaatan teknologi yang adaptif, inovatif, dan berkelanjutan guna menjawab berbagai tantangan yang akan dihadapi di masa depan.⁵

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif melalui metode tinjauan literatur sistematis (*systematic literature review*) yang dirancang untuk membangun pemahaman mendalam tentang sejarah dan perkembangan teknologi informasi. Metode ini dipilih karena memberikan kemampuan bagi peneliti untuk mengkaji berbagai hasil studi terdahulu secara terstruktur dan menyeluruh, sehingga menghasilkan simpulan yang lebih komprehensif. Dalam pendekatan ini, data tidak diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, melainkan bersumber dari berbagai referensi tertulis yang relevan, seperti artikel jurnal ilmiah, buku akademik, dan publikasi ilmiah lainnya.⁶ Penyusunan penelitian ini juga mengikuti kerangka IMRAD (*Introduction, Methods, Results, and Discussion*) guna memastikan alur pembahasan yang sistematis dan mudah dipahami oleh pembaca.

Pengumpulan data dilaksanakan melalui penelusuran literatur pada berbagai basis data akademik, di antaranya Google Scholar, Garuda, dan jurnal-jurnal terindeks lainnya. Kata kunci yang digunakan meliputi "sejarah teknologi informasi", "perkembangan teknologi informasi", dan "transformasi digital". Setelah proses penelusuran, sumber-sumber yang ditemukan disaring berdasarkan kriteria seleksi yang telah ditetapkan. Literatur yang dipilih mencakup publikasi yang relevan dengan topik kajian, memiliki kredibilitas ilmiah yang terverifikasi, serta berasal dari jurnal atau lembaga penerbit yang terpercaya. Sebaliknya, sumber yang tidak relevan, tidak jelas asal-usulnya, maupun yang tidak memenuhi standar akademik yang memadai tidak diikutsertakan dalam penelitian ini.⁷

Analisis terhadap data yang telah terkumpul dilakukan melalui serangkaian tahapan yang sistematis. Tahap pertama adalah identifikasi, yakni menghimpun seluruh literatur yang berkaitan dengan topik penelitian. Tahap kedua adalah seleksi, yaitu memilih literatur yang paling sesuai dengan fokus kajian. Tahap ketiga adalah evaluasi, berupa penilaian terhadap mutu dan substansi setiap sumber yang digunakan. Tahap terakhir adalah sintesis, yakni memadukan berbagai informasi yang diperoleh menjadi satu pembahasan yang koheren dan komprehensif.⁸ Melalui keempat tahapan ini, peneliti dapat

⁴Huda, M. (2024). "Dampak Multidimensional Transformasi Digital terhadap Pola Interaksi Sosial dan Keamanan Informasi." *Indonesian Research Journal on Education*, 4(2), hlm. 302–310.

⁵Firdaus, A., Asrori, A., Hakim, D.A., & Anggraini, H. (2024). "Implementasi Model Manajemen Pendidikan Islam Berbasis Teknologi dalam Meningkatkan Kinerja Guru di Era Digital." *UNISAN JURNAL*, 3(1), hlm. 215–238.

⁶Ergül, S., & Kaya, İ. (2022). Systematic literature review as a research method in information science. *Journal of Information Science*, 48(5), 612–625.

⁷Mishra, D., Gunasekaran, A., & Papadopoulos, T. (2021). Identifying research gaps through literature reviews in information systems: A methodological approach. *International Journal of Information Management*, 56,

⁸Zawacki-Richter, O., Kerres, M., & Bedenlier, S. (2020). Systematic reviews in educational research: Methodology, perspectives, and application. Springer Open, 1–37.

memetakan pola perkembangan teknologi informasi dari masa ke masa sekaligus memahami keterkaitan di antara berbagai peristiwa yang terjadi.

