



Konsep, Pemanfaatan dan Inovasi di Era Digital



Prof. Dr. Syahrul, M.Pd.
Dr. Nasiratunnisaa Mallappiang
Shabrina Synthia Dewi, S.Pd., M.Pd.

TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI

Konsep, Pemanfaatan dan Inovasi di Era Digital



TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI
Konsep, Pemanfaatan dan Inovasi di Era Digital

Tim Penulis:

Prof. Dr. Syahrul, M.Pd.
Dr. Nasiratunnisaa Mallappiang
Shabrina Syntha Dewi, S.Pd., M.Pd.

Desain Cover:

Helmaria Ulfa

Sumber Ilustrasi:

www.freepik.com

Tata Letak:

Handarini Rohana

Editor:

Nurafni Shahnyb, S.E., M.M.

ISBN:

978-634-317-228-4

Cetakan Pertama:

Agustus, 2026

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

WIDINA MEDIA UTAMA

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 519/JBA/2025

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: @penerbitwidina

Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan anugerah-Nya sehingga buku yang berjudul ***Teknologi Informasi dan Komunikasi: Konsep, Pemanfaatan, dan Inovasi di Era Digital*** dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai salah satu upaya untuk memberikan kontribusi akademik dalam memperkaya literatur mengenai perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang semakin pesat serta pengaruhnya terhadap berbagai aspek kehidupan di era digital.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan yang sangat mendasar dalam cara manusia memperoleh informasi, berkomunikasi, bekerja, belajar, berbisnis, dan berinteraksi. Transformasi digital telah mendorong lahirnya berbagai inovasi yang tidak hanya meningkatkan efisiensi dan produktivitas, tetapi juga mengubah model pelayanan, tata kelola organisasi, serta pola kehidupan masyarakat secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai konsep, pemanfaatan, dan inovasi teknologi informasi dan komunikasi menjadi kebutuhan penting bagi dunia pendidikan, pemerintahan, industri, maupun masyarakat luas.

Buku ini disusun secara sistematis dengan mengintegrasikan berbagai konsep dasar teknologi informasi dan komunikasi, perkembangan infrastruktur digital, sistem informasi, komunikasi berbasis teknologi, serta penerapan berbagai inovasi digital dalam berbagai sektor. Pembahasan juga mencakup transformasi digital dalam dunia pendidikan, bisnis, pemerintahan, kesehatan, industri kreatif, dan pelayanan publik, sehingga pembaca memperoleh gambaran yang utuh mengenai peran strategis TIK dalam mendukung pembangunan dan peningkatan daya saing.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1 KONSEP DASAR TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI	1
A. Pengertian Teknologi Informasi dan Komunikasi	1
B. Sejarah Perkembangan TIK.....	4
C. Komponen Utama TIK.....	9
D. Peran TIK Dalam Kehidupan Modern	13
E. Tren Perkembangan Terkini	16
F. Rangkuman Materi	20
BAB 2 INFRASTRUKTUR TEKNOLOGI INFORMASI.....	25
A. Perangkat Keras (Hardware).....	25
B. Perangkat Lunak (Software)	31
C. Jaringan dan Internet	35
D. Sistem Operasi dan Utilitas.....	47
E. Data Center dan Cloud Computing.....	49
F. Rangkuman Materi	53
BAB 3 SISTEM INFORMASI.....	57
A. Konsep dan Jenis Sistem Informasi	57
B. Komponen Sistem Informasi	60
C. Basis Data dan Manajemen Data	63
D. Analisis dan Perancangan Sistem	66
E. Transformasi Digital dan Sistem Informasi Modern.....	69
F. Rangkuman Materi	72
BAB 4 INTERNET DAN KOMUNIKASI DIGITAL	77
A. Konsep dan Protokol Internet	77
B. Media Sosial dan Platform Komunikasi	82
C. Komunikasi Data dan Multimedia	84
D. Layanan Berbasis Internet	87
E. Etika dan Literasi Digital	91
F. Rangkuman Materi	94
BAB 5 KEAMANAN INFORMASI DAN PRIVASI.....	99
A. Ancaman dan Risiko Keamanan Informasi	99
B. Kriptografi.....	106
C. Keamanan Jaringan.....	110
D. Keamanan Data dan Privasi	114
E. Tata Kelola Keamanan Informasi.....	118

F. Rangkuman Materi	123
BAB 6 PEMANFAATAN TIK PADA BERBAGAI SEKTOR	129
A. Tik Dalam Pemerintahan (E-Government)	129
B. Tik Dalam Bisnis dan Ekonomi (E-Commerce).....	131
C. Tik Dalam Pendidikan (E-Learning).....	134
D. Tik Dalam Kesehatan (E-Health)	137
E. Tik Dalam Industri Kreatif	141
F. Rangkuman Materi	144
BAB 7 INOVASI DAN MASA DEPAN TIK.....	151
A. Komputasi Awan (Cloud Computing) Lanjutan	151
B. Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)	155
C. Internet of Things (IoT)	159
D. Big Data dan Analitika	163
E. Blockchain dan Teknologi Terbaru	166
F. Rangkuman Materi	169
PROFIL PENULIS	175

BAB 1

KONSEP DASAR TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI

A. PENGERTIAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI

Perkembangan teknologi digital tidak hanya menghadirkan berbagai perangkat baru, tetapi juga mengubah secara mendasar cara manusia memproduksi, menyebarkan, dan memaknai informasi. Dalam kehidupan modern yang ditandai oleh konektivitas global dan arus data yang cepat, Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) menjadi infrastruktur utama yang memengaruhi cara kita berinteraksi, bekerja, belajar, dan mengambil keputusan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai TIK tidak cukup hanya melihatnya sebagai alat teknis, tetapi perlu dipahami sebagai sistem yang melibatkan teknologi, manusia, dan proses sosial yang saling berhubungan.

Secara tradisional, TIK sering didefinisikan secara teknis sebagai kombinasi perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), dan jaringan komunikasi yang digunakan untuk mengolah dan mentransmisikan data. Pendekatan ini menekankan aspek infrastruktur dan fungsionalitas teknologi. Namun, perkembangan kajian komunikasi dan sistem informasi menunjukkan bahwa definisi tersebut belum memadai untuk menjelaskan dampak sosial dan strategis TIK. Dalam kajian komunikasi, McQuail (2010) menjelaskan bahwa teknologi komunikasi berperan dalam sistem sosial yang memengaruhi produksi dan konsumsi pesan. Sementara itu, Rogers (2003) melalui teori difusi inovasi menekankan bahwa teknologi mempercepat penyebaran gagasan melalui proses adopsi sosial. Kedua pandangan ini menunjukkan bahwa TIK bukan sekadar media atau perangkat, tetapi juga penggerak perubahan sosial dalam masyarakat.