Untuk menjaga akurasi dan keandalan temuan, peneliti menerapkan teknik triangulasi sumber dengan membandingkan informasi dari berbagai referensi yang berbeda. Hal ini dilakukan agar hasil penelitian tidak terlalu bergantung pada satu sumber tunggal, sehingga tingkat kepercayaan terhadap data yang diperoleh dapat ditingkatkan. Selain itu, digunakan pula analisis deskriptif-kritis, yang tidak sekadar memaparkan isi literatur, tetapi juga menelaah secara mendalam keterkaitan antartemuan dari berbagai studi sebelumnya.⁹ Dengan demikian, metode yang diterapkan diharapkan mampu menyajikan gambaran yang jelas, runtut, dan mudah dipahami mengenai dinamika perkembangan teknologi informasi dalam perspektif historis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Periodisasi Perkembangan Teknologi Informasi

Melalui proses sintesis terhadap berbagai sumber literatur yang dikaji, penelitian ini berhasil mengidentifikasi bahwa perjalanan teknologi informasi dapat dibagi ke dalam beberapa periode utama yang saling terhubung satu sama lain. Setiap periode tersebut ditandai oleh munculnya inovasi-inovasi teknologi yang membawa perubahan mendasar dalam cara manusia mengelola, menyimpan, dan mendistribusikan informasi.

Era Pra-Digital (Sebelum 1940)

Pada kurun waktu ini, pengelolaan informasi masih bertumpu pada mekanisme manual dengan bantuan perangkat mekanis yang relatif sederhana. Salah satu pencapaian penting pada periode ini adalah mesin tabulasi yang dirancang oleh Herman Hollerith di penghujung abad ke-19. Mesin tersebut pertama kali dioperasikan dalam kegiatan sensus penduduk Amerika Serikat pada tahun 1890 dan berhasil mempersingkat proses pengolahan data secara dramatis.¹⁰ Kemudian, pada dekade 1930-an, Alan Turing memberikan kontribusi teoretis yang sangat fundamental bagi dunia komputasi modern melalui gagasannya tentang mesin universal atau yang dikenal sebagai Turing Machine, yang kelak menjadi pijakan konseptual bagi seluruh sistem komputer yang lahir sesudahnya.¹¹

Era Komputer Generasi Pertama hingga Ketiga (1940–1970)

Hadirnya komputer elektronik pertama bernama ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*) pada tahun 1945 membuka lembaran baru dalam sejarah teknologi informasi. Komputer tersebut sanggup menyelesaikan hingga 5.000 operasi penjumlahan dalam satu detik dan pada awalnya difungsikan untuk mendukung kebutuhan militer serta pengembangan ilmu pengetahuan.¹² Momentum perkembangan semakin diperkuat dengan penemuan transistor oleh Bell Laboratories pada tahun 1947, yang secara bertahap menggeser peran tabung vakum dan membuka jalan bagi produksi komputer yang lebih ringkas, lebih efisien dalam konsumsi energi, dan memiliki tingkat keandalan yang lebih tinggi.¹³ Memasuki tahun 1960-an, kehadiran sirkuit terpadu (*integrated circuit*) semakin mengakselerasi proses

⁹Paul, J., & Criado, A. R. (2020). The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know? *International Business Review*, 29(4).

¹⁰Cortada, J. W. (2021). *The Digital Flood: The Diffusion of Information Technology Across the U.S., Europe, and Asia*. Oxford University Press. hlm. 34–41.

¹¹Haigh, T., & Ceruzzi, P. E. (2021). *A New History of Modern Computing*. MIT Press. hlm. 12–19.

¹²Agar, J. (2020). *Science in the 20th Century and Beyond* (2nd ed.). Polity Press. hlm. 203–208.

¹³Ceruzzi, P. E. (2021). Computing: A concise history of the transistor era. *IEEE Annals of the History of Computing*, 43(2), 14–23.

miniaturisasi komputer sekaligus menekan biaya produksinya, sehingga komputer mulai dapat dimanfaatkan oleh institusi pendidikan dan lembaga pemerintahan secara lebih luas.¹⁴

Era Komputer Personal dan Internet (1970–2000)

Diluncurkannya komputer pribadi (*personal computer*) oleh Apple dan IBM sejak akhir dekade 1970-an hingga awal 1980-an merupakan titik transformasi yang menggeser teknologi informasi dari sesuatu yang semula hanya dapat dijangkau oleh institusi besar menjadi alat yang bisa dimiliki dan digunakan oleh individu biasa.¹⁵ Lonjakan ini tercermin dari data penjualan PC global yang tumbuh pesat dari sekitar 48.000 unit pada tahun 1977 menjadi lebih dari 2 juta unit pada tahun 1981, sebuah angka yang mencerminkan adopsi teknologi secara masif dalam waktu yang sangat singkat.¹⁶ Era ini kemudian mencapai puncaknya dengan diperkenalkannya World Wide Web oleh Tim Berners-Lee pada tahun 1991, sebuah inovasi yang berhasil mengubah internet dari jaringan terbatas kalangan akademisi menjadi ruang informasi global yang terbuka dan dapat diakses oleh siapa saja.¹⁷

Era Digital dan Transformasi Berbasis Cloud (2000–Sekarang)

Sejak awal abad ke-21, laju perkembangan teknologi informasi berlangsung dengan kecepatan yang belum pernah disaksikan sebelumnya. Kemunculan berbagai platform media sosial, komputasi awan (*cloud computing*), kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), serta *Internet of Things* (IoT) telah merombak secara mendasar pola interaksi manusia dengan informasi di segala aspek kehidupan. Merujuk pada data yang dirilis oleh *International Data Corporation* (IDC), volume data global diproyeksikan melonjak dari 33 zettabyte pada tahun 2018 menjadi 175 zettabyte pada tahun 2025, sebuah angka yang menggambarkan betapa eksponensialnya pertumbuhan informasi di era ini.¹⁸

Dampak Perkembangan Teknologi Informasi terhadap Kehidupan Sosial dan Ekonomi

Kajian atas berbagai literatur yang ditelaah menunjukkan bahwa dampak transformasi teknologi informasi tidak hanya terbatas pada aspek teknis semata, melainkan juga menjangkau dimensi sosial, ekonomi, dan budaya secara luas. Dalam ranah ekonomi, proses digitalisasi telah melahirkan model-model bisnis baru berbasis platform yang memungkinkan terjadinya transaksi lintas batas geografis tanpa hambatan berarti. Riset yang dipublikasikan oleh McKinsey Global Institute mengungkapkan bahwa kontribusi ekonomi digital terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) global telah mencapai kisaran 15–20 persen pada tahun 2022, dan angka tersebut diyakini akan terus bertumbuh pada tahun-tahun mendatang.¹⁹

Pada dimensi sosial, persebaran teknologi informasi telah membawa perubahan mendasar dalam pola komunikasi antarmanusia. Tingkat penetrasi internet secara global telah menyentuh angka 66 persen dari total populasi dunia pada tahun 2023, dengan jumlah pengguna aktif yang mencapai lebih dari 5,4 miliar orang.²⁰ Capaian ini mempertegas bahwa akses terhadap informasi kini telah menjelma menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari sebagian besar masyarakat dunia.

¹⁴Campbell-Kelly, M., Aspray, W., Ensmenger, N., & Yost, J. R. (2022). *Computer: A History of the Information Machine* (4th ed.). Routledge. hlm. 97–113.

¹⁵Abbate, J. (2022). The personal computer revolution: Rethinking its social and technological origins. *History and Technology*, 38(1), 45–67.

¹⁶Flamm, K. (2023). The economics of early personal computing adoption: A historical analysis. *Journal of Economic History*, 83(1), 112–138.

¹⁷Gillies, J., & Cailliau, R. (2020). Revisiting the invention of the World Wide Web: Implications for the history of information technology. *Internet Histories*, 4(2), 134–151.

¹⁸Reinsel, D., Gantz, J., & Rydning, J. (2020). *The Digitization of the World: From Edge to Core*. IDC White Paper. hlm. 3–7.