Berdasarkan sintesis berbagai pandangan tersebut, Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dapat didefinisikan sebagai sistem sosioteknis terpadu yang menggabungkan teknologi, manusia, dan proses sosial untuk mengumpulkan, mengolah, menyimpan, serta mentransformasikan data

DAFTAR PUSTAKA

- Abbate, J. (1999). *Inventing the Internet*. MIT Press.
- Ackoff, R. L. (1989). From data to wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis*, 16, 3–9.
- Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. (2022). *Laporan survei penetrasi internet Indonesia 2022*. <https://apjii.or.id>
- Bostrom, R. P., & Heinen, J. S. (1977). MIS problems and failures: A socio-technical perspective. *MIS Quarterly*, 1(3), 17–32. <https://doi.org/10.2307/248710>
- Cabinet Office, Government of Japan. (2016). *Society 5.0*. https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/
- Campbell-Kelly et al. (2014). *Computer: A history of the information machine* (3rd ed.). Westview Press.
- Castells, M. (2001). *The Internet galaxy: Reflections on the Internet, business, and society*. Oxford University Press.
- Ceruzzi, P. E. (2003). *A history of modern computing* (2nd ed.). MIT Press.
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). *Working knowledge: How organizations manage what they know*. Harvard Business School Press.
- Dicheva, D., Irwin, K., & Dichev, C. (2023). Digital transformation in higher education: A systematic review. *Education and Information Technologies*.
- Eisenstein, E. L. (1980). *The printing press as an agent of change*. Cambridge University Press.
- Febvre, L., & Martin, H. J. (1976). *The coming of the book: The impact of printing 1450–1800*. Verso.
- Fukuyama, F., et al. (2021). Governance of artificial intelligence. *Daedalus*, 150(2), 52–67.
- Headrick, D. R. (1991). *The invisible weapon: Telecommunications and international politics 1851–1945*. Oxford University Press.
- Kitchin, R. (2014). *The data revolution: Big data, open data, data infrastructures and their consequences*. Sage.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2019). *Management information systems: Managing the digital firm* (16th ed.). Pearson.
- Lombardi, R., Secundo, G., & Dumay, J. (2021). Artificial intelligence and big data in accounting: A review. *Journal of Intellectual Capital*.
- McQuail, D. (2010). *McQuail's mass communication theory* (6th ed.). Sage.

- Meyrowitz, J. (1985). *No sense of place: The impact of electronic media on social behavior*. Oxford University Press.
- Moore, G. E. (1965). Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics*, 38(8), 114–117.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company*. Oxford University Press.
- O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2011). *Management information systems* (10th ed.). McGraw-Hill.
- Pressman, R. S. (2014). *Software engineering: A practitioner's approach* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Rafli, M., & Yunanto, M. (2024). Mobile banking adoption and digital financial inclusion. *Journal of Digital Finance*.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Satriya, D., & Indrayani, E. (2022). Digital transformation in MSMEs: Challenges and opportunities. *Jurnal Manajemen Teknologi*.
- Stallings, W. (2018). *Computer security: Principles and practice* (4th ed.). Pearson.
- Standage, T. (1998). *The Victorian Internet*. Walker & Company.
- Statista. (2022). *Digital economy and e-commerce statistics*. <https://www.statista.com>
- Sun, T. Q. (2023). Artificial intelligence and automation in digital transformation. *Technological Forecasting and Social Change*.
- Syuryadi, S., & Nurani, F. (2021). Automation systems and organizational efficiency. *Jurnal Sistem Informasi*.
- Van Dijk, J. (2020). *The network society* (3rd ed.). Sage.
- Wang, L., Li, X., & Zhang, Y. (2024). Cloud computing governance and digital infrastructure concentration. *Information Systems Journal*.
- Weill, P., & Ross, J. W. (2004). *IT governance: How top performers manage IT decision rights for superior results*. Harvard Business School Press.
- UNESCO. (2020). *Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action*. UNESCO.

BAB 2

INFRASTRUKTUR TEKNOLOGI INFORMASI

A. PERANGKAT KERAS (HARDWARE)

Semua teknologi digital berakar pada lapisan paling dasar: perangkat keras. Dari ponsel cerdas hingga pusat data, setiap aktivitas komputasi bergantung pada kemampuan fisik hardware dalam mengolah sinyal menjadi informasi. Dalam pendekatan layered computing architecture, perangkat keras menempati lapisan fisik yang menyediakan kapasitas komputasi dasar bagi seluruh sistem digital. Dalam kerangka enterprise architecture, hardware berada pada technology infrastructure layer yang menopang operasi perangkat lunak, jaringan, serta layanan digital organisasi. Dengan demikian, hardware tidak dipahami sekadar sebagai kumpulan komponen elektronik, melainkan sebagai infrastruktur komputasional yang memungkinkan berlangsungnya siklus transformasi data menjadi informasi dan pengetahuan (Laudon & Laudon, 2019).

Fungsi perangkat keras dapat dijelaskan melalui empat tahap utama: input, process, output, dan storage. Model ini dikenal sebagai data processing cycle (Stallings, 2018). Keempat fungsi tersebut merepresentasikan arsitektur logis sistem komputasi yang bekerja secara terintegrasi. Melalui mekanisme ini, sistem menerima data dari lingkungan, mentransformasikannya menjadi informasi bermakna, menyajikannya kembali kepada pengguna, serta menyimpannya untuk pemanfaatan lanjutan. Dengan demikian, hardware berperan sebagai fondasi material bagi berlangsungnya proses penciptaan nilai dalam ekosistem digital modern.

1. Perangkat Input: Konversi Realitas ke Representasi Digital

Perangkat input merupakan titik awal interaksi antara lingkungan eksternal dan sistem komputasi. Fungsinya adalah menerima data serta instruksi, kemudian mengonversinya ke dalam bentuk representasi digital yang dapat diproses oleh mesin. Proses ini mencakup transformasi teks,

DAFTAR PUSTAKA

- Bostrom, R. P., & Heinen, J. S. (1977). *MIS problems and failures: A socio-technical perspective, part I: The causes*. *MIS Quarterly*, 1(3), 17–32.
<https://doi.org/10.2307/248710>
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). *Working knowledge: How organizations manage what they know*. Harvard Business School Press.
- Galvin, R., & Sun, M. (2012). *Cloud computing governance: Challenges and opportunities*. *Information Systems Journal*, 22(4), 295–312.
- Hashizume, K., Rosado, D. G., Fernández-Medina, E., & Fernandez, E. B. (2013). An analysis of security issues for cloud computing. *Journal of Internet Services and Applications*, 4(1), 5.
<https://doi.org/10.1186/1869-0238-4-5>
- Iqbal, S., Mat Kiah, M. L., & Hussain, M. (2016). Cloud computing security risks and recommendations: A review. *Journal of Network and Computer Applications*, 71, 11–29.
<https://doi.org/10.1016/j.jnca.2016.06.015>
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). *Computer networking: A top-down approach* (8th ed.). Pearson.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2019). *Management information systems: Managing the digital firm* (16th ed.). Pearson Education.
- Lal, R., & Bharadwaj, S. (2016). *Managing cloud-enabled business transformation*. Springer.
- Ludwig, A., & Coetzee, M. (2012). Cloud computing governance – A framework for accountability. In *Proceedings of the 2012 Information Security South Africa Conference* (pp. 1–8). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ISSA.2012.6320437>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). *The NIST definition of cloud computing* (Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology.
<https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145>
- Moore, G. E. (1965). Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics*, 38(8), 114–117.
- Moura, J., & Hutchison, D. (2016). Review and analysis of networking challenges in cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 60, 113–129.
<https://doi.org/10.1016/j.jnca.2015.10.006>

- Nishant, R. (2023). *Cloud computing models: Concepts, technologies, and applications*. Springer Nature.
- O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2011). *Management information systems* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Ojala, A. (2013). Adoption of cloud computing in organizations. *Information Systems Frontiers*, 15(4), 543–557. <https://doi.org/10.1007/s10796-012-9383-7>
- Okai-Ugbaje, S., Longe, O. B., & Thomas, T. (2014). Cloud computing: Security and compliance issues. *International Journal of Computer Applications*, 92(12), 18–23. <https://doi.org/10.5120/16075-5123>
- Pressman, R. S. (2014). *Software engineering: A practitioner's approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Rosati, P., Cummins, M., & Lynn, T. (2019). *Digital transformation and cloud computing: Towards a research agenda*. Springer.
- Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). *Operating system concepts* (10th ed.). Wiley.
- Stallings, W. (2018). *Computer organization and architecture* (11th ed.). Pearson.
- Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). *Modern operating systems* (4th ed.). Pearson Education.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). *Computer networks* (5th ed.). Pearson Education.
- Weill, P., & Ross, J. W. (2004). *IT governance: How top performers manage IT decision rights for superior results*. Harvard Business School Press.
- Zhao, G., & Zhou, W. (2014). Security risk management in cloud computing. *International Journal of Cloud Applications and Computing*, 4(1), 14–32. <https://doi.org/10.4018/ijcac.2014010102>

BAB 3

SISTEM INFORMASI

A. KONSEP DAN JENIS SISTEM INFORMASI

Sistem informasi (SI) pada dasarnya merupakan suatu sistem terintegrasi yang menggabungkan manusia, data, proses, dan teknologi untuk mengumpulkan, mengolah, menyimpan, serta mendistribusikan informasi guna mendukung operasional, manajemen, dan pengambilan keputusan dalam organisasi. Sistem ini tidak semata-mata berbasis komputer, tetapi juga mencakup prosedur kerja, struktur organisasi, serta peran manusia sebagai bagian dari mekanisme pengelolaan informasi. Dengan demikian, sistem informasi tidak dapat dipahami hanya sebagai artefak teknologi, melainkan sebagai konstruksi institusional yang membentuk cara organisasi memproduksi, mendistribusikan, dan memanfaatkan pengetahuan dalam mencapai tujuan strategisnya.

Sejumlah ahli memperkaya pemahaman konseptual mengenai sistem informasi. Gelinas dan Dull (2010) mendefinisikan sistem informasi sebagai sistem buatan manusia yang terdiri atas komponen berbasis komputer dan komponen manual yang terintegrasi untuk mengumpulkan, menyimpan, serta mengelola data guna menghasilkan informasi bagi penggunaannya. O'Brien dan Marakas (2011) menekankan bahwa sistem informasi merupakan kombinasi terorganisasi dari manusia, perangkat keras, perangkat lunak, jaringan komunikasi, dan sumber daya data yang bekerja bersama untuk mentransformasikan data menjadi informasi.

Sementara itu, Laudon dan Laudon (2019) melihat sistem informasi sebagai sekumpulan komponen yang saling berinteraksi untuk mendukung pengambilan keputusan, koordinasi, dan pengendalian dalam organisasi. Ketiga perspektif tersebut menunjukkan bahwa sistem informasi memiliki karakter integratif, transformasional (mengubah data menjadi informasi), dan teleologis yakni dirancang untuk mencapai tujuan organisasi tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., & Thomas, D. (2001). *Manifesto for agile software development*. <https://agilemanifesto.org/>
- Bertalanffy, L. von. (1968). *General system theory: Foundations, development, applications*. George Braziller.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37(2), 471–482. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37:2.3>
- Brennen, J. S., & Kreiss, D. (2016). Digitalization. In K. B. Jensen, R. T. Craig, J. D. Pooley, & E. W. Rothenbuhler (Eds.), *The international encyclopedia of communication theory and philosophy* (pp. 1–11). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118766804.wbiect111>
- Brynjolfsson, E., & McElheran, K. (2016). The rapid adoption of data-driven decision-making. *American Economic Review*, 106(5), 133–139. <https://doi.org/10.1257/aer.p20161016>
- Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165–1188. <https://doi.org/10.2307/41703503>
- Davenport, T. H. (1998). Putting the enterprise into the enterprise system. *Harvard Business Review*, 76(4), 121–131.
- Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2016). *Fundamentals of database systems* (7th ed.). Pearson.
- Emery, F. E., & Trist, E. L. (1960). Socio-technical systems. In C. W. Churchman & M. Verhulst (Eds.), *Management science, models and techniques* (Vol. 2, pp. 83–97). Pergamon Press.
- Gelinas, U. J., & Dull, R. B. (2010). *Accounting information systems* (8th ed.). South-Western Cengage Learning.
- Hammer, M. (1990). Reengineering work: Don't automate, obliterate. *Harvard Business Review*, 68(4), 104–112.
- ISACA. (2019). *COBIT 2019 framework: Governance and management objectives*. ISACA.

- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2015). *Strategy, not technology, drives digital transformation*. MIT Sloan Management Review.
- Kotter, J. P. (1996). *Leading change*. Harvard Business School Press.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2019). *Management information systems: Managing the digital firm* (15th ed.). Pearson.
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1), 71–87.
<https://doi.org/10.1287/orsc.2.1.71>
- O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2011). *Management information systems* (10th ed.). McGraw-Hill/Irwin.
- Parker, G. G., Van Alstyne, M. W., & Choudary, S. P. (2016). *Platform revolution: How networked markets are transforming the economy—and how to make them work for you*. W. W. Norton.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 92(11), 64–88.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2019). *Software engineering: A practitioner's approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Royce, W. W. (1970). Managing the development of large software systems. In *Proceedings of IEEE WESCON* (pp. 1–9). IEEE.
- Sambamurthy, V., Bharadwaj, A., & Grover, V. (2003). Shaping agility through digital options. *MIS Quarterly*, 27(2), 237–263.
<https://doi.org/10.2307/30036530>
- Sebastian, I. M., Ross, J. W., Beath, C., Mockler, M., Moloney, K., & Fonstad, N. O. (2017). How big old companies navigate digital transformation. *MIS Quarterly Executive*, 16(3), 197–213.
- Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2020). *Business intelligence, analytics, and data science: A managerial perspective* (4th ed.). Pearson.
- Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S. (2019). *Database system concepts* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Sommerville, I. (2016). *Software engineering* (10th ed.). Pearson.
- Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2–3), 172–194.
<https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>
- Tilson, D., Lyytinen, K., & Sørensen, C. (2010). Research commentary—Digital infrastructures. *Information Systems Research*, 21(4), 748–759.
<https://doi.org/10.1287/isre.1100.0318>

- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Whitman, M. E., & Mattord, H. J. (2021). *Principles of information security* (7th ed.). Cengage.

BAB 4

INTERNET DAN KOMUNIKASI DIGITAL

A. KONSEP DAN PROTOKOL INTERNET

Internet tidak sekadar merupakan kumpulan jaringan yang saling terhubung, melainkan sebuah arsitektur komunikasi global yang dirancang secara modular dan evolutif. Fondasi arsitektur tersebut dikenal sebagai model TCP/IP, yang membagi fungsi komunikasi ke dalam empat lapisan utama: link, Internet, transport, dan aplikasi (Kurose & Ross, 2021; Tanenbaum & Wetherall, 2011). Pembagian berlapis ini bukan hanya klasifikasi teknis, tetapi strategi desain sistem yang memungkinkan pemisahan tanggung jawab (*separation of concerns*) pada setiap tingkat abstraksi. Dengan pendekatan tersebut, inovasi pada satu lapisan tidak mengharuskan perubahan menyeluruh pada keseluruhan sistem. Inilah yang menjadikan Internet mampu berevolusi secara bertahap tanpa kehilangan interoperabilitas global.

Untuk memahami bagaimana desain arsitektural tersebut bekerja dalam praktik, pembahasan dapat dimulai dari protokol inti yang membentuk kerangka komunikasi Internet, yaitu TCP dan IP.