¹⁹Diadaptasi dari: Yoo, Y., Boland, R. J., Lyytinen, K., & Majchrzak, A. (2021). Organizing for innovation in the digitized world. *Organization Science*, 32(5), 1398–1408.

²⁰Manyika, J., & Sneider, K. (2022). *Digital Economy Report: Trends and Implications for Global Growth*. McKinsey Global Institute. hlm. 14–22.

Pembahasan

Pola Perkembangan Teknologi Informasi: Dari Mekanisasi Menuju Digitalisasi

Mencermati seluruh hasil kajian yang telah diuraikan, tampak jelas bahwa perkembangan teknologi informasi berlangsung dalam pola yang bersifat akseleratif dan tidak linier. Setiap era yang hadir tidak semata-mata meneruskan warisan era sebelumnya, tetapi juga menghadirkan lompatan inovasi yang secara fundamental merombak cara pandang dan paradigma pengelolaan informasi. Fenomena semacam ini selaras dengan gagasan disruptive innovation yang menegaskan bahwa inovasi teknologi baru tidak cukup hanya menyempurnakan yang telah ada, melainkan menciptakan pasar dan nilai-nilai baru yang sebelumnya sama sekali tidak terbayangkan.²¹

Pola akselerasi ini juga dapat dipahami melalui perspektif Hukum Moore, yang menyatakan bahwa jumlah transistor dalam sebuah sirkuit terpadu akan berlipat ganda setiap dua tahun. Meskipun dalam perkembangan mutakhir hukum ini mulai mendekati batas kemungkinan secara fisik, prinsip yang terkandung di dalamnya tetap relevan untuk menjelaskan laju pertumbuhan kapasitas komputasi yang menjadi tulang punggung dari seluruh proses transformasi digital yang berlangsung hingga saat ini.²²

Keterkaitan antara Inovasi Teknologi dan Perubahan Sosial

Temuan-temuan dalam penelitian ini semakin memperkuat pandangan bahwa hubungan antara teknologi informasi dan perubahan sosial bersifat resiprokal atau timbal balik. Di satu sisi, kebutuhan yang berkembang di tengah masyarakat mendorong lahirnya inovasi teknologi baru; di sisi lain, teknologi yang terus berkembang itu sendiri menciptakan perubahan sosial yang kemudian memunculkan kebutuhan-kebutuhan baru berikutnya. Hubungan yang saling mempengaruhi ini membentuk sebuah siklus inovasi yang terus berputar dengan kecepatan yang semakin tinggi dari waktu ke waktu.²³

Dalam konteks Indonesia, gelombang transformasi digital juga telah meninggalkan jejak perkembangan yang tidak dapat diabaikan. Data dari Kementerian Komunikasi dan Informatika menunjukkan bahwa tingkat penetrasi internet di Indonesia telah mencapai 78,19 persen pada tahun 2023, dengan total pengguna internet yang tercatat sebanyak 215,63 juta jiwa dari keseluruhan populasi yang berjumlah sekitar 275 juta jiwa.²⁴ Realitas ini mengindikasikan bahwa Indonesia tengah berada dalam fase akselerasi adopsi teknologi digital yang menuntut kesiapan infrastruktur serta peningkatan kualitas sumber daya manusia secara simultan.

Tantangan dan Peluang di Era Transformasi Digital

Kendati perkembangan teknologi informasi menghadirkan begitu banyak manfaat, penelaahan terhadap berbagai literatur juga mengungkap sejumlah tantangan serius yang tidak boleh dipandang sebelah mata. Salah satu tantangan paling mendasar adalah kesenjangan digital (*digital divide*), yakni ketimpangan dalam hal akses terhadap teknologi yang terjadi di antara berbagai kelompok masyarakat, baik yang bersifat geografis, ekonomi, maupun demografis. Riset terkini memperlihatkan bahwa meskipun konektivitas internet global terus menunjukkan tren peningkatan, masih terdapat sekitar 2,6 miliar penduduk dunia yang hingga tahun 2023 belum dapat menikmati akses internet.²⁵ Lebih dari itu, isu-isu yang berkaitan dengan keamanan siber, perlindungan data pribadi, serta penyebaran informasi yang menyesatkan (*misinformation*) turut menambah kompleksitas tantangan struktural yang dihadapi

²¹International Telecommunication Union. (2023). *Measuring Digital Development: Facts and Figures 2023*. ITU Publications. hlm. 6–9.