1. TCP/IP

Sebagai fondasi komunikasi Internet, TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) mengatur mekanisme pengiriman dan penerimaan data antar jaringan. Pada lapisan Internet, Internet Protocol (IP) bertanggung jawab atas pengalamatan logis dan perutean paket data antar jaringan (Postel, 1981a – RFC 791). IP bersifat *connectionless* dan menerapkan prinsip *best-effort delivery*, yang berarti protokol ini tidak menjamin bahwa paket akan tiba secara utuh maupun dalam urutan yang benar. Desain ini memberikan fleksibilitas tinggi dalam proses perutean, karena jaringan inti tidak dibebani tanggung jawab memastikan reliabilitas transmisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, A. A., Brossard, D., Scheufele, D. A., Xenos, M. A., & Ladwig, P. (2020). The “nasty effect:” Online incivility and risk perceptions of emerging technologies. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 25(1), 1–18.
- Bishop, M. (2022). *Hypertext Transfer Protocol Version 3 (HTTP/3)* (RFC 9114). Internet Engineering Task Force. <https://doi.org/10.17487/RFC9114>
- Blackman, T. (2015). *Performing and evaluating academic visibility in social media*. Routledge.
- Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Ecker, U. K. H., Lewandowsky, S., Cook, J., Schmid, P., Fazio, L. K., Brashier, N., Kendeou, P., Vraga, E. K., & Amazeen, M. A. (2022). The psychological drivers of misinformation belief and its resistance to correction. *Nature Reviews Psychology*, 1(1), 13–29. <https://doi.org/10.1038/s44159-021-00006-y>
- Fielding, R., Nottingham, M., & Reschke, J. (2022). *HTTP Semantics* (RFC 9110). Internet Engineering Task Force. <https://doi.org/10.17487/RFC9110>
- Habermas, J. (1989). *The structural transformation of the public sphere: An inquiry into a category of bourgeois society*. MIT Press.
- Hoffmann, C. P., Lutz, C., & Meckel, M. (2014). A relational altmetric? Network centrality on ResearchGate as an indicator of scientific impact. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65(11), 1–12.
- Karim, M. W., Haque, A., Ulfy, M. A., Hossain, M. A., & Anis, Z. (2018). Factors influencing the use of e-banking by customers in Bangladesh. *International Journal of Bank Marketing*, 36(3), 1–15.
- Kubicek, H., Cimander, R., & Scholl, H. J. (2007). *Organizational interoperability in e-government*. Springer.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). *Computer networking: A top-down approach* (8th ed.). Pearson.
- Livingstone, S. (2010). Digital learning and participation among youth: Critical reflections on future research priorities. *International Journal of Media & Cultural Politics*, 6(1), 1–12.

- Losh, E. (2007). *Virtualpolitik: An electronic history of government media-making in a time of war, scandal, disaster, miscommunication, and mistakes*. MIT Press.
- Luo, T., Freeman, C., & Stefaniak, J. (2022). "Like, comment, and share": An analysis of social media engagement in scholarly communication. *Computers & Education*, 180, 104456.
- Mockapetris, P. (1987a). *Domain names – Concepts and facilities* (RFC 1034). Internet Engineering Task Force. <https://doi.org/10.17487/RFC1034>
- Mockapetris, P. (1987b). *Domain names – Implementation and specification* (RFC 1035). Internet Engineering Task Force. <https://doi.org/10.17487/RFC1035>
- Müller, J., & Pischel, M. (1999). Multi-agent systems and e-commerce. *Proceedings of the International Conference on Autonomous Agents*, 1–8.
- Postel, J. (1981a). *Internet Protocol* (RFC 791). Internet Engineering Task Force. <https://doi.org/10.17487/RFC0791>
- Postel, J. (1981b). *Transmission Control Protocol* (RFC 793). Internet Engineering Task Force. <https://doi.org/10.17487/RFC0793>
- Priem, J., Taraborelli, D., Groth, P., & Neylon, C. (2012). Altmetrics: A manifesto. <http://altmetrics.org/manifesto>
- Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. Simon & Schuster.
- Ruano, J., Delgado, J., & Bustos, A. (2018). Social media metrics and citation impact in scholarly communication. *Scientometrics*, 115(1), 1–15.
- Singh, S., & Ahmad, T. (2022). Social media pressure and academic performance culture. *Higher Education Research & Development*, 41(3), 1–15.
- Stallings, W. (2018). *Data and computer communications* (10th ed.). Pearson.
- Tan, M., & Teo, T. S. H. (2000). Factors influencing the adoption of internet banking. *Journal of the Association for Information Systems*, 1(5), 1–44.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). *Computer networks* (5th ed.). Pearson.
- Thompson, D. F. (2009). *Digital government and public accountability*. Princeton University Press.
- Tuters, M., Portwood-Stacer, L., & Uldam, J. (2018). Algorithmic publics and the formation of political identity. *Information, Communication & Society*, 21(2), 1–17.

- Xu, H., Teo, H. H., Tan, B. C. Y., & Agarwal, R. (2006). The role of push–pull technology in privacy calculus. *Journal of Management Information Systems*, 22(2), 1–24.
- Zimba, O., & Gasparyan, A. Y. (2021). Scholarly publishing and social media: Scopus and Web of Science metrics. *Journal of Korean Medical Science*, 36(11), 1–10.

BAB 5

KEAMANAN INFORMASI DAN PRIVASI

A. ANCAMAN DAN RISIKO KEAMANAN INFORMASI

Keamanan informasi merupakan disiplin yang berfokus pada perlindungan aset informasi dari akses, penggunaan, pengungkapan, modifikasi, atau penghancuran yang tidak sah. Secara konseptual, disiplin ini berlandaskan pada prinsip Confidentiality, Integrity, dan Availability (CIA Triad) sebagai fondasi normatif dalam perancangan kontrol keamanan (Whitman & Mattord, 2022; Stallings & Brown, 2018). Namun, dalam praktik modern, keamanan informasi tidak lagi dipahami sebagai sekadar penerapan teknologi proteksi, melainkan sebagai bagian integral dari manajemen risiko organisasi.

Kerangka kerja seperti NIST Cybersecurity Framework menekankan lima fungsi utama Identify, Protect, Detect, Respond, dan Recover yang membentuk siklus hidup pengelolaan risiko keamanan (NIST, 2018). Seiring meningkatnya transformasi digital, komputasi awan, Internet of Things (IoT), dan integrasi lintas organisasi, attack surface berkembang secara signifikan (Kurose & Ross, 2021). ENISA (2023) menegaskan bahwa ancaman modern bersifat multi-vektor dan terkoordinasi, menggabungkan eksploitasi teknis dan kelemahan manusia dalam satu rangkaian serangan terstruktur.

1. Model Risiko: Dari Konseptual ke Kuantitatif

Secara formal, risiko keamanan dapat dirumuskan sebagai:

$$\text{Risk} = \text{Likelihood} \times \text{Impact}$$

Risiko muncul ketika ancaman mampu mengeksploitasi kerentanan dan menghasilkan dampak terhadap aset organisasi. Dalam pendekatan kuantitatif klasik, digunakan model:

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelghani, R. (2019). Secure virtual private networks for remote access: Architecture and security considerations. *International Journal of Network Security*, 21(3), 421–430.
- Alagic, G., Apon, D., Cooper, D., Dang, Q., Kelsey, J., Liu, Y.-K., Miller, C., Moody, D., Peralta, R., Perlner, R., Robinson, A., & Smith-Tone, D. (2022). *Status report on the third round of the NIST post-quantum cryptography standardization process* (NISTIR 8413). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8413>
- APWG. (2023). *Phishing activity trends report*. Anti-Phishing Working Group. <https://apwg.org>
- Arvind, K. (2023). Cloud data security challenges and mitigation strategies. *Journal of Cloud Computing Research*, 12(2), 45–59.
- Cheswick, W. R., Bellovin, S. M., & Rubin, A. D. (2003). *Firewalls and internet security: Repelling the wily hacker* (2nd ed.). Addison-Wesley.
- Diffie, W., & Hellman, M. (1976). New directions in cryptography. *IEEE Transactions on Information Theory*, 22(6), 644–654. <https://doi.org/10.1109/TIT.1976.1055638>
- ENISA. (2023). *ENISA threat landscape 2023*. European Union Agency for Cybersecurity. <https://www.enisa.europa.eu>
- European Union. (2016). *Regulation (EU) 2016/679 (General Data Protection Regulation)*. Official Journal of the European Union.
- Funde, P., & Swain, S. (2022). Privacy-preserving computation techniques in distributed systems. *Journal of Information Security*, 13(4), 233–248.
- Gartner. (2021). *The future of network security is in the cloud: Secure access service edge (SASE)*. Gartner Research.
- Gilbert, T., Sharma, P., & Li, X. (2025). Resilience challenges in edge-cloud distributed systems. *IEEE Cloud Computing*, 12(1), 30–41.
- Hadnagy, C. (2018). *Social engineering: The science of human hacking* (2nd ed.). Wiley.
- Hamed, M., Al-Rubaie, M., & Chang, J. (2025). Federated learning and privacy-preserving AI techniques: A comprehensive review. *ACM Computing Surveys*, 57(2), 1–38.

- Hutchins, E. M., Cloppert, M. J., & Amin, R. M. (2011). Intelligence-driven computer network defense informed by analysis of adversary campaigns and intrusion kill chains. In *Proceedings of the 6th International Conference on Information Warfare and Security* (pp. 113–125).
- IBM Security. (2023). *Cost of a data breach report 2023*. IBM Corporation.
- Institute of Internal Auditors (IIA). (2020). *The IIA's three lines model: An update of the three lines of defense*. IIA.
- ISACA. (2018). *COBIT 2019 framework: Governance and management objectives*. ISACA.
- ISO/IEC. (2022). *ISO/IEC 27001:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements*. International Organization for Standardization.
- ISO/IEC. (2022). *ISO/IEC 27002:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security controls*. International Organization for Standardization.
- ISO/IEC. (2013). *ISO/IEC 27014:2013 Information technology — Security techniques — Governance of information security*. International Organization for Standardization.
- ISO/IEC. (2018). *ISO/IEC 27005:2018 Information security risk management*. International Organization for Standardization.
- Jones, J. W., & Ashenden, D. (2015). *FAIR: Factor analysis of information risk*. RiskLens Research.
- Katz, J., & Lindell, Y. (2020). *Introduction to modern cryptography* (3rd ed.). CRC Press.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). *Computer networking: A top-down approach* (8th ed.). Pearson.
- Menezes, A. J., van Oorschot, P. C., & Vanstone, S. A. (1996). *Handbook of applied cryptography*. CRC Press.
- Mukhopadhyay, S., Chakraborty, D., & Chatterjee, S. (2011). Intrusion detection using anomaly detection techniques. *International Journal of Computer Applications*, 33(1), 1–5.
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2001). *Advanced encryption standard (AES)* (FIPS PUB 197). <https://doi.org/10.6028/NIST.FIPS.197>
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2018). *Framework for improving critical infrastructure cybersecurity* (Version 1.1).
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2018). *Digital signature standard (DSS)* (FIPS PUB 186-4).

- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2018). *Guide for conducting risk assessments* (SP 800-30).
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2012). *Contingency planning guide for federal information systems* (SP 800-34 Rev. 1).
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2020). *Zero trust architecture* (SP 800-207).
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2016). *Guidelines for key management* (SP 800-57 Part 1 Rev. 4).
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2007). *Guide to intrusion detection and prevention systems (IDPS)* (SP 800-94).
- RFC 4301. (2005). Security architecture for the internet protocol. Internet Engineering Task Force (IETF).
- Sandhu, R., Bhamidipati, V., & Munawer, Q. (2011). The ARBAC97 model for role-based administration of roles. *ACM Transactions on Information and System Security*, 2(1), 105–135.
- Scarfone, K., & Mell, P. (2007). *Guide to intrusion detection and prevention systems (IDPS)* (NIST SP 800-94). National Institute of Standards and Technology.
- Shiriaev, D., Kourtis, M., & Pallis, G. (2024). Data recovery mechanisms in distributed cloud-edge systems. *Future Generation Computer Systems*, 148, 120–134.
- Shor, P. W. (1994). Algorithms for quantum computation: Discrete logarithms and factoring. In *Proceedings of the 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science* (pp. 124–134). IEEE.
- Stallings, W., & Brown, L. (2018). *Computer security: Principles and practice* (4th ed.). Pearson.
- Terentyev, A., Kozlov, D., & Shashkin, V. (2021). Evolution of next-generation firewall technologies. *Journal of Network and Computer Applications*, 181, 103–118.
- Verizon. (2023). *Data breach investigations report 2023*. Verizon Enterprise.
- Vimal, S. (2021). Security and privacy challenges in cloud backup systems. *International Journal of Advanced Computer Science*, 12(4), 211–220.
- Voigt, P., & Von dem Bussche, A. (2017). *The EU general data protection regulation (GDPR): A practical guide*. Springer.
- Whitman, M. E., & Mattord, H. J. (2022). *Principles of information security* (7th ed.). Cengage Learning.

BAB 6

PEMANFAATAN TIK PADA BERBAGAI SEKTOR

A. TIK DALAM PEMERINTAHAN (E-GOVERNMENT)

Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam pemerintahan, yang dikenal sebagai e-government, merupakan transformasi strategis dalam tata kelola publik dari model birokrasi konvensional menuju administrasi digital yang lebih efisien dan responsif. E-government secara umum didefinisikan sebagai pemanfaatan TIK untuk meningkatkan akses layanan, kualitas administrasi, serta hubungan antara pemerintah, warga, dan sektor bisnis (UN E-Government Survey, 2022; Heeks, 2006). Transformasi ini tidak sekadar memindahkan proses manual ke platform daring, tetapi juga mendesain ulang proses bisnis pemerintahan agar lebih sederhana, transparan, dan berbasis data.

1. Layanan Publik Digital (*Digital Public Services*)

Layanan publik digital merupakan inti dari implementasi e-government, di mana pelayanan administratif disediakan melalui platform elektronik yang terintegrasi. Digitalisasi layanan bertujuan meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat waktu layanan, dan mengurangi biaya transaksi publik (Klarić, 2023; OECD, 2020). Model layanan ini sering diwujudkan dalam bentuk portal terpadu satu pintu yang memungkinkan warga mengakses berbagai layanan pemerintah tanpa harus datang secara fisik ke kantor administrasi.

Di Indonesia, implementasi seperti Jogja Smart Service (JSS) dan Jakarta Smart City menunjukkan bagaimana layanan digital dapat menyederhanakan prosedur administrasi sekaligus memperluas akses masyarakat terhadap pelayanan publik (Firman et al., 2020; Yogar et al., 2023). Studi di Kota Semarang juga menunjukkan bahwa platform digital pelayanan publik meningkatkan kecepatan respons pemerintah terhadap

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. (2025). Digital transformation in educational institutions: Institutional adaptation in the era of ICT integration. *Journal of Educational Innovation*, 18(2), 112–128.
- Adewusi, O., et al. (2024). Data governance frameworks for big data ecosystems. *Journal of Information Systems Management*, 41(1), 55–72.
- Ainan, R. (2025). Learning management systems and teacher digital competence in post-pandemic education. *Journal of Digital Learning*, 12(1), 45–60.
- Ajah, I. A., & Nweke, H. F. (2019). Big data and business analytics: Trends and challenges. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(3), 45–56.
- Alam, T., et al. (2021). Spatio-temporal data processing in IoT-enabled environments. *Future Generation Computer Systems*, 115, 120–134.
- Alfiyyah, R., et al. (2022). Telemedicine adoption and behavioral intention during COVID-19. *Healthcare Informatics Research*, 28(3), 215–224.
- Anam, K. (2025). Digital public service platforms and bureaucratic efficiency in local government. *Jurnal Administrasi Publik*, 19(1), 77–92.
- Anwas, O. M. (2016). The role of digital media in improving student learning motivation. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 21(2), 123–135.
- Armand, F., & Purnawarman, P. (2025). TPACK framework implementation in digital classrooms. *Indonesian Journal of Educational Technology*, 14(2), 89–104.
- Balietti, S., et al. (2016). Open evaluation systems and scientific collaboration. *Scientometrics*, 109(2), 1025–1042.
- Bapna, S., et al. (2023). Remote monitoring in heart failure management: A systematic review. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 29(4), 256–267.
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Big data analytics and smart sustainable cities. *Sustainable Cities and Society*, 37, 90–102.
- Chang, S. E., & Chen, Y. (2020). Blockchain in supply chain management. *Sustainability*, 12(6), 1–18.
- Denny, S., & Disemadi, H. (2023). Cryptocurrency regulation challenges in emerging economies. *Journal of Financial Regulation*, 9(2), 145–160.
- Dunayev, I., et al. (2023). Smart governance in digital cities. *Government Information Quarterly*, 40(2), 101–115.