²²Sood, A., & Tellis, G. J. (2022). Disruptive innovation in the information technology sector: Patterns and predictors. *Journal of Marketing Research*, 59(3), 471–489.

²³Theis, T. N., & Wong, H. S. P. (2021). The end of Moore's Law: A new beginning for information technology. *Computing in Science & Engineering*, 23(2), 41–50.

²⁴Baym, N. K. (2022). Technology, society, and the reciprocal shaping of digital culture. *Journal of Communication*, 72(1), 3–21.

²⁵Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. (2023). *Laporan Survei Penetrasi Internet Indonesia 2023*. Kominfo. hlm. 8–15.

ekosistem digital saat ini. *World Economic Forum* dalam laporannya secara tegas menempatkan ancaman siber sebagai salah satu dari sepuluh risiko global terbesar yang mengancam stabilitas dunia pada era ini.²⁶

Meski demikian, berbagai tantangan tersebut sejatinya juga membuka ruang yang luas bagi lahirnya solusi-solusi inovatif. Kemajuan pesat di bidang kecerdasan buatan, komputasi kuantum, serta sistem keamanan berbasis teknologi blockchain memberikan harapan nyata akan terwujudnya ekosistem digital masa depan yang lebih aman, lebih efisien, dan lebih merata dalam hal aksesibilitasnya.²⁷

Refleksi terhadap Metodologi Penelitian

Penerapan metode tinjauan literatur sistematis dalam penelitian ini terbukti mampu memberikan kerangka yang efektif dalam menelusuri dan memetakan perjalanan teknologi informasi secara historis. Melalui penerapan teknik triangulasi sumber yang dikombinasikan dengan analisis deskriptif-kritis, peneliti dapat mengidentifikasi pola-pola perkembangan yang konsisten sekaligus menemukan celah-celah pengetahuan yang masih memerlukan eksplorasi lebih lanjut. Pendekatan ini juga memfasilitasi integrasi temuan dari berbagai disiplin ilmu yang beragam, mencakup sejarah teknologi, ilmu komputer, kajian sosial, hingga analisis ekonomi, sehingga pada akhirnya menghasilkan pemahaman yang jauh lebih menyeluruh dan holistik.²⁸

SIMPULAN

Bagian Penelitian ini secara keseluruhan berhasil memotret perjalanan panjang teknologi informasi yang berlangsung secara bertahap namun dengan laju yang terus mengalami percepatan. Dimulai dari upaya mekanisasi sederhana pada penghujung abad ke-19, perjalanan tersebut kini telah sampai pada fase transformasi digital yang ditopang oleh kecerdasan buatan dan komputasi awan di abad ke-21. Yang perlu dicermati adalah bahwa setiap periode perkembangan yang terjadi bukanlah episode yang berdiri sendiri dan terputus dari masa sebelumnya, melainkan merupakan kelanjutan sekaligus lonjakan inovasi yang bertumpu pada warisan pengetahuan dan capaian teknologi dari era sebelumnya. Dengan demikian, kemajuan teknologi informasi pada hakikatnya bersifat kumulatif, di mana setiap generasi inovasi selalu berdiri di atas bahu generasi inovasi yang mendahuluinya.

Kajian ini juga mengungkap bahwa di balik setiap lompatan teknologi selalu terdapat faktor-faktor pendorong yang bekerja secara sinergis. Kebutuhan militer yang mendesak, dinamika perkembangan ilmu pengetahuan, proses liberalisasi pasar, arus globalisasi ekonomi, hingga tuntutan transformasi digital di sektor publik merupakan kekuatan-kekuatan yang secara bergantian maupun bersamaan mendorong roda inovasi teknologi informasi terus berputar. Faktor-faktor tersebut tidak beroperasi secara terpisah, melainkan saling berinteraksi dan memperkuat satu sama lain sehingga membentuk ekosistem inovasi yang dinamis dan tidak pernah berhenti berkembang. Pemahaman yang mendalam atas kekuatan-kekuatan pendorong ini menjadi pijakan yang sangat berharga dalam merumuskan arah kebijakan pengembangan teknologi informasi yang lebih strategis, khususnya bagi negara-negara berkembang seperti Indonesia yang masih berada dalam proses penguatan kapasitas digitalnya.

Lebih jauh, penelitian ini menegaskan bahwa dampak yang ditimbulkan oleh perkembangan teknologi informasi jauh melampaui batas-batas teknis dan menjangkau hampir seluruh dimensi kehidupan manusia. Dalam ranah ekonomi, gelombang digitalisasi telah membuka peluang-peluang baru yang sebelumnya tidak terbayangkan, seperti berkembangnya ekonomi berbasis platform digital dan kemudahan bertransaksi tanpa batas geografis. Namun pada saat yang bersamaan, transformasi ini juga melahirkan tantangan-tantangan struktural yang tidak ringan, seperti melebarnya jurang kesenjangan digital antarmasyarakat, meningkatnya ancaman keamanan siber, serta semakin kompleksnya persoalan privasi data dan peredaran informasi yang menyesatkan. Kondisi ini menuntut agar pemanfaatan teknologi informasi senantiasa diimbangi dengan regulasi yang adaptif, penguatan

²⁶ITU & UNESCO. (2023). *Measuring the Information Society Report 2023: Bridging the Digital Divide*. ITU Publications. hlm. 22–29.

²⁷World Economic Forum. (2024). *The Global Risks Report 2024* (19th ed.). WEF. hlm. 18–25.

²⁸Snyder, H., Witell, L., Gustafsson, A., Fombelle, P., & Kristensson, P. (2022). Identifying categories of service innovation: A review and synthesis of the literature. *Journal of Business Research*, 140, 116–132.

literasi digital di semua lapisan masyarakat, serta komitmen kolektif untuk membangun ekosistem digital yang inklusif, aman, dan berkeadilan bagi semua pihak.

Temuan penelitian ini juga semakin mempertegas pandangan bahwa hubungan antara inovasi teknologi dan perubahan sosial tidak bersifat satu arah, melainkan timbal balik dan saling membentuk secara berkelanjutan. Kebutuhan-kebutuhan yang berkembang di tengah masyarakat mendorong lahirnya inovasi teknologi baru, dan sebaliknya, teknologi yang terus berkembang itu sendiri melahirkan perubahan-perubahan sosial yang kemudian memunculkan kebutuhan-kebutuhan baru berikutnya. Siklus yang saling mempengaruhi ini menuntut pendekatan yang holistik dan lintas disiplin dalam memahami serta merespons perkembangan teknologi informasi, tidak cukup hanya dari sudut pandang teknis semata, tetapi juga harus mempertimbangkan dimensi sosial, budaya, etika, dan kebijakan secara terpadu dan seimbang.

Khusus dalam konteks Indonesia, data yang menunjukkan tingkat penetrasi internet sebesar 78,19 persen dengan total 215,63 juta pengguna pada tahun 2023 merupakan bukti nyata bahwa bangsa ini tengah berada di tengah arus transformasi digital yang deras dan tidak mungkin dibendung. Momentum bersejarah ini perlu dikelola dengan bijak melalui penguatan infrastruktur digital yang merata hingga ke pelosok daerah, peningkatan kompetensi sumber daya manusia di bidang teknologi secara berkelanjutan, serta penyusunan kebijakan digital yang benar-benar berpihak pada kepentingan seluruh lapisan masyarakat tanpa terkecuali.