- Elgabri, A., et al. (2023). Permissioned blockchain governance models. *IEEE Access*, 11, 45567–45579.
- Fen, J., et al. (2022). Predictive analytics in big data environments. *Expert Systems with Applications*, 187, 115–130.
- Firman, T., et al. (2020). Smart city initiatives in Indonesia. *Cities*, 103, 102–112.
- Guntara, A., et al. (2023). Blockchain adoption in digital commerce ecosystems. *Journal of Digital Economy*, 5(1), 33–48.
- Handayani, H., & Hariyati, R. T. (2024). Nurses' perception on electronic medical records usage. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 27(1), 15–24.
- Hardaway, R., & Scamell, M. (2012). Open access and peer review reform. *Journal of Scholarly Publishing*, 43(3), 211–227.
- Heeks, R. (2006). *Implementing and managing eGovernment*. Sage Publications.
- Herawati, N., et al. (2025). Digital governance and interoperability challenges in Indonesia. *Public Administration Review Asia*, 7(1), 65–82.
- Hodgson, K., et al. (2021). Electronic health records and patient safety outcomes. *Health Informatics Journal*, 27(2), 1–15.
- Ismanto, H., et al. (2019). Blockchain-based e-commerce model. *International Journal of Advanced Computer Science*, 10(5), 88–97.
- Kabatiah, M., et al. (2024). Institutional readiness for LMS integration. *Educational Technology Research*, 72(3), 401–417.
- Karwowski, M., & Uszyńska-Jarmoc, J. (2014). Creative development and digital environments. *Creativity Research Journal*, 26(3), 345–356.
- Kariotis, T., et al. (2021). Digital mental health documentation challenges. *BMC Health Services Research*, 21(1), 1–10.
- Kariotis, T., et al. (2022). Privacy risks in digital health systems. *Journal of Medical Ethics*, 48(4), 220–227.
- Klarić, A. (2022). Digital governance integration models. *Public Policy and Administration*, 37(3), 250–267.
- Klarić, A. (2023). Digital public service transformation in European cities. *Government Information Quarterly*, 40(1), 101–120.
- Kovalchuk, A., et al. (2024). Regulatory frameworks for digital payments. *Journal of Financial Technology*, 8(1), 77–93.
- Kurniawati, D., & B.S., R. (2021). Digital literacy and LMS adoption in schools. *Jurnal Pendidikan Teknologi*, 15(2), 101–115.
- Landaluce, H., et al. (2020). Wireless sensor networks for industrial IoT. *Sensors*, 20(3), 1–19.

- Lawley, E. (2019). Algorithmic visibility in digital publishing. *Digital Media Studies*, 11(4), 299–312.
- Lim, C., et al. (2020). Citizen participation in digital governance. *Information Polity*, 25(4), 365–378.
- Lin, M., et al. (2018). Telemedicine for chronic disease management. *Journal of Medical Internet Research*, 20(5), e172.
- Macdonald, S. (2022). Gaming of citations in academic publishing. *Research Policy*, 51(6), 104–120.
- Maryati, S., et al. (2024). Implementation of electronic medical records in Indonesia. *Jurnal Sistem Informasi Kesehatan*, 10(2), 55–70.
- Moore, P. (2009). Digital creative industries and global markets. *Media, Culture & Society*, 31(4), 567–584.
- Mutiarin, D., & Lawelai, H. (2023). Data protection policies in Indonesian digital governance. *Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 18(2), 143–158.
- OECD. (2020). *Digital government review and digital economy outlook*. OECD Publishing.
- Panasyuk, M., et al. (2023). Barriers to SME digital transformation. *Journal of Small Business Management*, 61(3), 412–430.
- Park, Y., et al. (2017). Trust and privacy concerns in telemedicine. *Telemedicine and e-Health*, 23(6), 451–458.
- Permatasari, D., et al. (2025). STEAM-based learning in creative industries education. *Journal of Creative Education*, 16(2), 210–225.
- Pure, A., et al. (2022). EMR and EHR implementation challenges. *Health Information Management Journal*, 51(1), 23–35.
- Rafiq-uz-Zaman, M. (2022). Digital pedagogy and institutional transformation. *Education and Information Technologies*, 27(5), 6501–6518.
- Rafiq-uz-Zaman, M. (2023). Digital fatigue in online learning environments. *Computers & Education*, 187, 104–119.
- Rahayu, S. (2025). Digital competence and LMS utilization. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 27(1), 34–49.
- Rahayu, S. (2026). Post-pandemic ICT integration in schools. *Educational Development Review*, 19(1), 70–85.
- Salmoria, T., et al. (2021). E-government adoption and public trust. *Government Information Quarterly*, 38(3), 101–115.
- Safitri, L. (2026). Curriculum alignment in digital content development. *Jurnal Kurikulum dan Teknologi Pendidikan*, 9(1), 50–63.
- Sari, R., et al. (2020). Digital divide in smart city implementation. *Journal of Urban Technology*, 27(3), 85–101.

- Sholeh, M., et al. (2024). Online learning platform effectiveness. *Jurnal Pendidikan Online*, 12(2), 88–102.
- Silva, J., & Al-Khatib, J. (2017). Open access and citation ethics. *Journal of Academic Publishing*, 8(1), 55–70.
- Stokes, P., & Pike, R. (2022). Creative workforce development in digital industries. *International Journal of Cultural Policy*, 28(5), 623–640.
- Supriadi, D. (2025). Inquiry-based learning in online education. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 13(1), 15–30.
- Thapliyal, S., et al. (2021). Smart city governance frameworks. *Sustainable Cities and Society*, 72, 103–118.
- Uricchio, W. (2004). The future of media in digital environments. *Media Studies Journal*, 18(2), 25–39.
- UNCTAD. (2021). *Digital economy report 2021*. United Nations.
- United Nations. (2022). *UN e-government survey 2022: The future of digital government*. United Nations Department of Economic and Social Affairs.
- Vinila, V., et al. (2024). Blockchain and cross-border payments. *International Journal of Financial Innovation*, 6(1), 44–59.
- Warsdapama, R., et al. (2024). Smart city integration in Indonesian municipalities. *Jurnal Tata Kota dan Wilayah*, 16(2), 99–113.
- Wijayantini, B., et al. (2024). QRIS adoption and SME performance. *Jurnal Manajemen dan Bisnis Digital*, 5(2), 140–155.
- Woldemariam, A., & Jimma, W. (2023). E-health challenges in low-income countries. *Global Health Research and Policy*, 8(1), 1–12.
- Yogar, A., et al. (2023). Social commerce and consumer trust. *Journal of Interactive Marketing*, 61, 85–98.
- Zhao, Y., & Tsubota, K. (2023). Real-world evidence and digital health data governance. *The Lancet Digital Health*, 5(3), e150–e158.
- Zhou, X., et al. (2022). Smart contracts in cross-border trade. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(4), 1120–1132.

BAB 7

INOVASI DAN MASA DEPAN TIK

A. KOMPUTASI AWAN (*CLOUD COMPUTING*) LANJUTAN

Perkembangan komputasi awan telah bergerak dari model terpusat menuju arsitektur yang semakin terdistribusi dan kompleks. Organisasi tidak lagi mengandalkan satu penyedia atau satu model deployment, melainkan mengintegrasikan berbagai lingkungan komputasi untuk menjawab kebutuhan skalabilitas, ketahanan, kepatuhan regulasi, serta performa aplikasi yang semakin menuntut latensi rendah. Evolusi ini melahirkan dua paradigma utama dalam komputasi awan lanjutan, yaitu **hybrid/multi-cloud** di tingkat infrastruktur pusat dan **edge computing** di tingkat tepi jaringan.

Transformasi ini bukan sekadar perubahan teknis, melainkan pergeseran arsitektural menuju ekosistem komputasi kontinum yang menghubungkan pusat data, cloud publik, dan perangkat edge secara terintegrasi.

1. Hybrid dan Multi-Cloud sebagai Strategi Arsitektur Modern

Hybrid cloud dan multi-cloud menjadi pendekatan dominan karena kebutuhan organisasi untuk meningkatkan fleksibilitas dan mengurangi risiko ketergantungan pada satu vendor. **Hybrid cloud** mengintegrasikan infrastruktur privat (on-premise atau private cloud) dengan cloud publik dalam satu kerangka orkestrasi terpadu. Model ini memungkinkan organisasi memindahkan beban kerja sesuai kebutuhan keamanan, performa, atau kepatuhan (Mamidala, 2023). Pendekatan hybrid memberikan keseimbangan antara kontrol penuh atas data sensitif dan kemampuan elastis dari cloud publik.

Sebaliknya, **multi-cloud** merujuk pada penggunaan dua atau lebih cloud service providers (CSP) secara independen untuk mendistribusikan beban kerja. Strategi ini bertujuan mengurangi vendor lock-in serta mengoptimalkan pemilihan layanan terbaik dari masing-masing penyedia

DAFTAR PUSTAKA

- Adewusi, O., et al. (2024). Data governance challenges in large-scale distributed systems. *Journal of Information Systems Management*, 41(1), 22–38.
- Ajah, I. A., & Nweke, H. F. (2019). Big data and business analytics: Trends, platforms, success factors, and applications. *Big Data and Cognitive Computing*, 3(2), 32. <https://doi.org/10.3390/bdcc3020032>
- Akbar, M., & Abror, M. (2024). Optimization of temperature and humidity sensor architecture for real-time monitoring systems. *International Journal of Sensor Networks*, 45(2), 115–127.
- Alam, T., et al. (2021). Real-time big data analytics: Architecture and challenges. *Future Generation Computer Systems*, 115, 222–234.
- Alonso, G., et al. (2023). Multi-cloud architectures and interoperability challenges. *IEEE Cloud Computing*, 10(2), 45–55.
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Big data analytics and smart sustainable cities: A review of the state-of-the-art. *Sustainable Cities and Society*, 33, 33–45. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.021>
- Chang, V., & Chen, Y. (2020). Blockchain and distributed ledger technology: Applications and challenges. *Future Generation Computer Systems*, 107, 843–853.
- Chen, M., et al. (2020). Web-based geospatial sensor integration for smart city applications. *Sensors*, 20(14), 4023. <https://doi.org/10.3390/s20144023>
- Cioara, T., et al. (2020). Blockchain-based solutions for industrial applications: Scalability and privacy challenges. *Future Internet*, 12(10), 164.
- Elgabri, I., et al. (2023). Permissioned blockchain architectures in enterprise systems. *Journal of Enterprise Information Management*, 36(4), 789–804.
- Fen, X., et al. (2022). Predictive analytics in the era of big data: Methods and applications. *Expert Systems with Applications*, 195, 116592.
- Guo, Y., et al. (2025). Edge AI in large-scale IoT systems: Architecture and optimization strategies. *IEEE Internet of Things Journal*, 12(1), 88–102.
- Gupta, A. (2025). Governance models for hybrid and multi-cloud environments. *Cloud Computing Review*, 14(1), 12–25.
- Gupta, S., & Agrawal, R. (2023). Smart contracts: Security challenges and formal verification approaches. *Computers & Security*, 125, 103024.

- Hamdan, A., & Admodisastro, N. (2023). Semantic interoperability frameworks for multi-cloud data environments. *Journal of Cloud Computing*, 12(1), 55.
- Iqbal, M., & Bayoumi, M. (2016). Secure integration of wireless sensor networks into IoT ecosystems. *IEEE Access*, 4, 7814–7830.
- Khoudali, A., et al. (2019). Edge monitoring framework for multi-cloud environments (EMMCS). *Procedia Computer Science*, 160, 512–519.
- Kompally, S. (2025). Edge computing for real-time industrial applications. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 19(1), 36–47.
- Kumar, R. (2021). Microservices architecture in multi-cloud native systems. *Software Architecture Journal*, 8(3), 101–115.
- Landaluce, H., et al. (2020). Fault-tolerant wireless sensor networks for industrial IoT applications. *Sensors*, 20(4), 1112. <https://doi.org/10.3390/s20041112>
- Liang, X., et al. (2024). Governance decentralization in blockchain ecosystems. *Information Systems Frontiers*, 26(1), 145–160.
- Lin, C., et al. (2021). End-to-end IoT architecture using ESP32 and cloud analytics platforms. *Electronics*, 10(15), 1864.
- Liu, X., & Gong, P. (2017). Wireless sensor networks and IoT integration: A survey. *Ad Hoc Networks*, 58, 21–43.
- Mamidala, A. (2023). Hybrid cloud integration strategies and risk mitigation. *Journal of Cloud Infrastructure*, 5(2), 77–90.
- Merseedi, H., & Zeebaree, S. (2024). Fog computing orchestration using microservices and FaaS. *Cluster Computing*, 27(2), 893–907.
- Mishra, D. (2025). 5G-enabled cloud–edge continuum architectures. *Telecommunication Systems*, 79(3), 521–534.
- Park, J. (2021). Ontology-based middleware for semantic IoT services. *Sensors*, 21(9), 3098. <https://doi.org/10.3390/s21093098>
- Pasdar, A., et al. (2021). Smart contracts in blockchain systems: A systematic review. *IEEE Access*, 9, 113456–113472.
- Sasaki, Y. (2022). Batch and streaming architectures in distributed big data systems. *International Journal of Big Data Intelligence*, 9(3), 201–214.
- Shastri, A., et al. (2024). Blockchain interoperability and regulatory compliance challenges. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71(1), 214–228.
- Shrivastava, A., et al. (2024). Vendor lock-in mitigation strategies in multi-cloud computing. *Journal of Systems and Software*, 208, 111730.
- Sillaber, C., et al. (2020). Decentralization metrics in blockchain governance. *Proceedings of the ACM Conference on Blockchain Research*, 55–66.

- Trakadas, P., et al. (2019). Cloud–edge orchestration for 5G-enabled IoT services. *IEEE Network*, 33(5), 108–115.
- Verginadis, Y., et al. (2021). Latency-aware cloud and edge computing architectures. *Future Generation Computer Systems*, 115, 123–136.
- Verma, P. (2021). Sensor cloud integration in IoT ecosystems. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 17(5), 1–14.
- Yuan, Y., et al. (2019). Blockchain consensus mechanisms and scalability analysis. *IEEE Access*, 7, 163867–163882.
- Zanjani, M., et al. (2017). Monolithic graphene–CMOS gas sensors for IoT applications. *Nature Communications*, 8, 14668. <https://doi.org/10.1038/ncomms14668>

PROFIL PENULIS

Prof. Dr. Syahrul, M.Pd



Penulis dilahirkan di Dompu-NTB, 5 Oktober 1962, Sarjana Pendidikan Teknik Elektro pada tahun 1986 IKIP Ujung Pandang, Magister di PPs Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 1996, dan Doktor dalam ilmu Penelitian dan Evaluasi Pendidikan PPs Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2010, Diangkat sebagai dosen ASN di Universitas Negeri Makassar pada tahun 1987 sampai sekarang, Prof. Dr. Syahrul, M.Pd telah menulis Buku dan jurnal, yaitu: (1). Strategi Pembelajaran Listrik