Pada akhirnya, penelitian ini menegaskan bahwa mempelajari sejarah dan dinamika perkembangan teknologi informasi bukan sekadar kegiatan intelektual yang bersifat menengok ke belakang. Lebih dari itu, pemahaman historis yang mendalam atas perjalanan teknologi informasi merupakan kebutuhan strategis yang sangat relevan untuk mengantisipasi tantangan sekaligus memanfaatkan peluang yang akan terus bermunculan di masa depan. Dengan memetakan pola-pola perkembangan yang telah terjadi, para pengambil kebijakan, akademisi, maupun para praktisi di bidang teknologi akan memiliki bekal yang lebih kuat untuk merancang arah pengembangan yang lebih terarah, berkelanjutan, dan pada akhirnya memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi kehidupan masyarakat secara luas.

SARAN

Pertama, pemerintah dan pengambil kebijakan perlu merancang regulasi digital yang mampu mengikuti laju perkembangan teknologi informasi yang semakin cepat. Kebijakan yang dibuat sebaiknya tidak hanya menyentuh aspek teknis, tetapi juga memperhatikan sisi sosial, budaya, dan etika secara seimbang. Di samping itu, percepatan pembangunan infrastruktur digital yang menjangkau seluruh wilayah, termasuk daerah-daerah terpencil, perlu menjadi prioritas utama demi memperkecil jurang kesenjangan digital yang masih dirasakan oleh sebagian besar masyarakat.

Kedua, para akademisi dan peneliti didorong untuk mengembangkan kajian tentang teknologi informasi secara lebih mendalam dengan mengintegrasikan berbagai perspektif, seperti sosial, ekonomi, budaya, dan kebijakan dalam satu kerangka analisis yang utuh. Penelitian selanjutnya juga sebaiknya tidak terbatas pada studi literatur saja, melainkan diperluas dengan metode empiris agar hasil yang diperoleh lebih relevan dan dapat diterapkan secara nyata, terutama dalam menjawab tantangan transformasi digital di Indonesia.

Ketiga, institusi pendidikan diharapkan menjadikan penguatan literasi digital sebagai bagian integral dari pengembangan kurikulum di seluruh jenjang pendidikan. Mengingat bahwa inovasi teknologi dan perubahan sosial saling membentuk satu sama lain, generasi muda tidak cukup hanya dibekali kemampuan teknis semata, tetapi juga perlu diasah kemampuan berpikir kritisnya agar mampu menghadapi arus perubahan digital yang terus bergerak dengan dinamis.