Pada Smk Negeri Di Kota Makassar, (2). Evaluasi Pelaksanaan Pembelajaran Daring Pada Masa Tanggap Covid-19 Di Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar, (3). Analisis Butir Tes Mandiri Penerimaan Mahasiswa Baru Universitas Negeri Makassar, (4). Efektivitas Penerapan Model Asesmen Praktek Industri (PI) Mahasiswa Berbasis Website Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Fakultas Teknik UNM, (5). Analisis *Usability* Menggunakan Model *Use Questionnaire* pada Sistem Informasi Persuratan Akademik Fakultas Teknik UNM, (6). Pengembangan *Smart Eco-Irrigation Photovoltaic System* (Seirs-Pvs) : Sistem Cerdas Irigasi Ramah Lingkungan dan Monitoring Pertanian Hidroponik, (7). Pengembangan Trainer, Sensor, Dan Transduser Berbasis Arduino Pada Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika FT-UNM, (8). Pengembangan Kurikulum dan Perangkat Pembelajaran Program Studi Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan PPS Universitas Negeri Makassar, (9). Evaluasi Pelaksanaan Praktik Industri Terhadap Penguasaan *Hardskill* Mahasiswa JTIK FT UNM, (10). Model Aplikasi *E-Learning Virtual Reality Link and Match* Antara Perguruan Tinggi Dengan Industri Menghadapi *Era Society 5.0*, (11). Model Pembelajaran Vokasi Keteknikan Abad 21 Buku CV. Tohar Media, (12). Penilaian dan Karakter pada Pembelajaran Buku Badan Penerbit UNM.

Dr. Nasiratunnisaa Mallappiang



Penulis dilahirkan di Ujung pandang, 6 Oktober 1984. Sarjana pada tahun 2007 di Universitas Fajar Makassar, Magister di Universitas Negeri Makassar pada tahun 2020, dan Doktor dalam Ilmu Administrasi Publik di Universitas Negeri Makassar pada tahun 2023. Diangkat sebagai dosen tetap di Universitas Pancasakti sejak tahun 2021 sampai sekarang. Nasiratunnisaa Mallappiang telah menulis Buku dan jurnal, yaitu: (1) *The Urgency Of Publik*

Communication Ethics In The Era Of Cyber Society, 2022, *Sinomics Journal*, Vol. 1. No. 5. (2) *Policy Implementaation of Luwu Regional Library Develoment Policy*, 2022, *Pinisi Discretion Review*, Vol. 5, Issue 2. (3) *Challenges Of Social Sciences Education and Technology For Achieving Sustainable Develoment*, 2022. (4) *Keberadaan Humas Dalam Menunjang Tridharma Perguruan Tinggi Universitas Indonesia Timur Makassar*, 2021, *Jornal Governance and Politics (JGP)*. Vol. 1, No. 2. (5) *Pengantar Manajemen Pelayanan Publik*. Buku, Medan: Yayasan Kita Menulis. 2023. (6) *Dasar-dasar Public Relation*. Buku, Purbalingga: Eureka Media Aksara. 2023. (7) *Pengantar Administrasi Pubbblik*. Buku, Purbalingga: Eureka Media Aksara. 2024. (8) *Communication Techniques for Persuasion of Students and Lecturers in Shaping Behavior*. 2023. *SITEKIN: Journal Sains, Teknologi dan Industri*. Vol. 20. No. 2. (9) *Accountability of Building Approval Services in Gowa District*. 2023. *Journal of Humanities and Social Sciences Studies*. Vol. 5. No. 10. (10) *Strategies For Accountability Of Building Approval Services In Gowa Regency*. 2023. *IOSR Journal Of Humanities And Social Science* Vol. 28. No. 9.

Shabrina Syntha Dewi, S.Pd., M.Pd.



Penulis dilahirkan di Ujung Pandang, 5 Oktober 1993 Sarjana pada tahun 2015, di Universitas Negeri Makassar, bidang ilmu Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer. Magister Universitas Negeri Yogyakarta, bidang ilmu Pendidikan Teknologi dan Kejuruan. Diangkat sebagai dosen ASN di Universitas Negeri Makassar sejak tahun 2019 sampai sekarang. Shabrina Syntha Dewi, S.Pd., M.Pd telah menulis Buku dan jurnal, yaitu: (1) *The Contribution of*

Teaching Factory Program Implementation on Work Readiness of Vocational High School Students In Makassar (Vol 4 No 2, August 2018), (2).

Kualitas Pembelajaran Mahasiswa Vokasi Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar (Vol. 17 No. 3 Agustus 2020), (3). Kontribusi Pelaksanaan Praktik Industri Terhadap Kesiapan Kerja Mahasiswa (Vol. 7 No. 1 Februari 2021), (4). Penerapan Service-Learning untuk Meningkatkan Kompetensi Diri Mahasiswa (Vol. 5. No. 3. Tahun 2021), (5). *Measuring the Entrepreneurship Skill of Students in Engineering Faculty* (ISBN: 978-623-7496-62-5 Tahun 2021), (6). The Implementation of Online Learning at The Faculty of Engineering, State University of Makassar in Response To Covid-1 (Vo. 25 No. 1 Tahun 2022), (7). Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Surat Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar (ISSN: 26857480 Tahun 2023), (8). Pemilu Inklusif: Analisis Aksesibilitas Website Komisi Pemilihan Umum (KPU) Berdasarkan WCAG 2.1 (Vol. 6 No. 1 Tahun 2023), (9). Evaluasi Pelaksanaan Praktik Industri terhadap Penguasaan *Hardskill* Mahasiswa JTIK FT UNM (Prosiding Edisi 5 2023),(10). Analisis Faktor Pendukung dan Faktor Penghambat Penguasaan Kemampuan Pedagogi Mahasiswa PTIK Program Asistensi Mengajar di Satuan Pendidikan (Vol. 3 No. 3 Tahun 2024). Panduan Holistik Inklusi Keuangan Bagi Penyandang Disabilitas Buku Unhas Press.

TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI

Konsep, Pemanfaatan dan Inovasi di Era Digital

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah membawa perubahan yang sangat signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Transformasi digital tidak hanya mengubah cara individu berkomunikasi, tetapi juga memengaruhi proses bisnis, pendidikan, pemerintahan, kesehatan, industri, hingga kehidupan sosial masyarakat. Kemajuan teknologi seperti komputasi awan (cloud computing), kecerdasan buatan (artificial intelligence), Internet of Things (IoT), big data, dan jaringan komunikasi berkecepatan tinggi telah menciptakan peluang baru sekaligus menghadirkan tantangan yang membutuhkan pemahaman komprehensif terhadap konsep, pemanfaatan, serta inovasi TIK.

Buku “Teknologi Informasi dan Komunikasi: Konsep, Pemanfaatan, dan Inovasi di Era Digital” disusun sebagai referensi akademik yang memberikan pemahaman menyeluruh mengenai perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dari aspek konseptual hingga implementasinya dalam berbagai bidang. Materi diawali dengan pembahasan mengenai dasar-dasar teknologi informasi dan komunikasi, komponen sistem informasi, perkembangan infrastruktur digital, serta karakteristik masyarakat informasi yang menjadi fondasi dalam memahami transformasi digital.

Selanjutnya, buku ini mengulas berbagai bentuk pemanfaatan TIK dalam dunia pendidikan, bisnis, pemerintahan, kesehatan, industri kreatif, serta pelayanan publik. Pembahasan dilengkapi dengan konsep digitalisasi organisasi, sistem informasi manajemen, komunikasi digital, kolaborasi berbasis teknologi, serta pemanfaatan media digital untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas layanan. Selain itu, buku ini juga membahas isu keamanan siber, perlindungan data pribadi, etika penggunaan teknologi, dan literasi digital sebagai bagian penting dalam membangun ekosistem digital yang aman dan bertanggungjawab.

 www.penerbitwidina.com
 @penerbitwidina
 penerbit widina
 penerbitwidina@gmail.com
 widina store
 widina bookstore

Layanan Pembaruan & Penerbitan Buku
 0815-7000-699



SCANME

Komunikasi, Teknologi & Komputer

ISBN 978-634-317-228-4



9 786343 172284