Keempat, kesadaran masyarakat terhadap pentingnya keamanan siber dan perlindungan data pribadi perlu terus dipupuk dan ditingkatkan. Mengingat penetrasi internet di Indonesia telah mencapai 78,19 persen pada tahun 2023, keterlibatan aktif seluruh lapisan masyarakat dalam mewujudkan ekosistem digital yang inklusif, aman, dan berkeadilan bukan lagi sekadar pilihan, melainkan sudah menjadi kebutuhan yang sangat mendesak untuk segera diwujudkan bersama.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbate, J. (2022). The personal computer revolution: Rethinking its social and technological origins. *History and Technology*, 38(1), 45–67.
- Agar, J. (2020). *Science in the 20th Century and Beyond* (2nd ed.). Polity Press. hlm. 203–208.
- Baym, N. K. (2022). Technology, society, and the reciprocal shaping of digital culture. *Journal of Communication*, 72(1), 3–21.
- Campbell-Kelly, M., Aspray, W., Ensmenger, N., & Yost, J. R. (2022). *Computer: A History of the Information Machine* (4th ed.). Routledge. hlm. 97–113.
- Ceruzzi, P. E. (2021). Computing: A concise history of the transistor era. *IEEE Annals of the History of Computing*, 43(2), 14–23.
- Cortada, J. W. (2021). *The Digital Flood: The Diffusion of Information Technology Across the U.S., Europe, and Asia*. Oxford University Press. hlm. 34–41.
- Diadaptasi dari: Yoo, Y., Boland, R. J., Lyytinen, K., & Majchrzak, A. (2021). Organizing for innovation in the digitized world. *Organization Science*, 32(5), 1398–1408.
- Ergül, S., & Kaya, İ. (2022). Systematic literature review as a research method in information science. *Journal of Information Science*, 48(5), 612–625.
- Firdaus, A., Asrori, A., Hakim, D.A., & Anggraini, H. (2024). "Implementasi Model Manajemen Pendidikan Islam Berbasis Teknologi dalam Meningkatkan Kinerja Guru di Era Digital." *UNISAN JURNAL*, 3(1), hlm. 215–238.
- Flamm, K. (2023). The economics of early personal computing adoption: A historical analysis. *Journal of Economic History*, 83(1), 112–138.
- Gillies, J., & Cailliau, R. (2020). Revisiting the invention of the World Wide Web: Implications for the history of information technology. *Internet Histories*, 4(2), 134–151.
- Haigh, T., & Ceruzzi, P. E. (2021). *A New History of Modern Computing*. MIT Press. hlm. 12–19.
- Huda, M. (2024). "Dampak Multidimensional Transformasi Digital terhadap Pola Interaksi Sosial dan Keamanan Informasi." *Indonesian Research Journal on Education*, 4(2), hlm. 302–310.
- International Telecommunication Union. (2023). *Measuring Digital Development: Facts and Figures 2023*. ITU Publications. hlm. 6–9.
- ITU & UNESCO. (2023). *Measuring the Information Society Report 2023: Bridging the Digital Divide*. ITU Publications. hlm. 22–29.
- Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. (2023). *Laporan Survei Penetrasi Internet Indonesia 2023*. Kominfo. hlm. 8–15.
- Manyika, J., & Sneider, K. (2022). *Digital Economy Report: Trends and Implications for Global Growth*. McKinsey Global Institute. hlm. 14–22.
- Mishra, D., Gunasekaran, A., & Papadopoulos, T. (2021). Identifying research gaps through literature reviews in information systems: A methodological approach. *International Journal of Information Management*, 56,
- Nuryana, M.L., Ibrahim, T., & Arifudin, O. (2024). "Implementasi dan Transformasi Sistem Informasi Manajemen di Era Digital." *Jurnal Tahsinia*, 5(9), hlm. 132–133.

- Paul, J., & Criado, A. R. (2020). The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know? *International Business Review*, 29(4).
- Rahmawati, F., & Kurniawan, D. (2022). "Evolusi Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Perspektif Sejarah dan Implikasinya bagi Pendidikan." *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 24(2), hlm. 112–124.
- Reinsel, D., Gantz, J., & Rydning, J. (2020). *The Digitization of the World: From Edge to Core*. IDC White Paper. hlm. 3–7.
- Snyder, H., Witell, L., Gustafsson, A., Fombelle, P., & Kristensson, P. (2022). Identifying categories of service innovation: A review and synthesis of the literature. *Journal of Business Research*, 140, 116–132.
- Sood, A., & Tellis, G. J. (2022). Disruptive innovation in the information technology sector: Patterns and predictors. *Journal of Marketing Research*, 59(3), 471–489.
- Theis, T. N., & Wong, H. S. P. (2021). The end of Moore's Law: A new beginning for information technology. *Computing in Science & Engineering*, 23(2), 41–50.
- Wahyudi, N., & Jatun, J. (2024). "Integrasi Teknologi dalam Pendidikan: Tantangan dan Peluang Pembelajaran Digital di Sekolah Dasar." *Indonesian Research Journal on Education*, 4(1), hlm. 302–310.
- World Economic Forum. (2024). *The Global Risks Report 2024* (19th ed.). WEF. hlm. 18–25.
- Zawacki-Richter, O., Kerres, M., & Bedenlier, S. (2020). Systematic reviews in educational research: Methodology, perspectives, and application. *Springer Open*, 1–37.